

# EVOLUZIONE STRUTTURALE NEOGENICO-QUATERNARIA DELL'APPENNINO UMBRO-MARCHIGIANO

F. CALAMITA\* & G. DEIANA\*

## INTRODUZIONE

L'Appennino umbro-marchigiano costituisce il settore meridionale piú esterno dell'arco, a convessità nord-orientale, dell'Appennino settentrionale. Quest'ultimo è un esempio di catena a *thrusts* costruita a partire dall'Oligocene superiore, dopo la chiusura cretaceo-eocenica del bacino ligure-piemontese (ABBATE ed altri 1976; BOCCALETTI, 1977), a spese del paleomargine africano assottigliato dalla distensione giurassica. Essa si realizza per progressiva migrazione verso NE di un complesso sistema catena-avanfossa (BOCCALETTI ed altri, 1986; in stampa), al quale segue, a partire dal Miocene medio (inizio dell'apertura tirrenica) un'onda estensionale.

Il *Macigno del Chianti* (Oligocene superiore-Aquitaniense), quello del *Cervarola* (Aquitaniense-Burdigaliano), la *Formazione marnoso-arenacea* (Burdigaliano p.p.-Tortoniano inferiore) e la *Formazione della Laga* (Messiniano-Pliocene inferiore) rappresentano il riempimento dell'avanfossa suddetta e ne testimoniano la migrazione verso l'esterno, sul fronte di settori sempre piú giovani della catena.

La tetto-genesi della nostra area inizia nel Tortoniano in concomitanza di un importante evento tettonico che ha la massima espressione piú ad occidente, dove il dominio toscano si accavalla su quello umbro.

La fascia marchigiana interna, ubicata in questo momento sul fronte della catena, non costituisce una vera e propria avanfossa, ma piuttosto una depressione fortemente articolata con sviluppo di piccoli e indipendenti bacini torbiditici, organizzati parallelamente alla catena stessa ("bacini minori intrappenninici"; vedi RICCI LUCCHI, 1975).

L'avanfossa propriamente detta ricomincia a delinarsi durante il Messiniano (Fig. 38A) migrando nella fascia marchigiana esterna (*Formazione della Laga*) e trova il suo massimo sviluppo nel Pliocene inferiore, quando costituisce un tratto della complessa avanfossa estesa sul fronte di tutta la catena appenninica (Fig. 38B).

Verso la fine del Pliocene inferiore l'intera area umbro-marchigiana è trasformata in una *thrust-belt* che completa verso sud e verso l'esterno l'arco dell'Appennino settentrionale (Fig. 38C). In essa il settore piú studiato dal punto di vista strutturale è quello montuoso, corrispondente all'"Appennino calcareo umbro-marchigiano-sabino", al quale si fa precipuo riferimento in questo lavoro. Il suo tipico andamento rappresenta una locale accentuazione della curvatura nell'ambito della generale forma arcuata.

Tale andamento è descritto dagli assi delle strutture plicative (che hanno direzione N 140 nel settore settentrionale e ruotano verso sud fino a N 180), ma soprattutto dall'andamento dei *thrusts*, solo in parte

paralleli alle strutture plicative stesse (Fig. 39). Esso è stato diversamente interpretato dagli Autori in relazione anche alle diverse e talora contrastanti vedute sul significato strutturale della "linea Ancona-Anzio", interpretata di volta in volta come manifestazione nella copertura di una faglia trascorrente e/o transpressiva profonda, oppure solo come una complessa struttura di accavallamento (MERLA, 1951; SCARSELLA, 1951; DALLAN NARDI ed altri, 1971; CASTELLARIN ed altri, 1978; BOCCALETTI ed altri, 1983; LAVECCHIA, 1985).

Durante il Pliocene medio-superiore la distensione, legata all'avanzamento del fronte estensionale tirrenico, comincia ad interessare il settore piú interno dell'Appennino umbro-marchigiano, mentre i principali fronti compressivi sono ubicati almeno in parte nella fascia marchigiana esterna.

Nel Pleistocene inferiore-medio l'attività distensiva interessa ormai tutta l'area, con la massima intensità nella fascia appenninica p.d.; i fronti compressivi sono probabilmente ubicati nell'Adriatico.

## ANALISI STRUTTURALE

L'Appennino umbro-marchigiano è un esempio di catena costruita principalmente per *thrust-faults* (a geometria *flat-ramp-flat*) di un *multilayer* sedimentario a forte contrasto di competenza (Figg. 39-40). Questo comprende, alla base, un potente (circa 800 m) complesso calcareo, massivo (*Calcare massiccio* del Lias inferiore, di ambiente di piattaforma carbonatica), cui segue, per uno spessore di circa 1400 m, una successione pelagica (Lias medio - Miocene inferiore-medio) di calcari, calcari marnosi, calcari selciferi e marne stratificati. Eteropie di *facies*, con sensibili variazioni dello spessore, si rinvengono a livello del Giurassico.

Sopra questa successione si hanno i depositi torbiditici silico-clastici suddetti (con spessori talora rilevanti: 2000 o 3000 m) via via piú recenti verso l'esterno.

Tra la copertura e il sottostante basamento cristallino è interposto un livello di evaporiti triassiche (*Anidriti di Burano* rinvenute nei sondaggi dell'AGIP: Pozzi Burano 1 e Fossombrone 1).

