

L'ASSENZA DELLE LIGURIDI NELL'APPENNINO ROMAGNOLO: RELAZIONI CON IL SOLLEVAMENTO QUATERNARIO E IMPLICAZIONI STRUTTURALI

A. Cerrina Feroni⁽¹⁾ - F. Ghiselli⁽²⁾ - L. Leoni⁽³⁾ - L. Martelli⁽²⁾ -
P. Martinelli⁽¹⁾ - G. Ottria⁽¹⁾ - G. Sarti⁽²⁾

⁽¹⁾CNR - Centro di Studio per la Geologia strutturale e dinamica dell'Appennino, Pisa

⁽²⁾Servizio Cartografico e Geologico, Ufficio Geologico, Regione Emilia-Romagna, Bologna

⁽³⁾Dip.to di Scienze della Terra, Università di Pisa, Pisa

ABSTRACT - *The absence of the Ligurian allochthonous units in the Romagna Apennines (central Italy): possible connection with the Quaternary uplift and structural implications* - Il Quaternario Italian Journal of Quaternary Sciences, 10(2), 1997, 371-376 - The problem of the absence of allochthonous units (Ligurides s.l.), which characterizes the Romagna Apennines, was faced with three main methodological approaches: estimation of illite crystallinity in the *Marnoso-Arenacea* Formation; structural analysis of the upper Messinian post-evaporitic conglomerates and of the clastic "intrapenninic" Pliocene deposits; study of the composition of ruditic deposits belonging to the depositional sequence of the Apenninic border, whose clasts come from the Ligurian units and the Epiligurian Sequence. The preliminary results of these studies seem to indicate that the *Marnoso-Arenacea* Formation was overthrust by the Ligurian allochthonous units. The following erosion should have taken place mainly during the uplift of Pleistocene age, corresponding the enormous volumes of clastic deposits in the sequence of the Apenninic border. The geometric-kinematic relationships between thrusts displacing the *Marnoso-Arenacea* Formation and residual allochthonous sheets (Marecchia Valley, "Sillaro Structural System") suggest a duplex structure for the entire belt sector.

Parole chiave: Appennino romagnolo, sollevamento quaternario, struttura a duplex
Key-words: Romagna Apennines, Quaternary uplift, duplex structure

1. INTRODUZIONE

Il settore romagnolo dell'Appennino settentrionale, limitato dalle valli del Sillaro e del Savio (Fig. 1), è caratterizzato dall'assenza della coltre alloctona (Liguridi s.l. e Successione epiligure) al di sopra delle torbiditi mioceniche di avanfossa della Formazione Marnoso-Arenacea (MA).

La posizione molto arretrata delle Liguridi nel settore romagnolo è stata spesso ricondotta all'attività di uno svincolo trasversale sostanzialmente coincidente, nell'Appennino bolognese, con il limite Liguridi-MA (linea Livorno-Sillaro; Ghelardoni, 1965; Bortolotti, 1966; Linea del Sillaro *Auctt.*). Nella sua versione più attuale, derivata dalla modellizzazione dei *thrust systems*, la "Linea del Sillaro" ha assunto il significato di rampa laterale nell'ambito di una struttura ad arco (arco del Sillaro; Castellarin *et al.*, 1987).

All'estremo opposto, sud-orientale, nello stesso contesto cinematico si colloca la soluzione, comunemente ammessa, di messa in posto, per gravità o per tettonica contrazionale, di un lembo isolato di Liguridi (colata o coltre della Val Marecchia; vedi discussione in Conti, 1994).

A questa concezione, che comporta una vistosa scomposizione del fronte delle Liguridi, si contrappone la posizione di vari Autori (Signorini, 1940; Bruni, 1973; Ten Haaf, 1985; Vai, 1988; Capozzi *et al.*, 1992; Landuzzi & Capozzi, 1992; Landuzzi & Negri, 1994) che, con alcune differenziazioni, riconducono l'assenza delle Liguridi sulla MA romagnola ad erosione post-messa in posto.

Questa problematica viene discussa in rapporto alle possibili relazioni con la tettonica del Quaternario.

2. I DATI ANALITICI

2.1 "Cristallinità" dell'illite

E' stato impostato uno studio esplorativo dei valori dell'indice di "cristallinità" dell'illite ($\Delta 2\theta$) della MA (emipelagiti e "colombine") e delle Marne di Verghereto con l'obiettivo di confrontare i valori della MA su verticali sottoposte al sovraccarico delle Liguridi rispetto a verticali attualmente "scariche" per una stima dell'entità del seppellimento derivante dal cumulo del carico sedimentario e dell'eventuale sovraccarico tettonico della coltre alloctona.

