

**ALLINEAMENTO SESTRI LEVANTE - SALSOMAGGIORE SEZIONI GEOLOGICHE
ATTRAVERSO LE TOSCANIDI S.L. E LE LIGURIDI ESTERNE:
CONSIDERAZIONI STRATIGRAFICHE E STRUTTURALI (**)**

ABSTRACT

The seismic layout (CROP 1) will probably cross the Apuane "core complex" which represents the key area for the understanding of the geodynamic evolution of the Apennines. The geologic sections presented in this work cut across the Northern Apennines chain north of the seismic layout, but they cross through some important geological features and so could help to interpret on a wider scale the structures shown by the CROP 1 seismic section.

The southern geological cross section (M. Zuccone) crosses a complicated anticline in Tuscan miocenic sandstones (M. Zuccone sandstones: MZs) emerging from beneath the Subligurian and Ligurian Units; the latter, together with the Epiligurian Succession occupies the whole area NW of the Sestri Levante - Parma alignment.

The M. Zuccone structure outcrops directly north of a strike slip fault ("Taro Line" *Auct.*) which has long been well known, whose position (in the basement or in the cover) and slip age related to the Mio - Pliocene structures are both still controversial.

The clockwise rotation of the M. Zuccone anticline seems to clash with the anticlockwise rotation of the Tuscan front, outcropping south of the "Taro Line".

Analogue models reproducing the different possible combinations of the variable features involved, show that structures like those detected in the field, are obtained by reproducing a left slip fault cutting through the cover.

The petrographic analyses reveal the compositional similarities between the M. Modino (MMs) and M. Zuccone sandstones and confirm the differences between the latter and the Macigno, as previously pointed out by some authors on the basis of composition and heavy mineral association.

The geologic and structural setting of M. Zuccone are very similar to those described for M. Ventasso and M. Cisa, and interpreted by MARTINI & PLESI as slices of the M. Modino Unit.

The absence of Modino outcrops between the Lagastrello pass and M. Zuccone could be explained as an overlapping and/or out of sequence thrusts which led the Macigno to overlie the M. Modino structure.

Section 2

Section 2 crosses the Ligurian Units from the Ceno valley (Parma prov.) to the Arda valley (Piacenza prov.): in this area the Cassio - Scabiazza Unit has its widest extent.

The structural setting is composed of the superposition of various Units, from the base:

1) Dosso Unit (DU) - is only made up of an overturned succession of the M. Dosso Helminthoid Flysch (MDF; Early Paleocene - Middle Eocene) which represents the overturned limb of a horizontal recumbent syncline (attitude N100) pro-

duced by the D1 tectonic event. This overturned limb is affected by horizontal upright antiforms and synforms (attitude N70) and left slip faults (attitude N40), all due to a subsequent tectonic event.

2) Bettola Unit (BU) is made up of a turbiditic succession of an Helminthoid flysch (Late Campanian - Late Maastrichtian), strongly folded and faulted, probably by several tectonic events. This Unit tectonically overlies the Dosso Unit.

3) Rocca Casali Unit comprises the Argille palombini including sedimentary "megabreccias" made up of clasts and blocks representing parts of the oceanic crust and its sedimentary cover. This Unit lies in tectonic contact both with the overlying and the underlying Units.

4) Cassio - Scabiazza Unit has been separated into two tectonic elements, themselves separated by a tectonic surfaces in the SW area (M. Carameto and M. Lucchi). In the M. Vidalto area (NE) the Cassio (here up to 1400 m thick) and Scabiazza seem to be in stratigraphic relation and represent a single stratigraphic - structural Unit.

The Scabiazza Element is represented by a turbiditic succession mainly composed of lithic sandstones, clays and marls. The age determined on some samples coming from various outcrops in the whole area, is Cenomanian. This age is different from that previously determined for the Scabiazza sandstones (type section, Trebbia valley).

The Cassio Element includes, from the base, a conglomeratic layer made up of rounded clasts varying in size (2 mm - 10 cm), the composition of which is similar to that of the Scabiazza sandstones. The M. Cassio Flysch base overlies in conformity the conglomerate layer. Between them a thin layer (10 - 30 m) of varicoloured shales (AV) is present, often including blocks of a small clast breccia showing the same composition as the Salti del Diavolo conglomerates (SdD, Baganza valley). The stratigraphy of the Cassio Element in this area seems to be partly different from that outcropping in the Baganza valley. In the latter, the lower conglomerate level seems to be lacking whereas the upper one (namely the SdD), included within the AV, is represented by a thicker and continuous layer. The contact between the conglomerate layer and the underlying Scabiazza sandstone does not outcrop.

The different structural setting of the two formations allows an interpretation of the contact either as a stratigraphic unconformity or as a tectonic surface.

The M. Cassio Element shows different tectonic settings and different relationships with the substratum:

a) in the inner M. Carameto area the Cassio Element is thinner and forms tight recumbent folds; the attitude of the axis changes from N170 in the western area to N100 in the eastern one. Both the conglomerate and the AV are absent at the base of the Cassio El. so that the Cassio Flysch directly overthrusts both the Scabiazza El. and the Rocca Casali Unit.

b) in the intermediate area (M. Lucchi) the Cassio El. shows the same deformation structures as the M. Carameto area, and overthrusts the underlying Scabiazza El., locally with interposition of AV thin chips.

c) in the outer area (M. Vidalto) the Cassio El. is thicker

(*) Istituto di Geologia, Università di Parma

(**) Lavoro realizzato con finanziamento MURST 40%, resp. Prof. Zanzucchi.

(up to 1400 m) and shows a monoclinial setting, plunging toward the Po Plain.

The various tectonic settings of the Cassio El. in the different areas are interpreted as the product of an antiformal stacking structure where the floor thrust could have cut the Scabiazza - Cassio Unit up sequence.

The different tectonic structures recognized in the field can be put into a relative chronologic order.

The early recognizable event is responsible for the recumbent folds both in the M. Cassio Flysch and M. Dosso Flysch.

The tectonic contact between the Rocca Casali U. and the Scabiazza El. can also be assigned to an early event, as it has been subsequently folded during several events.

All the above described structures could be ascribed to an oceanic accretion (Cretaceous - Paleogene in age).

The tectonic contact between Bettola U. and Rocca Casali U. can be ascribed to a subsequent event as it seems to have been affected only by the last event detectable in the area. The last event involved all the structural building and is detectable at all scales.

INTRODUZIONE

Le sezioni geologiche A e B+C presentate in questo lavoro (Fig. 1) sono parte di un tracciato, ancora in fase di completamento, che taglia la catena appenninica varie decine di chilometri a NW rispetto al tracciato previsto per l'acquisizione dei dati profondi tramite la sismica. Quest'ultimo taglierà infatti la catena nell'area in cui si evidenziano due eventi tra i più importanti per la comprensione della geodinamica appenninica: la presenza dell'Unità Toscana metamorfica e le vistose strutture tramite le quali si è attuata l'estensione, con relativo assottigliamento crostale, dei settori interni della catena. In questa fase che precede l'acquisizione dei dati sismici è comunque importante avere nuove informazioni di superficie anche in aree circostanti, in quanto possono aiutare ad interpretare, ad una scala più ampia, le strutture evidenziate lungo la traccia del profilo CROP.