L'elemento strutturale principale dell'Appennino umbro-marchigiano è rappresentato dai *thrusts* (CALAMITA & DEIANA, in stampa). Certamente il piú noto è quello dei M. Sibillini che, verso sud, si raccorda con il sovrascorrimento della "linea Ancona-Anzio" e prosegue a nord, in gran parte mascherato dai *back-thrusts* (CALAMITA, in stampa)<sup>(1)</sup> (Figg. 39, 41 e 42), fino a

<sup>(1)</sup>Si tratta di un nuovo importante elemento strutturale dell'Appennino umbro-marchigiano. Esso è dato da *thrusts* a vergenza occidentale, geneticamente connessi ai *thrusts* frontali (al limite con l'avanfossa) della catena in evoluzione, sebbene a questi subordinati. Il loro studio è ancora agli inizi, ma è già evidente il loro ruolo nel mascherare il tratto settentrionale (a nord del Chienti) del "thrust dei Monti Sibillini".

\*Dipartimento di Scienze della Terra - Università degli Studi di Camerino.

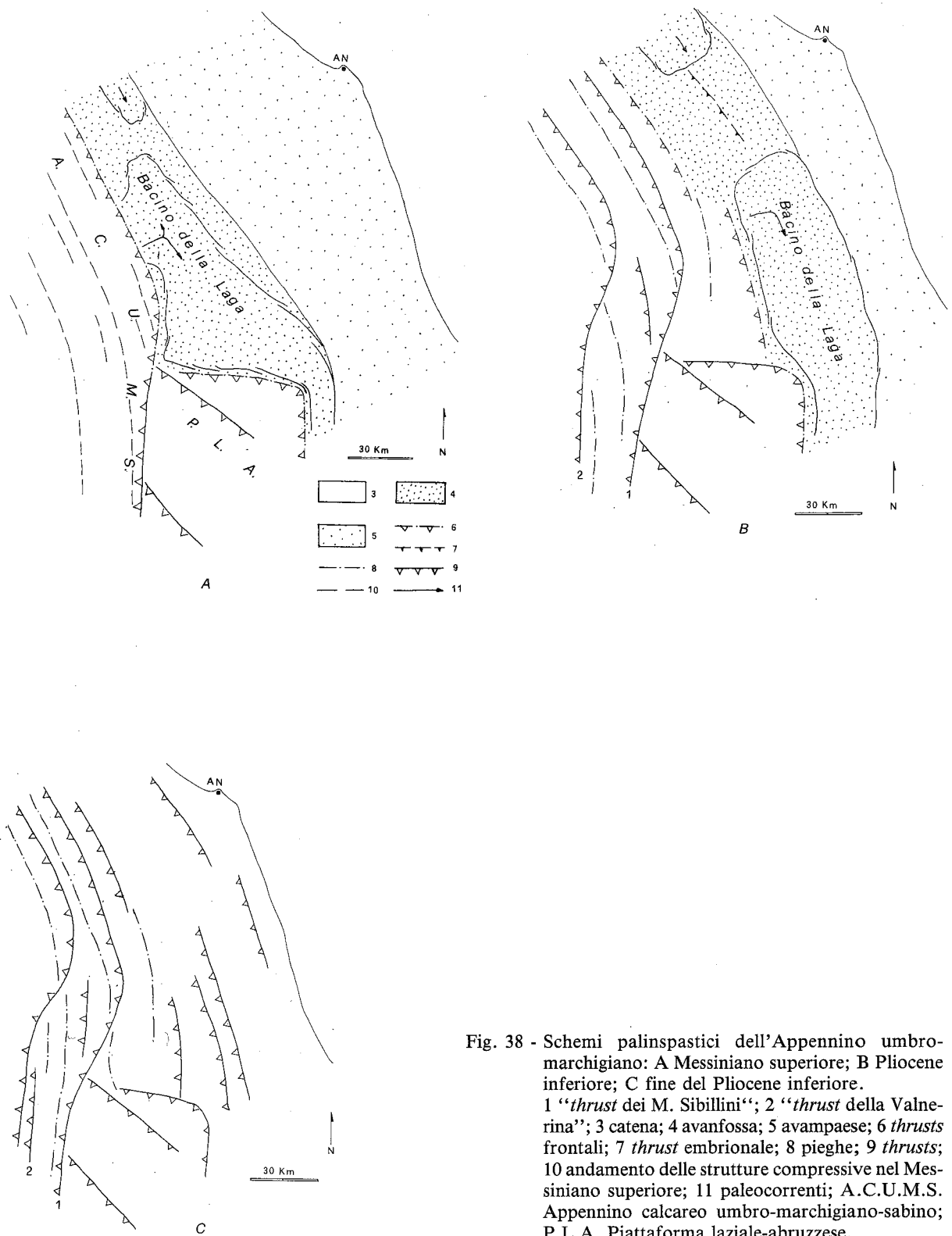
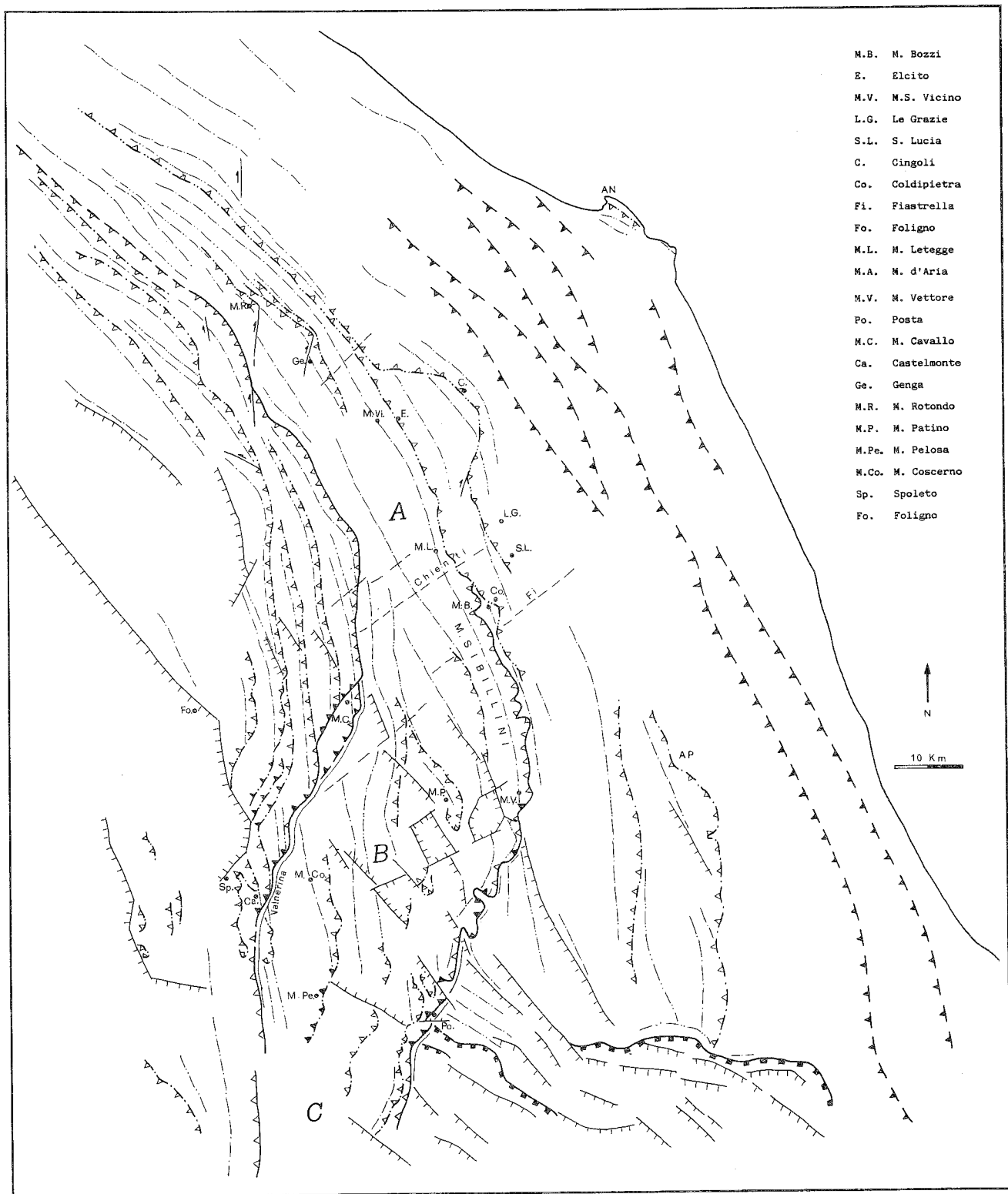