I valori di $\Delta 2\theta$ sono stati misurati su preparati orientati della frazione $< 2\mu\text{m}$ (i macinati delle "colombine" dopo trattamento con acido acetico) (Kubler, 1984; 1990), corretti per lo spessore (Lezzerini *et al.*, 1995).

I dati ottenuti risultano problematici dal momento che i valori di $\Delta 2\theta$ delle emipelagiti e delle "colombine" della MA, e i valori relativi alle Marne di Verghereto, implicherebbero mediamente profondità di seppellimento dell'ordine degli 8-10 km (limite anchizona-epizona), abbastanza improbabili soprattutto per i livelli stratigraficamente elevati della MA romagnola. E' molto probabile che gli alti valori di "cristallinità" osservati riflettano la presenza, anche per le "colombine", di illite detritica e non siano pertanto significativi per l'indagine delle trasformazioni diagenetiche nell'ambito del sistema "catena-avanfossa".

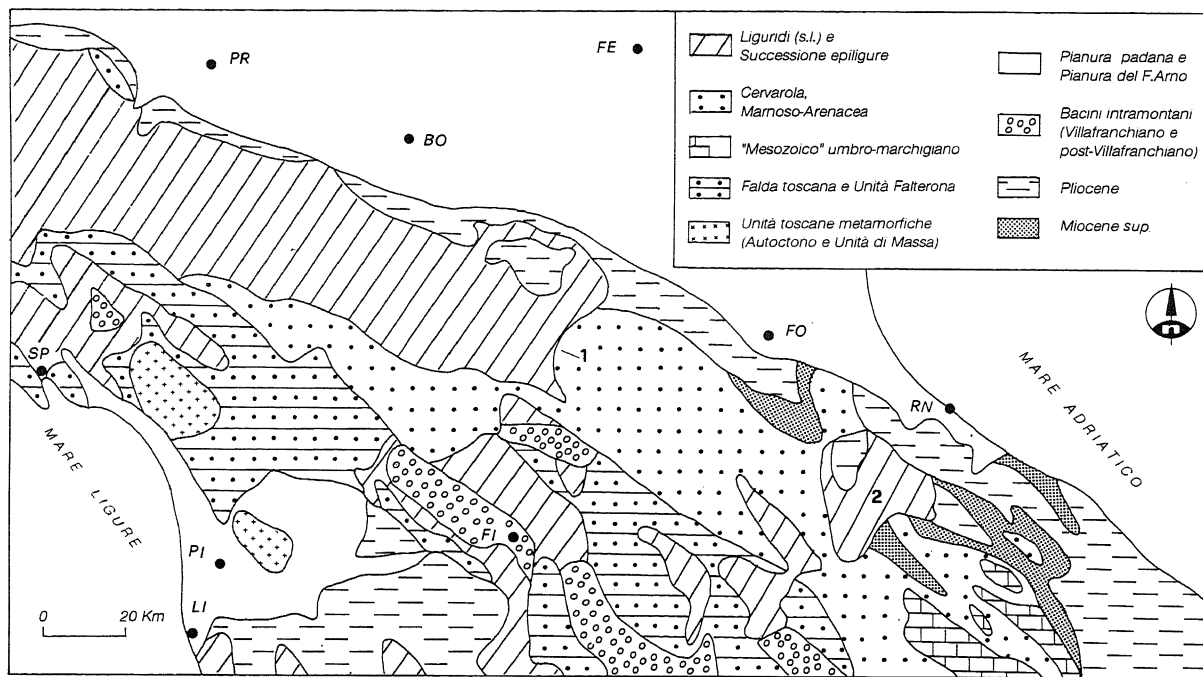


Fig. 1 - Schema geologico dell'Appennino settentrionale. 1 - "Linea del Sillaro"; 2 - Coltre della Val Marecchia.
Geological sketch map of the Northern Apennines. 1 - The "Sillaro Structural System"; 2 - Val Marecchia sheet.

2.2 Dati mesostrutturali

I ciottoli dei conglomerati del Messiniano superiore (Conglomerati di Pietrarubbia della Formazione a Colombacci) geometricamente sottostanti alla Coltre ligure in Val Marecchia sono interessati da vistoso *strain* fragile accompagnato da ricementazione dei ciottoli stessi successiva alla deformazione. La deformazione fragile pervasiva si associa ad avanzata *pressure-solution* espressa da profonde cavità di dissoluzione.