La sezione 1 (Figg. 2 e 3) (M. Zuccone; COSTA, 1987; COSTA *et al.*, 1989) attraversa uno dei due affioramenti di "toscanidi" *s.l.* (l'altro è quello di Bobbio, Val Trebbia, situato più a Nord) che emergono in finestra al di sotto delle Unità Liguri che, insieme con l'Epiligure, occupano per intero l'area a NW della "linea Sestri Levante - Parma". I dati geologici e strutturali relativi all'area di M. Zuccone possono quindi essere di qualche interesse per l'interpretazione e la quantificazione delle dislocazioni sia verticali che orizzontali intervenute tra il settore meridionale e quello settentrionale della catena.

La sezione 2 (Figg. 5 e 6) (M. Carameto - M. Lucchi - M. Vidalto, Val Ceno - Val d'Arda) attraversa la parte più esterna delle Liguridi (Dominio Ligure Esterno, Zona Emiliana; ELTER & MARRONI, 1991). Pur rivestendo un interesse marginale rispetto agli obiettivi del progetto CROP, in quanto le strutture rilevabili nelle liguridi sono probabilmente svincolate dalle strutture crostali profonde, tuttavia i nuovi dati stratigrafici e strutturali permettono di discriminare le strutture acquisite dall'edificio durante le fasi di accrezione "oceanica" da quelle sovrainposte legate di riflesso allo strutturarsi delle Unità "ensialiche". Di grande interesse risultano inoltre i tempi e le modalità del ricoprimento dell'edificio ligure sulle

strutture emergenti del substrato padano (struttura di Salsomaggiore); questo settore è tuttora in fase di analisi di terreno e non è stato riportato nella sezione geologica che si limita a presentare dati preliminari sui rapporti delle varie Unità Liguri.

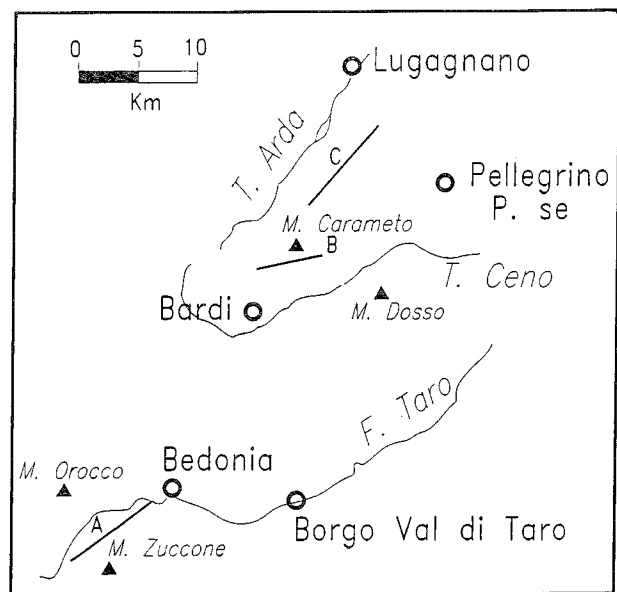


Fig. 1 - Carta indice con l'ubicazione delle sezioni.

SEZIONE 1 (M. ZUCCONE)

Questa sezione (Fig. 3) attraversa la finestra di arenarie delle successioni toscane (*s.l.*) che emergono per circa 400 m al di sotto delle Unità Subliguri, di M. Orocco e del Bracco (Fig. 2). La struttura di M. Zuccone è allungata in senso meridiano tra Bedonia (PR) e Varese Ligure (SP) e rappresenta un'anticlinale complessa. L'analisi di tutte le strutture duttili e fragili rilevate nell'area ha mostrato che l'assetto attuale dell'anticlinale è dovuto ad una rotazione del suo asse da direzioni appenniniche nel settore settentrionale a direzioni NS in quello meridionale; questa rotazione è avvenuta contemporaneamente al piegamento (COSTA, 1987). La finestra di M. Zuccone affiora immediatamente a N di un grosso lineamento strutturale ("linea del Taro" *Auct.*) già riconosciuto da tempo ma di cui risultano ancora incerti la possibile posizione (nella copertura o nel basamento) e i tempi di movimento nei vari settori in relazione alle strutture mio-plioceniche della catena. Mentre la torsione in senso orario della struttura di M. Zuccone sembrerebbe imputabile ad un movimento destro della "linea del Taro", la torsione antioraria del fronte toscano della catena a SW di questo lineamento ne presupporrebbe un movimento sinistro.

Per tentare di chiarire questi aspetti contraddittori, alla luce dei pochi dati disponibili in questo settore, sono stati fatti dei modelli analogici che riproducessero le strutture legate alle diverse combinazioni possibili delle variabili in gioco. Torsioni assiali del tutto simili a quelle rilevate sia a NW sia a SE della "linea del Taro" sono state ottenute in un modello deformativo in cui il piegamento e la torsione assiale sono legati al contemporaneo movimento di una faglia sinistra nella copertura (COSTA &

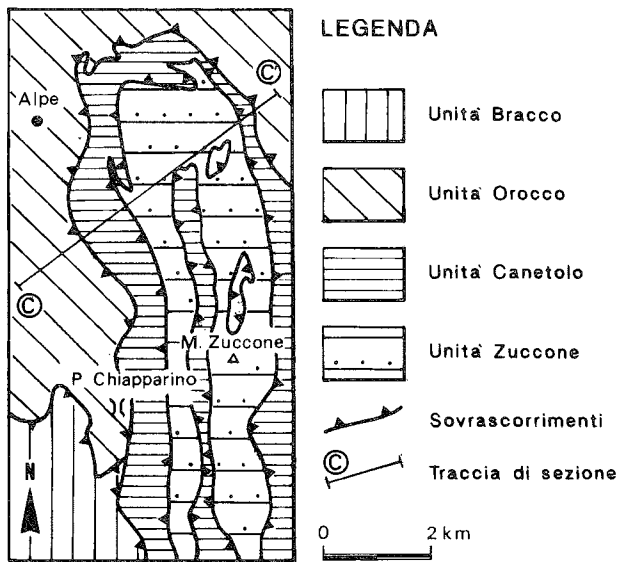


Fig. 2 - Schema strutturale dell'area di M. Zuccone.

ODONNE, 1990; ODONNE & COSTA, 1993).

Le analisi petrografiche effettuate sulle Arenarie di M. Zuccone e, soprattutto, l'analisi quantitativa effettuata sulla frazione litica a tessitura fine, che ha dimostrato di essere un buon discriminante tra le diverse successioni arenacee oligo-mioceniche della catena appenninica (VALLONI & ZUFFA, 1984; FERRINI *et al.*, 1992; COSTA *et al.*, 1992), hanno evidenziato la differenza composizionale tra queste e le arenarie del Macigno (Fig. 4) (FERRINI *et al.*, op. cit.).

VALLONI *et al.* hanno recentemente analizzato, sulla base delle litofacies e delle petrofacies, alcune sezioni di Macigno e di Arenarie di M. Modino all'Abetone e al Chianti; secondo questi Autori viene confermato su base petrografica quanto era già stato proposto in base all'analisi delle litofacies, cioè che le Arenarie di M. Modino incominciano circa 400 m sotto all'olistostroma (ABBATE & BRUNI, 1987) che, secondo gli Autori fiorentini, fungeva da limite tra le due formazioni (ABBATE & BORTOLOTTI, 1961).