Fig. 38 - Schemi palinspastici dell'Appennino umbro-marchigiano: A Messiniano superiore; B Pliocene inferiore; C fine del Pliocene inferiore. 1 "thrust dei M. Sibillini"; 2 "thrust della Valnerina"; 3 catena; 4 avanfossa; 5 avampaese; 6 thrusts frontali; 7 thrust embrionale; 8 pieghe; 9 thrusts; 10 andamento delle strutture compressive nel Messiniano superiore; 11 paleocorrenti; A.C.U.M.S. Appennino calcareo umbro-marchigiano-sabino; P.L.A. Piattaforma laziale-abruzzese.



- M.B. M. Bozzi
- E. Elcito
- M.V. M.S. Vicino
- L.G. Le Grazie
- S.L. S. Lucia
- C. Cingoli
- Co. Coldipietra
- Fi. Fiastrella
- Fo. Foligno
- M.L. M. Letegge
- M.A. M. d'Aria
- M.V. M. Vettore
- Po. Posta
- M.C. M. Cavallo
- Ca. Castelmonte
- Ge. Genga
- M.R. M. Rotondo
- M.P. M. Patino
- M.Pe. M. Pelosa
- M.Co. M. Coscerno
- Sp. Spoleto
- Fo. Foligno

- 1
- 2
- 2a
- 3a
- 3b
- 4a
- 4b
- 5
- 6
- 7
- 8
- 9
- 10

Fig. 39 - Carta strutturale dell'Appennino umbro-marchigiano (leggermente modificata da CALAMITA & DEIANA, in stampa).  
 1 Assi di anticlinali; 2 assi di sinclinali; 2a andamento assiale delle minori strutture plicative; 3 *thrusts* principali: a) inversi e inversi-transpressivi, b) trascorrenti e trascorrenti-transpressivi; 4 *thrusts* minori: a) inversi e inversi-transpressivi, b) trascorrenti e trascorrenti-transpressivi; 5 *back-thrusts*; 6 *thrusts* esterni sepolti; 7 fronte della Piattaforma laziale-abruzzese; 8 motivi transpressivi; 9 faglie dirette; 10 andamento di faglie mesostrutturali trascorrenti e di *extension joints*.