Nei livelli conglomeratici del Messiniano e del Pliocene soprastanti la Coltre ligure nel versante emiliano dell'Appennino, e in Val Marecchia, la fratturazione, localmente anche molto diffusa, dei ciottoli non è generalmente accompagnata da *strain* (Fig. 2a) e il processo di *pressure-solution* a carico dei clasti si traduce per lo più in strutture di tipo stilolitico molto minute (coni di stria di dissoluzione-frizione).

Il differenziale di *strain* fragile e di deformazione da *pressure-solution* tra i conglomerati stratigraficamente equivalenti ma strutturalmente opposti della Val Marecchia suggerisce una relazione con la pressione di confinamento indotta dal sovraccarico della coltre alloctona.

E' verosimile che anche la cementazione, post-fratturazione, dei ciottoli sia da mettere in relazione alla saturazione in carbonato di calcio dei fluidi dipendente da rilevante dissoluzione sotto pressione.

Nella Valle del F. Rabbi, nei dintorni di Predappio, conglomerati del Messiniano superiore della Formazione a Colombacci soprastante la MA, attualmente privi del sovraccarico delle Liguridi, presentano, in alcuni affiora-

menti, un grado di deformazione fragile e di ricementazione, post-fratturazione, dei ciottoli, del tutto simile a quella dei conglomerati messiniani sottostanti le Liguridi della Val Marecchia. (Fig. 2b).

2.3 La composizione dei conglomerati della Successione del margine

L'evoluzione post-avanfossa della successione del margine romagnolo è caratterizzata, discontinuamente, tra il Messiniano superiore e il Pleistocene superiore-Olocene, dalla deposizione di livelli conglomeratici, ad alimentazione trasversale, di ambiente da marino-lagunare a continentale.

Il più antico episodio clastico, volumetricamente significativo, corrisponde ai conglomerati messiniani della Formazione a Colombacci i cui clasti, tra il Marecchia e il Rabbi, sono costituiti da rocce sedimentarie (in prevalenza calcari, calcareniti ed arenarie) derivanti dallo smantellamento delle Liguridi e, probabilmente, di unità della soprastante Successione epiligure (Formazione di Bismantova) (Conti, 1994). Livelli conglomeratici importanti, di età messiniana, non sono noti più ad ovest, tra il Rabbi e il Sillaro.

Nella successione pliocenica del margine romagnolo non sono documentati episodi clastici grossolani, con l'eccezione dei livelli di conglomerati, associati ad olistoliti di origine ligure, dei settori prossimi al T. Sillaro, ai margini orientali del basso Appennino bolognese (Ricci Lucchi *et al.*, 1982).

Livelli lenticolari di conglomerati per lo più a granulometria fine sono intercalati alle sabbie marino-lagunari

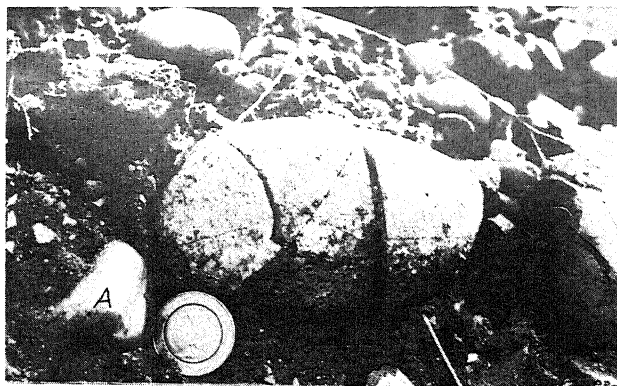


Fig. 2 - A) Formazione a Colombacci (Messiniano sup.): conglomerati della Valle del F. Rabbi; B) Conglomerati di Scascoli (Pliocene inf. intrappenninico), Val Savena.

A) "Colombacci" Formation (Upper Messinian): conglomerates outcropping in the Rabbi Valley; B) "Scascoli" Conglomerate ("intrappenninic" Early Pliocene) outcropping in the Savena Valley (Bologna Apennines).

del Pleistocene inferiore (Sabbie Gialle *Auctt.*); le dimensioni dei ciottoli non consentono valutazioni della composizione su base macroscopica.