Secondo Plesi invece, sempre nell'area di M. Giovo (Abetone) il limite tra Macigno e Modino sarebbe di natura tettonica avendo l'Autore individuato tra il tetto del Macigno e le Arenarie di M. Modino una successione stratigrafica continua fino al Cretaceo.

COSTA *et al.* (1993), sulla base di analisi petrografiche e biostratigrafiche integrate hanno mostrato che, lungo la trasversale Cinque Terre - Val Gordana - M. Orsaro, la petrofacies indicativa delle parte superiore del Macigno, caratterizzata da una percentuale di frammenti litici vulcanici compresa tra il 20 e il 10-6 % (FERRINI *et al.*, op.cit.) è rilevabile fino al top della successione, su cui sovrascorre l'Unità Subligure.

I risultati di quest'ultimo lavoro hanno inoltre confermato la differenza composizionale tra il Macigno e le Arenarie di M. Zuccone che, invece, mostrano un'ottima corrispondenza composizionale con le Arenarie di M. Modino (FERRINI *et al.*, 1992). Differenze composizionali tra le Arenarie di M. Zuccone e il Macigno erano già state riscontrate da MALESANI (1966) che su questa base giustificava l'attribuzione delle prime ad una formazione a se stante. Nella "Carta Geologica 1:100.000 della provincia di Parma e zone limitrofe" (VENZO *et al.*, 1966) questa successione arenacea è stata designata con una sigla propria sulla base delle differenze riscontrate da GAZZI sull'associazione di minerali pesanti, rispetto a quella delle arenarie del Macigno.

Per tutti questi motivi e poichè in quest'area manca qualsiasi altra evidenza geologica (rapporti con il substrato, con le altre successioni arenacee oligo-mioceniche), sembra attualmente poco giustificata l'attribuzione delle Arenarie di M. Zuccone al Macigno, che era stata fatta essenzialmente sulla base delle facies deposizionali (ABBATE, 1969). Le differenze e le analogie di facies tuttavia, poichè dipendono da variazioni degli ambienti deposizionali, degli apporti detritici, dei regimi di flusso, non possono, in mancanza di altri elementi, influire in positivo o in negativo circa un'attribuzione formazionale, soprattutto trattandosi di bacini di dimensioni di varie decine e centinaia di chilometri ubicati inoltre in un contesto di margine collisionale.

Le Arenarie di M. Modino sono state cartografate lungo un allineamento discontinuo, longitudinale alle direttrici della catena, compreso tra Pistoia a sud e la trasversale del P.sso del Lagastrello a nord dove affiorano in una stretta fascia esterna al fronte del Macigno, sormontata dalle argille e calcari dell'Unità di Canetolo (CHICCHI & PLESI, 1988); più a nord spariscono, probabilmente sopravanzate dal fronte del Macigno.

In un recente lavoro CHICCHI & PLESI (1991) hanno ricostruito una ipotetica situazione paleogeografica paleo-

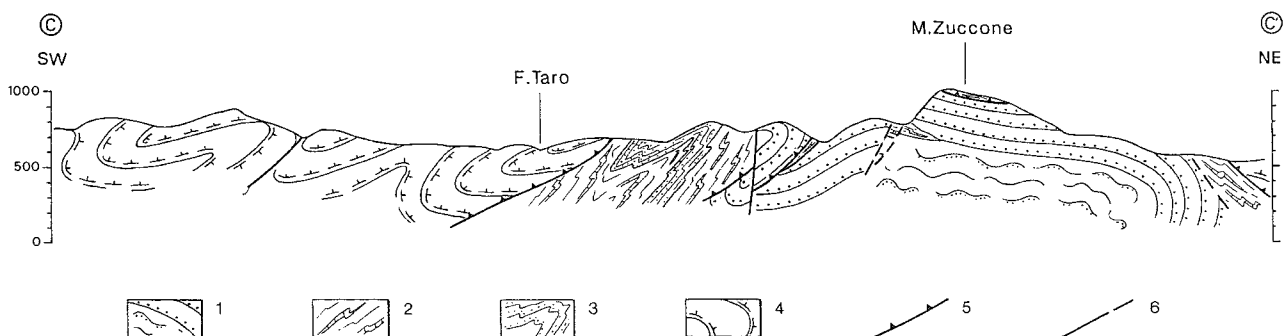


Fig. 3 - Sezione geologica la cui traccia è riportata in Fig. 2.

1) Arenarie di M. Zuccone (U. Zuccone); 2) argille e calcari (U. Canetolo); 3) Arenarie di Bruschi (U. Canetolo); 4) Flysch di M. Orocco (U. Orocco); 5) thrusts; 6) faglie.

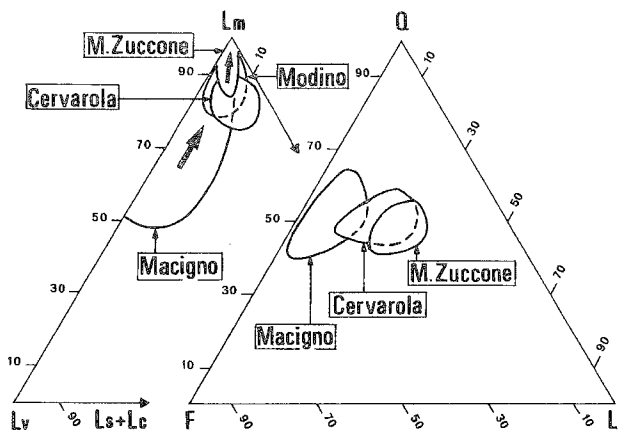


Fig. 4 - Confronto tra la composizione delle Arenarie di M. Zuccone e quella del Macigno, Modino e Cervarola; le frecce indicano l'andamento dei trend petroligici riconosciuti nel Macigno e nelle Arenarie di M. Zuccone (da COSTA *et al.*, 1989, modificato).

cenico-eocenica in cui le facies tipo Canetolo si sviluppavano nel settore settentrionale e quelle tipo Modino nel settore meridionale della futura catena con una fascia intermedia di sovrapposizione. Sulla base dei nuovi dati emersi è tuttavia più probabile attribuire a motivi strutturali, quali *overlapping thrusts* (DIXON & LIU, 1992) e attivazione di *thrusts* fuori sequenza, le discontinuità di affioramento del Modino. Una strutturazione complessa era già stata ipotizzata da MARTINI & PLESI (1988) per le scaglie del M. Ventasso e del M. Cisa, attribuite dagli stessi Autori all'Unità Modino, al tetto delle quali si ha la stessa sovrapposizione di Unità (Canetolo, Caio) descritta nella struttura di M. Zuccone.

L'ipotesi di un contesto di questo tipo per la struttura di M. Zuccone comporta qualche differenza nelle ricostruzioni strutturali in quanto essa non sarebbe ricollega-

bile al fronte di Macigno affiorante più a sud, ma se ne collocherebbe all'esterno; questo comporterebbe sia uno spostamento orizzontale sia un abbassamento strutturale maggiore del settore settentrionale rispetto a quello meridionale.

SEZIONE 2

Questa sezione (Fig. 6) taglia, con direzioni variabili l'area compresa tra la Val Ceno e la Val d'Arda (Fig. 5) in cui si ha la maggior estensione, in senso sia longitudinale che trasversale, dell'Unità di M. Cassio - Scabiazza di tutto l'Appennino; quest'area appare quindi la più adatta a studiarne gli aspetti stratigrafici, l'assetto strutturale ed i rapporti con l'edificio sottostante, che affiora in due finestre ubicate a SE (area di M. Dosso) e a NW (area di Morfasso) del settore in oggetto. L'edificio sottostante l'Unità Cassio - Scabiazza è formato dalla sovrapposizione di 3 unità tettoniche che sono, dal basso: Unità Dosso, Unità Bettola, Unità Rocca Casali.