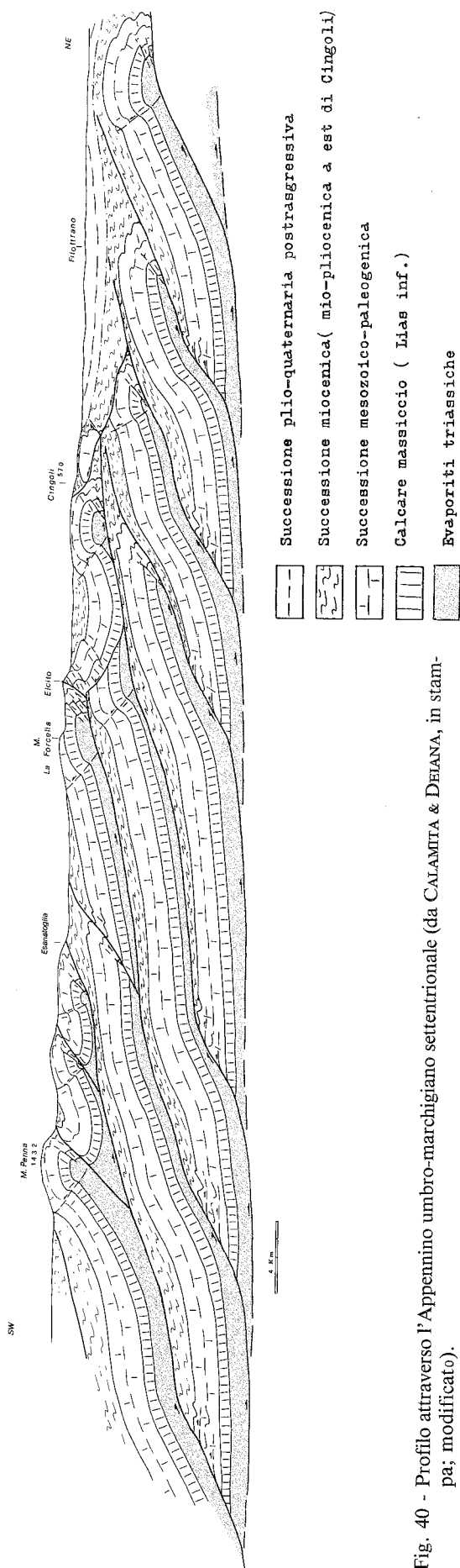


Fig. 40 - Profilo attraverso l'Appennino umbro-marchigiano settentrionale (da CALAMITA & DEIANA, in stampa; modificato).

congiungersi con il fronte del margine appenninico-padano. Esso realizza l'avanscorrimiento di una grossa unità tettonica (costituita dall' "Appennino calcareo umbro-marchigiano-sabino") sugli elementi più esterni rappresentati dal "dominio marchigiano-abruzzese" e dalla "Piattaforma laziale-abruzzese". Quest'ultima è a sua volta accavallata sul primo elemento (Figg. 39 e 43).

La suddetta unità è a sua volta suddivisa in due unità minori da un altro importante *thrust* più interno, ad andamento subparallelo al precedente (" *thrust* della Valnerina"). Esso, verso nord, limitata ad oriente il complesso sistema a pieghe (con tipica disposizione *en échelon*) dell'anticlinorio interno e a sud corre, per un tratto, parallelamente alla Valnerina (Fig. 39).

I due *thrusts* sono caratterizzati da una complessa geometria e cinematica. Nel loro tratto settentrionale (settore A), a direzione appenninica (N140-N160), il movimento è prevalentemente di *dip-slip*, ma anche inverso-transpressivo destro. Nel tratto compreso tra il M. Vettore e Posta per il *thrust* più esterno e nel tratto tra M. Cavallo e Castelmonte per quello della Valnerina (settore B), i fronti hanno un'apparente direzione N20-N30, la quale è in realtà l'inviluppo di contigui segmenti a diversa orientazione (Fig. 44): N-S o N10 (inversi-transpressivi) e N40-N80 (trascorrenti e trascorrenti-transpressivi a basso angolo). Più a sud (settore C) i due *thrusts* mostrano andamento circa N-S e movimenti prossimi al *dip-slip* (SALVINI & VITTORI, 1982).

Un altro importante elemento strutturale è dato dalle pieghe di tipo concentrico, in genere parallele all'andamento dei *thrusts*, ma interrotte e riorientate dai segmenti trascorrenti e trascorrenti-transpressivi del settore B. Esse fino ad oggi sono state considerate il principale motivo strutturale, soprattutto per quanto riguarda l'Appennino umbro-marchigiano settentrionale.

Nell'ambito delle due minori unità individuate dal *thrust* più interno si riconoscono numerosi elementi strutturali di significato locale. Nella porzione settentrionale (settore A) questi sono rappresentati da *shear zones* principalmente trascorrenti-transpressive, subordinatamente inverse-transpressive (N10 ± 10 destre e N100 ± 10 sinistre). Queste talora caratterizzano importanti faglie passanti a motivi inversi ad andamento appenninico ed a questi ultimi geneticamente connesse (strutture di Genga e M. Rotondo in CALAMITA ed altri, in stampa). Tali associazioni strutturali (ubiccate in corrispondenza di un brusco cambiamento di direzione delle macrostrutture compressive) si caratterizzano per una diminuzione dei rigetti allontanandosi dal punto di sostituzione tra l'elemento trascorrente-transpressivo e quello inverso. Le faglie trascorrenti-transpressive N10 ± 10 destre e N100 ± 10 sinistre costituiscono spesso la riattivazione di strutture giurassiche.

Nella porzione meridionale (settori B e C) gli elementi strutturali minori sono rappresentati da *thrusts* che verso nord passano ad *upthrusts*, talora fino a radicarsi (es. *thrust* di M. Patino, quello di M. Pelosa-M. Coscerno ed i *thrusts* più interni di Spoleto-Foligno).

Degli elementi più esterni, ancora poco conosciuti dal punto di vista strutturale, il "dominio marchigiano-abruzzese" è caratterizzato da strutture compressive (pieghe e *thrusts*) affioranti e sepolte, a curvatura

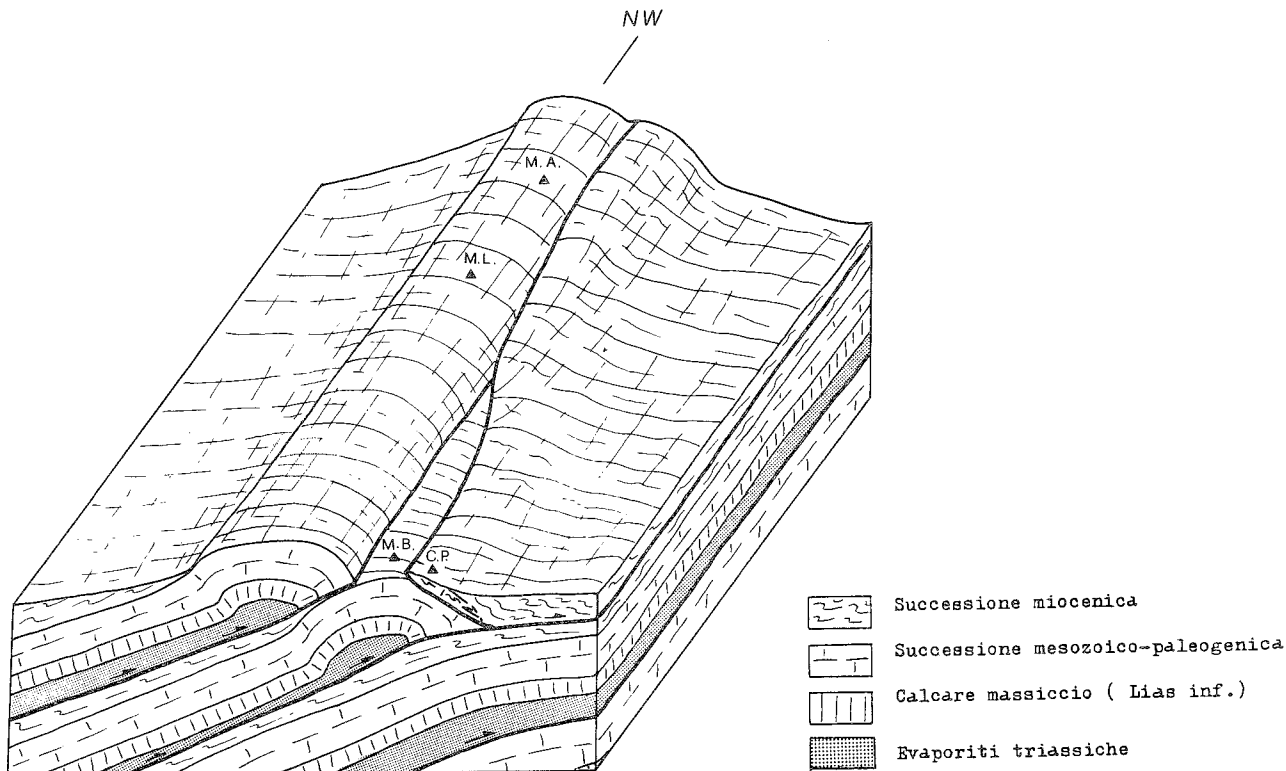


Fig. 41 - Blocco-diagramma mostrante la relazione tra *thrust* e *back-thrust* e l'effetto di "sutura" da parte di quest'ultimo sul *thrust* dei M. Sibillini a nord del Chienti (da CALAMITA, in stampa).  
M.B. Monte Bozzi; C.P. Coldipietra; M.L. Monte Letegge; M.A. Monte d'Aria.

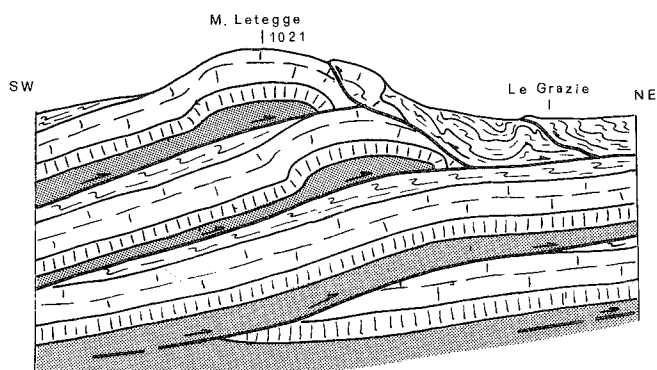


Fig. 42 - Schema fuori scala dei rapporti tra *thrust* e *back-thrust* in una sezione trasversale all'altezza di M. Letegge (da CALAMITA, in stampa).

meno accentuata rispetto a quella delle strutture compressive più interne. Esso rappresenta l'unità tettonica inferiore sulla quale è accavallata anche la "Piattaforma carbonatica laziale-abruzzese" lungo un fronte costituito da un segmento N-S e da un segmento E-W. Lungo quest'ultimo la Piattaforma è traslata verso settentrione (Fig. 43).

Un ulteriore, frequente motivo strutturale, è dato dalle cosiddette "linee trasversali" di direzione N 50-70. L'esistenza di queste linee è evidenziata da importanti elementi sedimentari. Esse infatti costituiscono le vie di trasporto dei materiali torbiditici verso l'avanfossa; in quest'ultima, inoltre, individuano aree a diversa evoluzione sedimentaria. Dal punto di vista strutturale si tratta principalmente di elementi mesostrutturali rap-

presentati da: a) faglie trascorrenti sinistre (anche destre a sud della valle del Chienti) che tagliano le strutture plicative e di taglio inverso; b) faglie inverse; c) *extension joints* a diversa scala e vene di estensione, caratterizzanti il settore centro-settentrionale. Subordinatamente esse corrispondono a faglie normali o transensive che costituiscono spesso la riattivazione dei suddetti elementi trascorrenti.

Inoltre si riconoscono motivi disgiuntivi trascorrenti N 140-150, principalmente a carattere mesostrutturale, destri (ed anche sinistri a sud della valle del Chienti).

Un ultimo elemento è dato dalle faglie dirette appenniniche legate alla distensione che, come si è detto, ha interessato, a partire dal Pliocene medio-superiore l'Appennino umbro-marchigiano; queste faglie, assieme a quelle trasversali N 50-70, determinano le note depressioni tettoniche di Norcia, Cascia, Castelluccio, Leonessa, Colfiorito, ecc.