- L'Unità Dosso è formata esclusivamente dal Flysch di M. Dosso che è stato suddiviso in tre litozone: inferiore, prevalentemente calcarea (DANIANO, VENZO *et al.*, 1965; RIO & ARCHILLI, 1980; RIO, 1987), intermedia, arenaceo-pelitica (Paleocene sup.; RIO, 1987) e superiore, calcareo-marnosa (Luteziano, RIO & ARCHILLI, 1980; RIO, 1987). La parte affiorante di questa unità è rappresentata unicamente dal fianco inverso di una sinclinale, probabilmente coricata, avente direzione assiale N100, vergente a N. La ricostruzione della giacitura dell'asse, non affiorante, della struttura è stato possibile grazie all'analisi meso-strutturale delle pieghe minori sviluppate nel fianco inverso della sinclinale (Fig. 7) (COSTA *et al.*, 1991).

- L'Unità Bettola è rappresentata, nell'area in esame, da una scaglia di spessore difficilmente valutabile ma co-

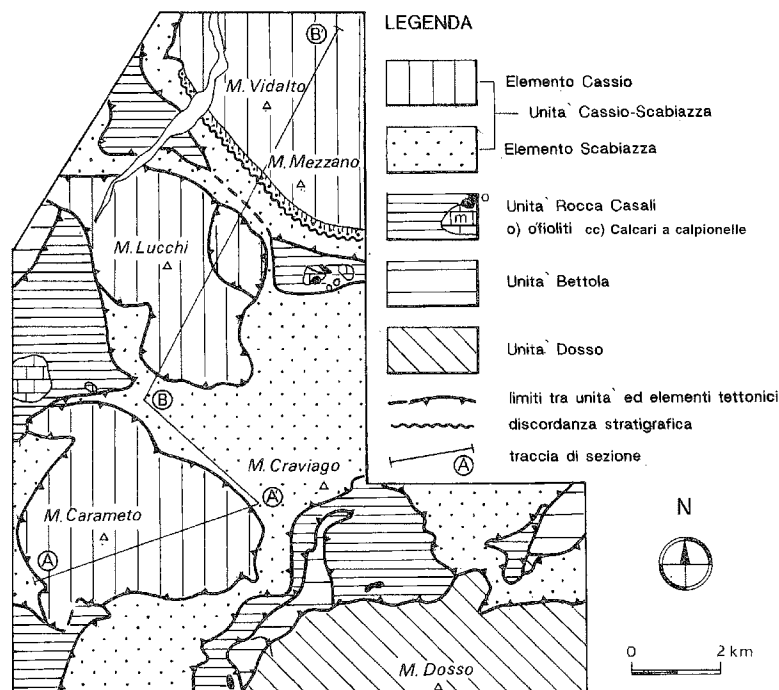


Fig. 5 - Schema strutturale dell'area di M. Carameto - M. Lucchi - M. Vidalto.

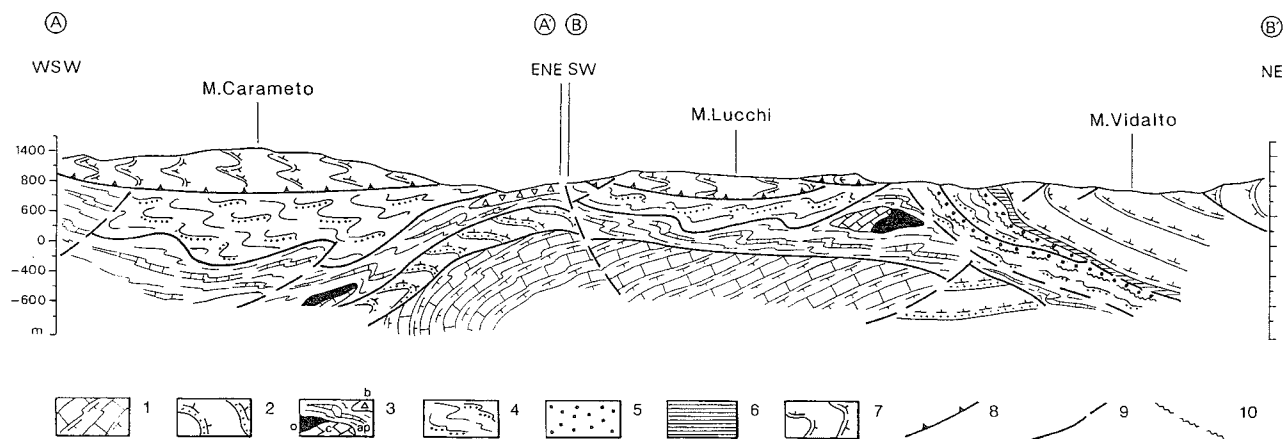


Fig. 6 - Sezione geologica la cui traccia è riportata in Fig. 5.

1) Flysch di *M. Dosso* (U. Dosso); 2) Flysch di *Bettola* (U. Bettola); 3) ap = *Argille a Palombini*, c = *Calcarei a Calpionelle*, o = ofioliti, b = breccie poligeniche (U. Rocca Casali); 4) *Arenarie di Scabiazza* (Elemento Scabiazza, U. Cassio - Scabiazza); 5) bancate conglomeratiche ad elementi di materiale sedimentario (in prevalenza calcareo), (Elemento Cassio, U. Cassio-Scabiazza); 6) Argille varicolori (E. Cassio, U. Cassio-Scabiazza); 7) Flysch di *M. Cassio* (E. Cassio, U. Cassio-Scabiazza); 8) superficie tettonica all'interno dell'Unità Cassio-Scabiazza; 9) superfici di contatto tettonico; 10) superficie di discordanza stratigrafica (presunta).

munque esigua, formata da torbiditi in strati spessi e molto spessi aventi base arenacea e tetto calcareo-marnoso con rari strati arenaceo-argillosi di spessore medio. L'età attribuita al Cretacico sup. (BRAGA, 1965) è stata confermata indirettamente per analogia con il Flysch di M. Caio al Campaniano sup. - Maastrichtiano inf. (RIO *et al.*, 1983). Nella "Carta Geologica 1:100.000 della provincia di Parma e zone limitrofe" (op.cit.) il Flysch di Bettola, assimilato al Flysch di M. Caio, viene considerato la base stratigrafica del Flysch di M. Dosso. Nell'area in oggetto i rapporti tra i due sembrano essere esclusivamente di natura tettonica: essi sono stati pertanto considerati come unità tettoniche indipendenti. Non si può tuttavia escludere che in altre aree essi mostrino rapporti stratigrafici. - L'Unità Rocca Casali comprende la formazione conosciuta in letteratura come "Argille a Palombini di Barberino" (Carta Geol. d'Italia, F. 72 - Fiorenzuola d'Arda), considerata come base stratigrafica delle Arenarie di Scabiazza a loro volta passanti stratigraficamente al Flysch di M. Cassio (BRAGA, 1965; BONI *et al.*, 1971). Nella "Carta geologica 1:100.000 della prov. di Parma e zone limitrofe" (op. cit.) queste vengono indicate come "argille a palombini della media val Taro" e ascritte dubitativamente alla base del Cassio. In questa sezione vengono ascritte all'Unità Rocca Casali anche le Argille a Palombini (AP) affioranti a SW di M. Carameto che appaiono identiche sia da un punto di vista litologico sia per posizione strutturale alle precedenti; nella Carta appena citata queste vengono invece considerate come appartenenti ad Unità più interne (Argille a Palombini *Auct.*). Le analisi stratigrafiche in corso preciseranno l'età delle AP nei vari affioramenti e potranno dare un ulteriore contributo alla comprensione dell'assetto di questo complesso edificio strutturale.