## CONSIDERAZIONI GEODINAMICHE

La catena appenninica umbro-marchigiano-abruzzese si è costruita, durante il Miocene superiore-Pliocene, per *thrusting* (principalmente verso NE) di unità strutturali rappresentate dall'"Appennino calcareo umbro-marchigiano-sabino", dalla "Piattaforma laziale-abruzzese" e dal "dominio marchigiano-abruzzese" (Fig. 43).

I *thrusts* hanno geometria e cinematica complesse (Fig. 39) in relazione sia al condizionamento esercitato dalle discontinuità preesistenti (ad es. le importanti

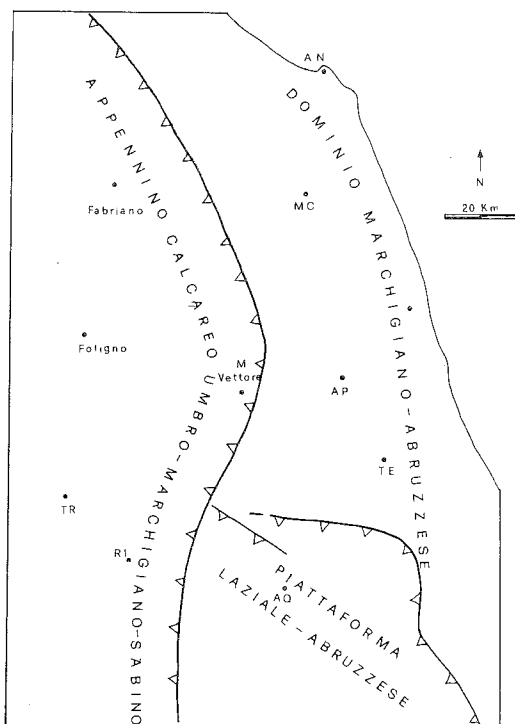


Fig. 43 - Schema delle principali unità tettoniche dell'Appennino umbro-marchigiano-abruzzese (da CALAMITA & DEIANA, in stampa).

discontinuità giurassiche che limitavano la "Piattaforma laziale-abruzzese" dalle aree di bacino), sia alla complessità della situazione geodinamica in cui essi evolvono. Inoltre la presenza stessa della "Piattaforma laziale-abruzzese", quale elemento dotato di maggiore inerzia al *thrusting*, ha determinato un avanscorrimento differenziale, via via minore verso sud, per l'unità più interna, ("Appennino calcareo umbro-marchigiano-sabino") lungo il "thrust dei M. Sibillini". Pertanto nel tratto settentrionale, ad andamento appenninico, di questo ultimo, si è avuta una maggiore entità di sovrascorrimento rispetto al tratto del *thrust* posto ad ovest della Piattaforma. I due tratti in parola sono tra loro raccordati da uno intermedio, il quale costituisce, nell'insieme, una complessa zona di *tear-fault* (Fig. 44).

Analogo significato ha il più interno "thrust della Valnerina" nell'ambito dell'unità dell' "Appennino calcareo umbro-marchigiano-sabino".

La marcata arcuatura di quest'ultimo è in relazione alla suddetta cinematica differenziale<sup>(2)</sup>.

Anche la meno accentuata forma arcuata delle strutture del "dominio marchigiano-abruzzese" è forse connessa con avanscorrimenti differenziali su *thrusts* più esterni, ubicati in parte nell'Adriatico.

I *thrusts* secondari presenti nella porzione meridionale (settori B e C) dell'Appennino umbro-marchigiano-sabino vanno visti come strutture che realizzano un intenso raccorciamento locale, necessario a compensare il minore avanscorrimento generale di questa porzione. Le associazioni strutturali del settore set-

<sup>(2)</sup>In questo quadro, la direzione del trasporto tettonico (verso est) che caratterizza il settore meridionale dell'Appennino umbro-marchigiano-sabino, può essere interpretata come una locale rifrazione del generale *thrusting* verso NE.

tentrionale (A) sono invece dovute allo sviluppo dell'arcuatura che si realizza in un quadro geodinamico tendente a conservare le lunghezze iniziali.

Infatti, a nostro avviso, nella catena appenninica umbro-marchigiano-abruzzese si è avuto un raccorciamento massimo (60-70%) in direzione antiappenninica ed uno minimo (difficilmente stimabile sulla base dei dati attuali) lungo la direzione appenninica. Pertanto essa si è costruita principalmente in un campo tensionale inverso, con l'asse principale massimo ( $\sigma_1$ ) antiappenninico e con quello intermedio ( $\sigma_2$ ) appenninico. Essa assume il significato di una catena laterale (BOCCALETTI ed altri, 1982), indotta dalla convergenza NNW-SSE dei blocchi rigidi Africa-Europa che, pertanto, rappresenta il generale sistema di spinte. Quest'ultimo costituisce, per l'Appennino, una sorta di confinamento longitudinale responsabile del minore raccorciamento suddetto. Esso è alla base dello sviluppo del fronte settentrionale della "Piattaforma laziale-abruzzese", è responsabile di numerose evidenze mesostrutturali, quali le faglie trasversali trascorrenti sinistre e quelle appenniniche trascorrenti destre, e, in generale, favorisce la conservazione delle lunghezze iniziali durante l'arcuatura.

Brevi momenti di trascorrenza lungo le faglie oblique alla catena ( $N10 \pm 10$  destre e  $N100 \pm 10$  sinistre) possono essere connessi, assieme agli *extension joints*, con momentanei rilasciamenti del confinamento longitudinale.