Alle AP, di cui nell'area in oggetto è quasi sempre impossibile rilevare la giacitura, sono associate, con rapporti di natura incerta, delle "megabreccie" sedimentarie nelle quali sono mescolate, con proporzioni e taglia variabile localmente, blocchi di tutte le formazioni formanti la "suite ofiolitica" e la sua copertura sedimentaria: serpentiniti, basalti brecciati, diaspri, calcari a Calpionel-

le (Fig. 8).

I rapporti tra questa Unità e le soprastanti Arenarie di Scabiazza (AS) sono molto incerti a causa della eterogeneità della prima e della scarsità di affioramenti in entrambe; l'unico affioramento (strada Varsi-Bardi, qualche chilometro a monte di Ponte dei Lambertini) della superficie di contatto mostra un'antiforme a nucleo di AP ad assetto caotico fasciato da AS in giacitura rovesciata. L'andamento cartografico dei contatti sembra confermare la tettonizzazione, probabilmente polifasica, del primitivo contatto tettonico.

- L'Unità Cassio-Scabiazza è stata suddivisa in questo lavoro in due Elementi tettonici in quanto, nei settori interno ed intermedio dell'area in oggetto (rispettivamente sett. di M. Carameto e sett. di M. Lucchi) i due sono separati da un limite di natura tettonica. Nell'area esterna (sett. di M. Vidalto - M. Mezzano) invece i due Elementi sembrano sovrapporsi stratigraficamente e quindi rappresentare due termini di un'unica Unità stratigrafico-strutturale. In quest'area il Flysch di M. Cassio (FMC) mostra inoltre un cospicuo spessore (circa 1400 m, stimati cartograficamente), probabilmente il maggiore in tutto l'Appennino.

L'Elemento Scabiazza è formato dalle Arenarie di Scabiazza (AS), nome formazionale con cui è stata indicata in Val Trebbia la successione arenaceo-pelitica (BRAGA, 1965; BELLINZONA *et al.*, 1968; 1971) inglobante, secondo questi autori, sia argilliti rosse, sia puddinghe poligeniche ad elementi sedimentari e cristallini, che rappresenterebbe la base stratigrafica del FMC. Benché, come si vedrà in seguito, questa formazione presenti caratteristiche in parte diverse da quella dell'area studiata, al momento si è ritenuto opportuno mantenere la stessa denominazione già nota in letteratura.

Nell'area in oggetto, le AS sono formate da una successione torbiditica principalmente arenaceo-pelitica in cui, a causa della scarsità di affioramenti, è difficile stabilire la proporzione tra le due componenti; gli strati arenacei, prevalentemente in giacitura rovesciata, hanno spessore medio tra i 5 e i 10 cm, raramente maggiore, come nel caso di qualche strato con base arenacea laminata, spessa circa 10 cm, e tetto marnoso-siltoso con spessore

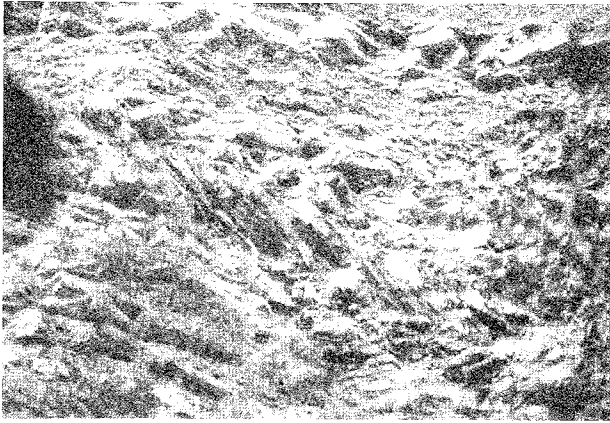


Fig. 7 - Pieghe minori congeneri della sinclinale di prima fase di M. Dosso, sviluppate nel fianco inverso.

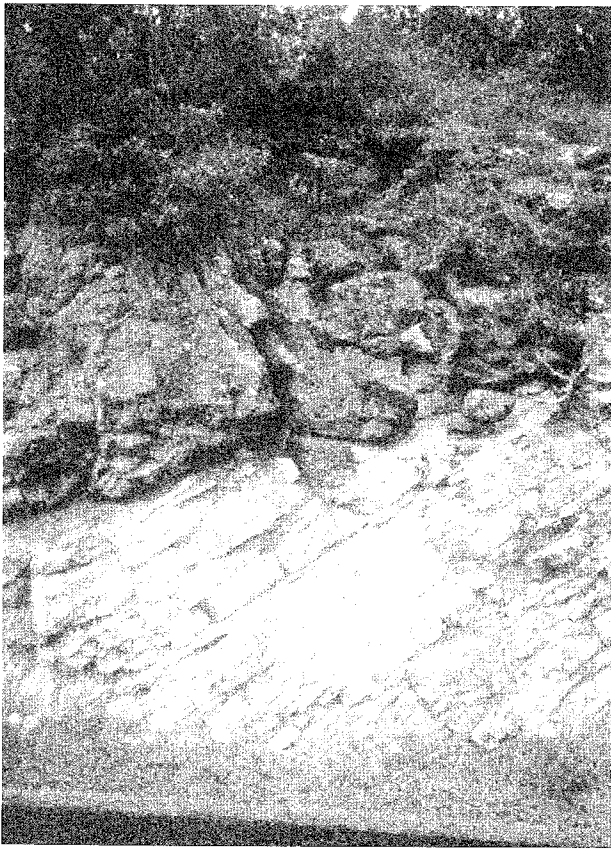


Fig. 8 - Particolare della superficie di contatto tra due grossi elementi di Calcarea a Calpionelle e di basalto inclusi nelle Argille a Palombini (U. Rocca Casali).

intorno ai 3-5 m.

L'associazione totale a nannofossili calcarei determinata da G. VILLA su campioni prelevati in alcune località dell'area, ha permesso di assegnare la formazione alla parte alta della zona a *Eiffellithus turriseiffelii* (CC9; PERCH NILSEN, 1985) del Cenomaniano, per la presenza di alcuni *Corollithion Kennedyi* e la mancanza di forme che evolvono dal Cretacico superiore. Questa età, pur non essendo automaticamente estendibile alla totalità della formazione per l'esiguo numero dei campioni esaminati, si discosta tuttavia nettamente da quella recentemente ottenuta con la stessa metodologia nelle Arenarie di Scabiazza della località tipo (Val Trebbia; GHISELLI *et al.*,

1991), dove, tuttavia, era stata attribuita al Cenomaniano-Turoniano sulla base delle microfaune a foraminiferi (SAMMES, 1963; BRAGA, 1965; BELLINZONA *et al.*, 1971).