Anche la distensione che, a partire dal Pliocene medio-superiore, ha interessato l'area con un sistema di faglie dirette, appenniniche, ribassanti verso WSW (mentre la compressione migrava verso l'esterno), evolve in un quadro geodinamico controllato dalla convergenza dell'Africa e dell'Europa. Ad una accelerazione di tale convergenza sono, infatti, attribuite le fasi compressive pleistoceniche rilevate a scala mediterranea (BOUSQUET, 1977; BOUSQUET & PHILIP, 1981), nonché il sollevamento dell'Italia centrale tra il Pleistocene inferiore ed il Pleistocene medio (AMBROSETTI ed altri, 1982).

D'altra parte la presenza delle faglie normali trasversali (alcune delle quali individuano, assieme alle precedenti, le note depressioni tettoniche intrappenniniche), indica anche l'esistenza di una estensione appenninica recente, sebbene subordinata rispetto a quella antiappenninica. L'estensione longitudinale, anche se di entità molto modesta, sembra un elemento comune e ricorrente durante l'evoluzione della catena appenninica. I suoi effetti sono differenti nelle diverse zone strutturali: essa si manifesta con faglie dirette nelle zone di retrocatena (area in distensione), con probabili faglie dirette, a controllo sedimentario, nelle zone di avanfossa e di avampaese, mentre nelle aree di catena la sua espressione è data dagli *extension joints* trasversali e dai momenti di trascorrenza lungo le faglie oblique alla catena stessa.

L'interpretazione di questa estensione secondaria, in un quadro geodinamico dominato dalla convergenza dell'Africa e dell'Europa, è obiettivamente difficile. Una delle probabili cause del mancato confinamento longitudinale può essere ricercata in motivi di "fuga" di settori di catena verso aree a maggiore debolezza crostale; ad esempio la "fuga" verso SSE dell'arco calabro con conseguente rilassamento o estensione parallela alla direzione di "fuga", secondo i modelli della deformazione rigido-plastica in regime ensialico descritti per l'area mediterranea da TAPPONIER (1977) e BOCCALETTI & DAINELLI (1982).

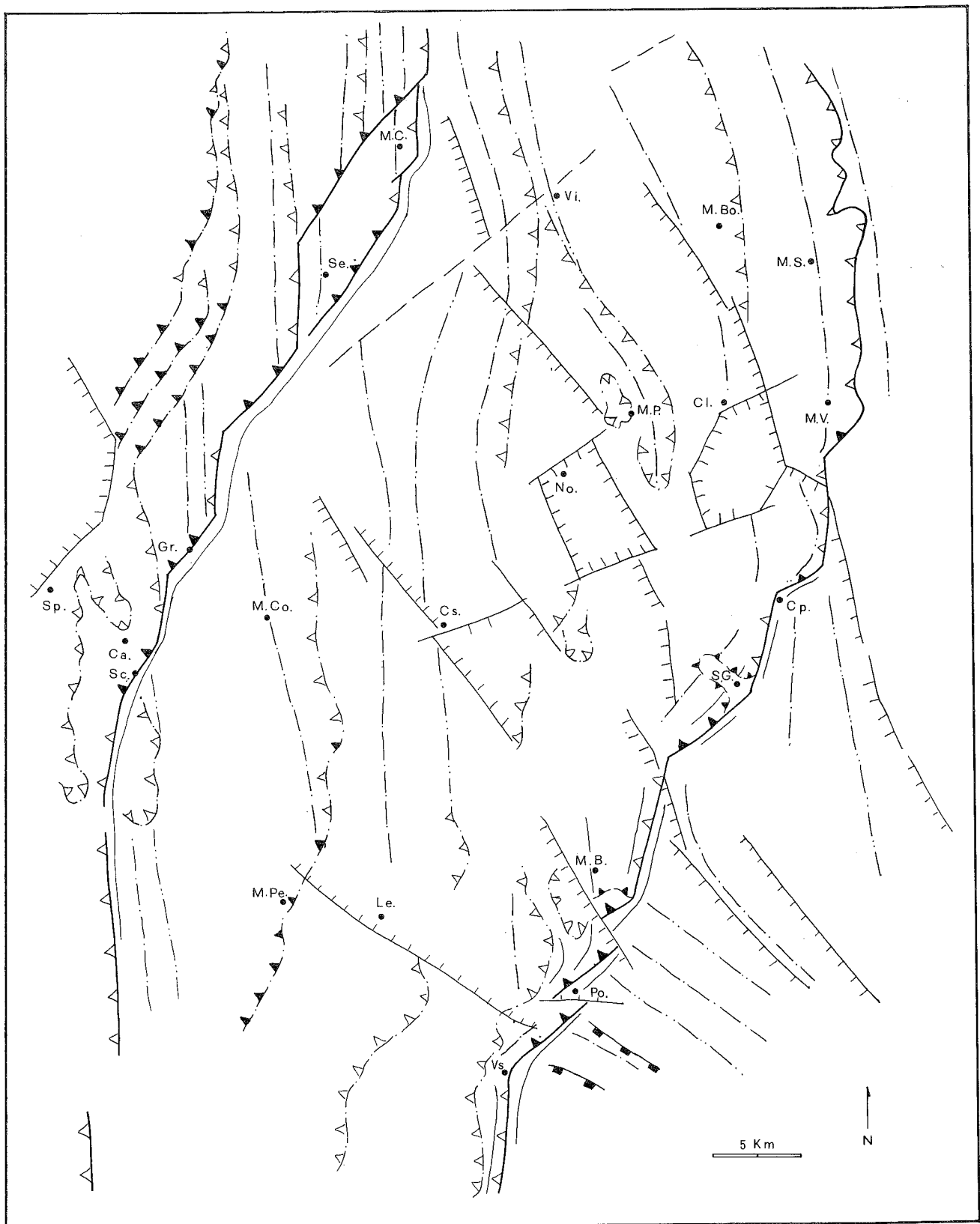


Fig. 44 - Particolare della carta strutturale di Fig. 39 rappresentante il settore B. Viene evidenziata la reale geometria del "thrust della Valnerina" e di quello dei M. Sibillini, eliminando i piú evidenti effetti erosivi, quali le "finestre" di S. Giovanni e di M. Boragine.  
M.S. M. Sibilla; M.Bo M. Bove; Vi. Visso; Cl. Castelluccio; Le. Leonessa; Cs. Cascia; No. Norcia; S.G. S. Giovanni; M.B. M. Boragine; Vs. Vallescura; Sc. Schioppo; Gr. Grotti; Se. Sellano; Cp. Capodacqua.

## BIBLIOGRAFIA

- ABBATE E., BORTOLOTTI V. & PASSERINI P. (1976) - *Major structural events related to ophiolites of the Tethys belt*. *Ofioliti*, **1** (1).
- AMBROSETTI P., CARRARO F., DEIANA G. & DRAMIS F. (1982) - *Il sollevamento dell'Italia centrale tra il Pleistocene inferiore ed il Pleistocene medio*. Contributi conclusivi per la realizzazione della Carta Neotettonica d'Italia, Pubbl. n. **513** del P. F. Geodinamica - C.N.R..
- BOCCALETTI M. (1977) - *The role of the foreland in the late geotectonic evolution of the Mediterranean arcs at the continental stage*. *Acc. Naz. dei Lincei*, **63**.
- BOCCALETTI M., CONEDERA C., DAINELLI P. & GOCEV P. (1982) - *The recent (Miocene-Quaternary) regmatic system of the western Mediterranean*. *Journ. of Petroleum Geology*, **5** (1).
- BOCCALETTI M. & DAINELLI P. (1982) - *Il sistema regmatico neogenico-quadernario nell'area mediterranea: esempio di deformazione plastico-rigida post-collisionale*. *Mem. Soc. Geol. It.*, **24**.
- BOCCALETTI M., CALAMITA F., CENTAMORE E., DEIANA G. & DRAMIS F. (1983) - *The Umbria-Marche Apennine: an example of thrust and wrenching tectonics in a model of ensialic Neogenic-Quaternary deformation*. *Boll. Soc. Geol. It.*, **102** (4).
- BOCCALETTI M., CALAMITA F., CENTAMORE E., CHIOCCHINI U., DEIANA G., MORATTI G., MICARELLI A. & POTETTI M. (1986) - *Evoluzione dell'Appennino tosco-umbro-marchigiano durante il Neogene*. *Giornale di Geologia*, **48** (1).
- BOCCALETTI M., CALAMITA F., CENTAMORE E., DEIANA G., DONDI L., GELATI R., MASSARI F., MORATTI G. & RICCI LUCCHI F. (in stampa) - *The Neogene tectonic phases of the Northern Apennines-South Alpine system: their significance in relation to the foredeep sedimentation*. *Atti del "7th Congr. of the Regional Committee on Mediterranean Neogene Stratigraphy"*. Budapest, settembre 1985.
- BOUSQUET J.C. (1977) - *Contribution a l'étude de la tectonique récente en Méditerranée occidentale: les données de la néotectonique dans l'arc de Gibraltar et dans l'arc Tyrrhenien*. In: "Symposium on the structural history of the Mediterranean basins". Split (Yugoslavia), 25-29 ottobre, 1976.
- BOUSQUET J.C. & PHILIP H. (1981) - *Les caractéristiques de la néotectonique en Méditerranée occidentale*. *Sedimentary basins of Mediterranean margins*. C.N.R. Italian Project of Oceanography. Tecnoprint, Bologna.
- CALAMITA F. (in stampa) - *I Back-thrusts ed il loro ruolo nell'Appennino umbro-marchigiano*. *Rend. Soc. Geol. It.*
- CALAMITA F. & DEIANA G. (in stampa) - *Geodinamica dell'Appennino umbro-marchigiano*. *Rend. Soc. Geol. It.*
- CALAMITA F., COPPOLA G., DEIANA G., INVERNIZZI C. & MASTROVINCENTO S. (in stampa) - *Le associazioni strutturali di Genga e M. Rotondo: un motivo ricorrente nella thrust-belt umbro-marchigiana settentrionale*. *Boll. Soc. Geol. It.*
- CASTELLARIN A., COLACICCHI R. & PRATURLON A. (1978) - *Fasi distensive, trascorrenze e sovrascorrimenti lungo la "linea Ancona-Anzio" dal Lias medio al Pliocene*. *Geol. Romana*, **27**.
- DALLAN NARDI L., ELTER P. & NARDI R. (1971) - *Considerazioni sull'arco dell'Appennino settentrionale e sulla "linea Ancona-Anzio"*. *Boll. Soc. Geol. It.*, **90** (2).
- LAVECCHIA G. (1985) - *Il sovrascorrimiento dei M. Sibillini: analisi cinematica e strutturale*. *Boll. Soc. Geol. It.*, **104** (1).
- MERLA G. (1951) - *Geologia dell'Appennino settentrionale*. *Boll. Soc. Geol. It.*, **70**.
- RICCI LUCCHI F. (1975) - *Miocene paleogeography and basin analysis in the Periadriatic Apennines*. Reprinted from *Geology of Italy*, P.E.S.L., Tripoli.
- SALVINI F. & VITTORI E. (1982) - *Analisi strutturale della linea Olevano-Antrodoco-Posta (Ancona-Anzio Auct.): metodologia di studio delle deformazioni fragili e presentazioni del tratto meridionale*. *Mem. Soc. Geol. It.*, **24**.
- SCARSELLA F. (1951) - *Sulla zona d'incontro dell'Umbria e dell'Abruzzo*. *Boll. Serv. Geol. d'It.*, **71**.
- TAPPONIER P. (1977) - *Evolution tectonique du système alpin en Méditerranée: poinçonnement et écrasement rigide-plastique*. *Bull. Soc. Géol., France*, **7**.