L'età cenomaniana delle AS nell'area in oggetto si discosta anche da quella riconosciuta nelle Arenarie di Ostia (loc. tipo) attribuite, sulla base del nannoplancton calcareo, al Coniaciano sup. - Santoniano inf. (VILLA, 1991). Anche sulla base di questi nuovi dati biostratigrafici, oltre che per analogia litologica e di assetto strutturale, in questo lavoro sono stati attribuiti alle AS alcuni affioramenti ubicati a SW di M. Carameto che finora erano stati indicati come Arenarie di Ostia e attribuiti a Unità tettoniche più interne e più basse nell'edificio strutturale (Carta Geologica 1:100.000 della prov. di Parma e zone limitrofe, op.cit.).

Alcuni campioni di AS sono stati analizzati petrograficamente da A. DI GIULIO. La composizione caratterizza le AS come arenarie litiche; pur con una certa variabilità di proporzioni, i frammenti litici sono in maggioranza carbonati, di cui il 50% è rappresentato da dolomia; sono presenti inoltre calcari spongolitici, radiolariti, selci afanitiche; mancano i bioclasti.

L'Elemento Cassio, dove è completo (area di M. Vidalto - M. Mezzano) comprende, dal basso, un livello potente circa 15 m formato da due bancate conglomeratiche i cui clasti hanno dimensioni variabili da qualche millimetro a oltre 10 cm, sono arrotondati e mostrano una composizione assimilabile a quella delle AS precedentemente riportata. Questo livello è concordante con la base del soprastante Flysch di M. Cassio, con l'interposizione di un orizzonte di Argille Varicolori (AV) di spessore modesto (10-30 m), spesso laminato ma comunque praticamente continuo. Nelle AV sono a volte inclusi blocchi di una brecciola a clasti di sedimentario e cristallino a composizione assimilabile a quella dei Conglomerati dei Salti del Diavolo (CSD) della Val Baganza (ELTER *et al.*, 1966). La successione di base del Flysch di M. Cassio nell'area in oggetto è quindi parzialmente differente da quella rilevata a M. Cassio (Val Baganza) che comprende, al di sopra di Arenarie di Scabiazza, un orizzonte di AV nel quale sono comprese le bancate di Conglomerati dei Salti del Diavolo; questi ultimi potrebbero essere correlabili per posizione stratigrafica e composizione con i blocchi di brecciole rinvenuti nelle AV dell'area compresa nella sezione in oggetto: cambierebbero solo la quantità e la taglia dei clasti, entrambi ben più cospicui nei settori meridionali (Val Baganza).

Per il momento le AV non hanno fornito campioni fossiliferi, ed inoltre non esistono affioramenti che permettano di osservare la natura del contatto tra AS e l'orizzonte conglomeratico che, comunque sembrano geometricamente discordanti (le AS infatti, benchè male affioranti, sembrano più tettonizzate e spesso sono in giacitura rovesciata nelle immediate vicinanze del conglomerato in giacitura diritta). Per tutti questi motivi sembra possibile che l'intervallo di tempo compreso tra il Cenomaniano delle AS ed il Campaniano superiore della base del Flysch di M. Cassio (RIO *et al.*, 1983) sia materializzato da un'ampia lacuna stratigrafica localizzata in corrispondenza di una discordanza stratigrafica tra le AS e il livello conglomeratico.

Il Flysch di M. Cassio nell'area esaminata si presenta

in situazioni differenti dall'interno all'esterno sia per quanto riguarda i rapporti con il substrato sia per l'assetto strutturale. Nell'area di M. Carameto, che è la più interna, il flysch presenta uno spessore modesto (non più di 600 m) ed è piegato in un insieme di sinclinali ed anticlinali a cerniere acute e fianchi rettilinei (Fig. 9); gli assi di queste pieghe cambiano di direzione in modo apparentemente primario, da N170 nel settore occidentale a N100 in quello orientale (COSTA *et al.*, 1991) così testimoniando di una forte componente di taglio durante la nucleazione delle pieghe. Sempre in quest'area interna il flysch si sovrappone con un contatto tettonico nettamente discordante, sia all'Elemento Scabiazza, sia, nel settore sudoccidentale, all'Unità Rocca Casali; tra il FMC e il substrato mancano sia le AV sia l'orizzonte conglomeratico.

Anche nel settore intermedio di M. Lucchi il FMC è interessato da pieghe aventi la stessa geometria del settore più interno (Fig. 11), esso è inoltre in contatto tettonico con il substrato che è sempre rappresentato dall'Elemento



Fig. 9 - Anticlinale e sinclinale coricate asimmetriche del versante meridionale di M. Carameto (Val Ceno) corrispondente all'horse 3 di Fig. 12.

Scabiazza con l'interposizione di qualche scaglia di AV; lo spessore del FMC in quest'area è difficilmente valutabile a causa della scarsità di affioramenti e dell'intensa tettonizzazione, ma non dovrebbe raggiungere gli 800 m. Alla parte esterna di questa placca di flysch si sovrappone, con un contatto tettonico marcato da AV e immergente a NE, un piccolo elemento tettonico del medesimo flysch strutturato a sinclinale, tagliato dal contatto di base ora a livello del fianco rovescio, ora di quello diritto (Fig. 6).

Nell'area esterna invece il FMC, come già anticipato, ha una potenza considerevole (stimata intorno ai 1400), alla sua base affiorano sia le AV che il livello conglomeratico in modo praticamente continuo e, pur con qualche blanda flessura, è strutturato a monoclinale immergente verso la pianura (Fig. 6).

In un contesto di tettonica appennino-vergente le diverse situazioni sopra descritte per gli Elementi Cassio e Scabiazza potrebbero essere spiegate con una struttura di tipo "foreland dipping duplex" in cui il floor thrust (FT) tagliava la successione Scabiazza-Cassio "up sequence" (Fig. 12). In questo contesto l'area attualmente più esterna (horse 1 di Fig. 12) rappresentava l'originario settore interno in cui il FT passava probabilmente nelle AS; l'attuale settore di M. Lucchi (horse 2 di Fig. 12) si collocava originariamente all'esterno del precedente con il FT che saliva probabilmente nella zona di

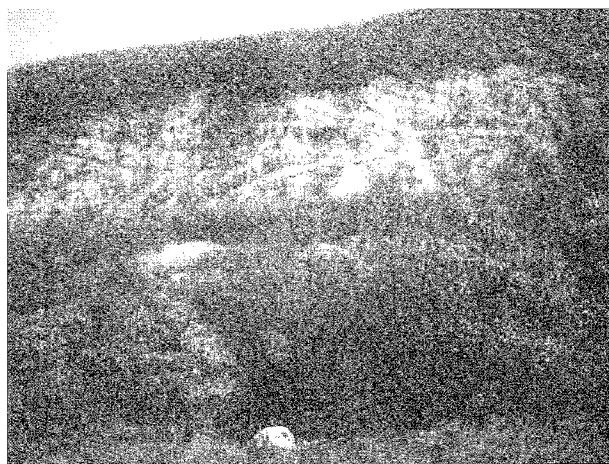


Fig. 10 - Sinclinale coricata del versante sudoccidentale di M. Lucchi (Val d'Arda) corrispondente a parte dell'horse 2 di Fig. 12.

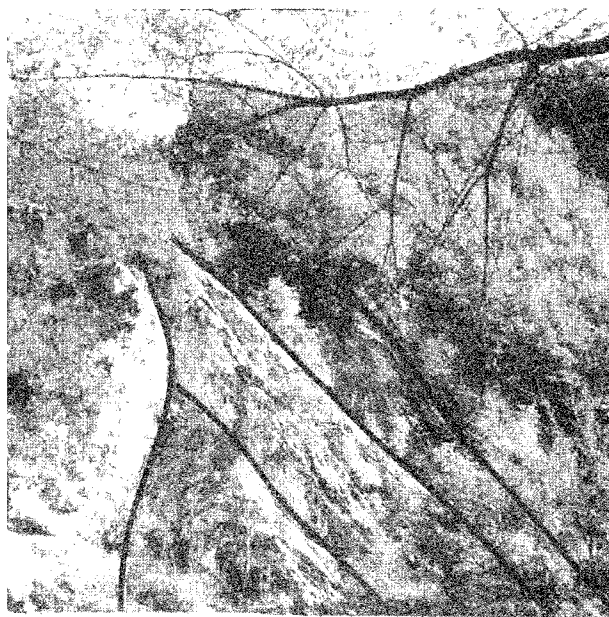


Fig. 11 - Antiforme di seconda fase nel fianco inverso della sinclinale di M. Dosso; le linee nere indicano la traccia di faglie sinistre congeneri dell'antiforme.

contatto tra AV e FMC. L'area attualmente più interna di M. Carameto (horse 3 di Fig. 12) doveva rappresentare il settore originariamente più esterno in cui il FT saliva probabilmente all'interno del FMC. Questa ricostruzione renderebbe conto anche della tettonizzazione decrescente dall'interno all'esterno e della forte componente di taglio registrata dalle strutture in quanto i settori 2 e 3 sarebbero stati sovrascorsi dal settore 1. È da sottolineare come le pieghe, forse legate ad uno stadio precoce della stessa fase, precedano tuttavia i thrusts, i quali le tagliano con geometrie da "fuori sequenza".

CRONOLOGIA RELATIVA DEGLI EVENTI DEFORMATIVI

Mancando per il momento i dati stratigrafici e strutturali relativi ai rapporti tra l'edificio liguride e il substrato

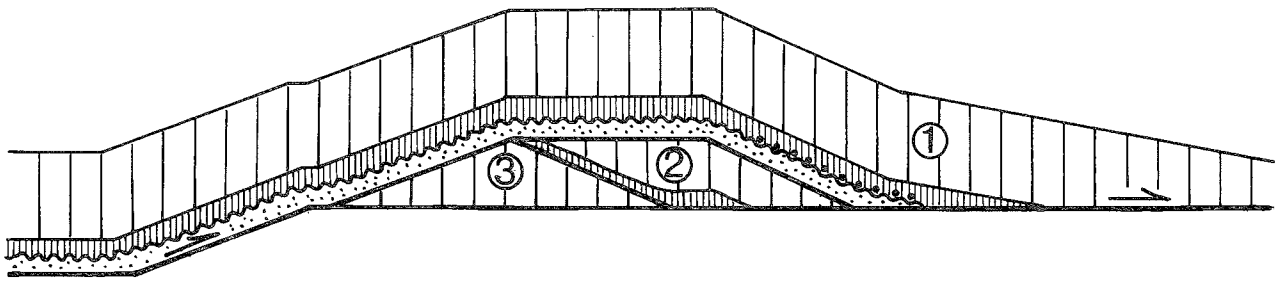


Fig. 12 - Schema dell'ipotetica evoluzione tettonica dell'Elemento Cassio nell'area esaminata: l'horse 1, originariamente più interno, rappresenterebbe attualmente il settore più esterno e meno tettonizzato di M. Vidalto - M. Mezzano; l'horse 2, originariamente intermedio, rappresenterebbe l'attuale settore di M. Lucchi, le cui strutture sono visibili in Fig. 10; l'horse 3, originariamente il più esterno, rappresenterebbe il settore attualmente più sudoccidentale di M. Carameto il cui assetto strutturale è visibile in Fig. 9. Ulteriori spiegazioni nel testo.

to padano è stato possibile solamente assegnare un ordine cronologico relativo alle varie strutture rilevate.

Le pieghe a piano assiale orizzontale descritte sia nel FMC che nell'Unità Dosso hanno caratteristiche geometriche e meccaniche tali da poter essere imputate ad una fase precoce, la prima rilevabile nell'edificio strutturale; probabilmente anche le pieghe nell'Unità Bettola sono imputabili alla stessa fase ma i pessimi affioramenti dell'area non permettono considerazioni più precise. Analogamente il contatto tettonico tra l'Unità Rocca Casali e l'Elemento Scabiazza appare piuttosto precoce in quanto risulta successivamente piegato probabilmente in più fasi.

Per le caratteristiche geometriche e meccaniche queste strutture sono dubitativamente ascritte ad una o più fasi sviluppatesi in un contesto di accrezione "oceanica" cretaceo-paleogenica.

Il contatto tettonico tra l'Unità Bettola e L'Unità Rocca Casali è invece successivo in quanto sembra interessato solo dall'ultima fase chiaramente rilevabile nell'area. Questa ha interessato tutto l'edificio e presenta evidenze a tutte le scale:

a - nel fianco inverso della sinclinale dell'Unità Dosso essa provoca delle sinformi e antiformenti decametriche a piano assiale verticale a direzione assiale N70 affiancate da faglie sinistre a direzione N40 (Fig. 11);

b - nell'edificio strutturale questa fase si evidenzia con la giustapposizione dell'Unità Bettola all'Elemento Cassio tramite una faglia sinistra sempre a direzione N40 (area compresa tra il M. S. Cristina e il M. Dosso, Val Ceno);

c - le antiformenti che fanno affiorare in finestra le unità più basse (U. Dosso e U. Rocca Casali) nei settori nordoccidentale (Morfasso, Val d'Arda) e sudorientale (M. Dosso, Val Ceno) (Fig. 5) sono imputabili a questa stessa fase; d - essa potrebbe essere responsabile della formazione di faglie destre a direzione circa NW-SE, una delle quali è ben visibile nelle brecce di M. Cornale, che probabilmente dislocano gli originari rapporti tra la placca interna e quella intermedia dell'Elemento Cassio e sembrano prolungarsi fino in Val Ceno.

L'Elemento Cassio (U. Cassio - Scabiazza), il più alto dell'edificio strutturale attualmente affiorante, sembra non aver registrato al suo interno questa fase; le spiegazioni possono essere due: gli sforzi sono stati "assorbiti" dall'unità sottostante fortemente eterogenea ed a componente prevalentemente pelitica (U. Rocca Casali) oppure l'Elemento Cassio non era ancora nella posizione che attualmente occupa nell'edificio strutturale, pur essendo

già tettonizzato al suo interno.

Questa seconda possibilità implicherebbe che le faglie che sembrano coinvolgere anche l'Elemento Cassio, attribuite ai punti b e d a questa stessa fase, sarebbero invece successive.

Tralasciando per il momento i problemi relativi all'Elemento Cassio, in attesa che le analisi strutturali attualmente in corso possano chiarirne gli aspetti più problematici, si può pensare che l'ultima fase tettonica rilevata nell'area si sia realizzata quando l'edificio ligure aveva già sovrascorso le Unità toscane e probabilmente era in parte traslato sugli elementi umbri del settore padano adriatico.

BIBLIOGRAFIA

ABBATE E. (1969) - *Geologia delle Cinque Terre e dell'entroterra di Levante (Liguria orientale)*. Mem. Soc. Geol. It., **8**, 923-1014.

ABBATE E. & BORTOLOTTI V. (1961) - *Tentativo di interpretazione dei livelli di "Argille Scagliose" intercalati nella parte alta del Macigno lungo l'allineamento M. Prado - Chianti (Appennino settentrionale) mediante colate sottomarine*. Boll. Soc. Geol. It., **80**, 335-342.

ABBATE E. & BRUNI P. (1987) - *Modino-Cervarola o Modino e Cervarola? Torbiditi oligo-mioceniche ed evoluzione del margine nord-appenninico*. Mem. Soc. Geol. It., **39**, 19-33.

BELLINZONA G., BONI A., BRAGA G., CASNEDI R. & MARCHETTI G. (1968) - *Carta geologica della "Finestra di Bobbio"* Atti Ist. Geol. Univ. Pavia, **19**.

BELLINZONA G., BONI A., BRAGA G. & MARCHETTI G. (1971) - *Note illustrative della Carta Geologica d'Italia, F. 71 Voghera*.

BONI A., BRAGA G., GELATI R., LAURERI S., PAPANI G., PETRUCCI F. & VENZO S. (1971) - *Note illustrative della Carta geologica d'Italia, F. 72 Fiorenzuola d'Arda*.

BRAGA G. (1965) - *Geologia delle valli Nure e Perino (Appennino piacentino)*. Atti Ist. Geol. Univ. Pavia, **17**, 1-49.

Carta Geologica d'Italia F. 72 Fiorenzuola d'Arda

Carta Geologica della Prov. di Parma e zone limitrofe (1:100.000) (1966). L.A.C. Firenze.

- CHICCHI S. & PLESI G. (1988) - *Le Unità tettoniche dell'Alpe di Succiso (Appennino reggiano) e i loro rapporti geometrici*. Boll. Soc. Geol. It., **107**, 513-530.
- CHICCHI S. & PLESI G. (1991) - *Il Complesso di M. Modino - M. Cervarola nell'alto Appennino emiliano (tra il P.sso di Lagastrello e il M. Cimone) e i suoi rapporti con la Falda toscana, L'Unità di Canetolo e le Liguridi*. Mem. Descr. Carta Geol. d'It., **XLVI**, 139-163.
- COSTA E. (1987) - *La struttura di M. Zuccone (alta Val Taro, prov. di Parma): analisi preliminare*. Mem. Soc. Geol. It., **39**, 57-67.
- COSTA E., DI GIULIO A. & VILLA G. (1989) - *La finestra tettonica di M. Zuccone (Appennino settentrionale): rilevamento, petrografia delle arenarie e biostratigrafia*. Atti Tic. Sc. Terra, **32**, 175-190.
- COSTA E. & ODDONE F. (1991) - *Scaled deformation models and Northern Apennines Structures: a comparison attempt*. Boll. Soc. Geol. It., **110**, 441-449.
- COSTA E., DE NARDO M.T., MATTIOLI A. & RONCHI P. (1991) - *Evoluzione tettonica delle Liguridi: le strutture di M. Carameto e M. Dosso (Val Ceno, prov. di Parma)*. Mem. Descr. Carta Geol. d'It. **XLVI**, 375-385.
- COSTA E., DI GIULIO A., NEGRI A. & PLESI G. (1991) - *CROP03: settore compreso tra Castiglion Fiorentino e Bocca Trabaria. nuovi dati biostratigrafici, petrografici e strutturali*. Studi Geologici Camerti, Volume speciale **1991/1**, 217-234.
- COSTA E., DI GIULIO A., PLESI G. & VILLA G. - *Caratteri biostratigrafici e petrografici del Macigno lungo la trasversale Cinque Terre - Val Gordana - M. Sillara (Appennino settentrionale): implicazioni sull'evoluzione tettono-sedimentaria*. Studi Geologici Camerti, Volume speciale CROP 1-1A, **1992/2**, 229-248.
- DIXON J.M. & LIU S. (1992) - *Centrifuge modelling of the propagation of thrust faults*. In: McCLAY (Ed.), *Thrust Tectonics*, 53-69.
- ELTER G., ELTER P., STURANI C. & WEIDMANN M. (1966) - *Sur la prolongation du domaine de l'Apennin dans le Monferrat et les Alpes et sur l'origine de la Nappe de la Simme s.l. des Prealpes romandes et chablaisiennes*. Arch. Soc. Phys. Nat., Genève, **19**, 279-377.
- ELTER P. & MARRONI M. (1991) - *Le Unità Liguri dell'Appennino settentrionale: sintesi dei dati e nuove interpretazioni*. Mem. Descr. Carta Geol. d'It., **XLVI**, 121-138.
- FERRINI G., LAZZARI D., PANDELI E. & VALLONI R. - *Depositional facies and petrography of the Macigno Formation from the Abetone to the Monti del Chianti areas (Northern Apennines)*. Mem. Soc. Geol. It., in stampa.
- GHISELLI F., OTTRIA G. & PERILLI N. (1991) - *Nuovi dati biostratigrafici sulle Arenarie di Scabiazza in base ai nannofossili calcarei (Val Trebbia, App.sett.)*. Atti Tic. Sc. Terra, **34**, 75-84.
- MALESANI P.G. (1966) - *Ricerche sulle arenarie: (XV) l'Arenaria Superiore*. Rend. Soc. Min. It., **22**, 113-173.
- MARTINI G. & PLESI G., (1988) - *Scaglie tettoniche divelte dal complesso di M. Modino e trascinate alla base delle Unità Subligure e Ligure: gli esempi del M. Ventasso e del M. Cisa (Appennino reggiano)*. Boll. Soc. Geol. It., **107**, 171-191.
- ODDONE F. & COSTA E. - *Relationships between strike-slip movement and fold trends in thin-skinned tectonics. Analogue models*. Tectonophysics, Special Issue on Salt Tectonics, in stampa.
- PERCH-NIELSEN K. (1985) - *Mesozoic calcareous nannofossils*. In "Plankton Stratigraphy", Cambridge University Press, 329-426.
- RIO D. & ARCHILLI M. (1980) - *Osservazioni sull'età del Flysch di M. Dosso (Appennino sett., prov. di Parma)*. Paleont. Strat. ed Evoluzione, quaderno n°1.
- RIO D., VILLA G. & CANTADORI M. (1983) - *Nannofossil dating of Helminthoid flysch units in the Northern Apennines*. Giornale di Geologia, **XLV**, 1, 57-86.
- RIO D. (1987) - *Età ed osservazioni litostratigrafiche sui flysch di tipo "Alberese 2" dell'Appennino parmense*. "La geologia del versante padano dell'Appennino settentrionale". Abstracts.
- SAMES C.W. (1963) - *Beitrag zur Gliederung der Kreideflysch zwischen Bobbio und Berceto in Nordapennin (Italian)*. Geol. Jb., **81**, 481-518.
- VILLA G. (1991) - *Biostratigrafia a nannofossili calcarei delle Arenarie di Ostia nella località tipo e nella zona di Berceto (prov. Parma)*. Mem. Descr. Carta Geol. d'It., **XLVI**, 433-443.
- VALLONI R. & ZUFFA G. (1984) - *Provenance changes for arenaceous formations of the Northern Apennines, Italy*. Geol. Soc. Am. Bull., **95**, 1035-1039.