Un importante episodio conglomeratico, con ciottoli di dimensioni anche rilevanti (fino a 30-40 cm) si interpone, nel bacino del F. Lamone, tra le argille del Pleistocene inferiore e i depositi continentali della Formazione di Omatello (Vai, 1984). Questi conglomerati, di significato non ancora del tutto risolto a livello regionale, sono ancora riconoscibili nella stessa posizione (pre-Omatello) nel bacino del F. Montone (Membro di M. Poggiolo) e verso NW nel bacino del T. Senio. In Figura 3 è rappresentata la distribuzione regionale dei depositi continentali della Formazione di Omatello, che, con discontinuità imputa-

bile ad erosione, occupa tutto il margine romagnolo.

La composizione di questi due livelli clastici pleistocenici, a granulometria anche molto grossolana, è di grande interesse in quanto, in associazione a litologie compatibili con una alimentazione dalle Liguridi, sono presenti rocce intrusive (metagraniti, dioriti) ed effusive (vulcaniti acide), metamorfiti (quarzoscisti milonitici) e calcari a liste di selce, già segnalati in passato nei conglomerati della Formazione di Omatello del F. Lamone (Vai, 1984). È importante sottolineare che mentre le magmatiti acide e le metamorfiti sono concentrate tra il Savio e il Lamone e la loro frequenza diminuisce nettamente verso SE, i calcari selciferi sono presenti lungo tutto il margine romagnolo e la loro frequenza cresce da NW a SE.

La microfacies di alcuni ciottoli di calcare selcifero, è caratterizzata da piccoli Foraminiferi planctonici del Paleocene-Eocene inferiore e il contenuto in Nannofossili calcarei della calcilutite ne consente l'attribuzione all'Eocene inferiore (biozona NP12) per la presenza dell'associazione a *Reticulofenestra dictyoda* ($\varnothing > 10 \mu\text{m}$), *Cyclicargolithus floridanus*, *Coccolithus pelagicus*, *Sphenolithus* sp., *Discoaster barbadiensis* (R. Catanzariti, com. pers.).

I ciottoli di calcare selcifero sono così da ricondurre alla Formazione dell'Alberese di M. Morello (Liguridi) che in Val Marecchia contiene livelli a selci (Veneri, 1986; S. Conti, com. pers.), mentre i ciottoli di magmatiti acide e metamorfiti derivano dalla rielaborazione dei conglomerati della Formazione di Loiano (di cui riproducono la composizione) che caratterizza, nell'Eocene inferiore, la Successione epiligure del medio Appennino bolognese e modenese. Anche la distribuzione orizzontale delle magmatiti e metamorfiti (decescente verso SE) e dei calcari selciferi (decescente verso NW) appare coerente con la provenienza dall'insieme Loiano-M. Morello dal momento che la Formazione di Loiano è assente in Val Marecchia al di sopra delle Liguridi mentre la Formazione di M. Morello, ben sviluppata in Val Marecchia (M. Carpegna), è al contrario volumetricamente ridotta nell'Appennino bolognese (M. Canda).

Allo smantellamento delle Liguridi e della Successione epiligure sono nuovamente da ricondurre i litotipi calcarei e arenacei (Flysch di Monghidoro) e le biocalcareniti (Formazione di Bismantova) che caratterizzano i depositi alluvionali terrazzati di età più recente della Formazione di Omatello, parzialmente rappresentati nella sezione trasversale del F. Lamone di Figura 4 e la cui composizione è stata controllata, in corrispondenza dei diversi fiumi romagnoli, dal Santerno al Savio, anche se su base solo macroscopica.

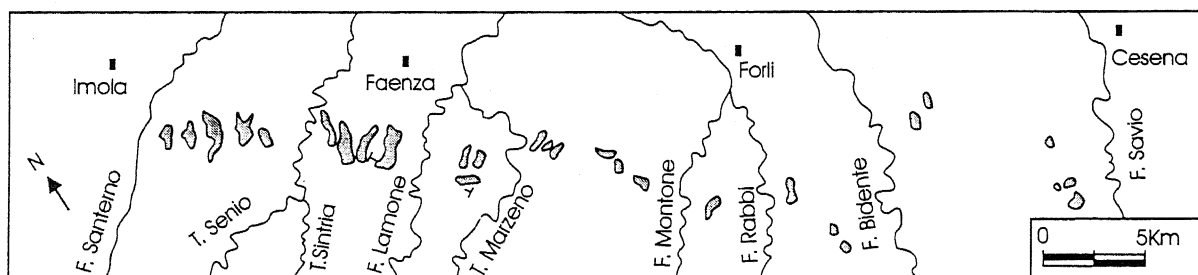


Fig. 3 - Distribuzione areale dei depositi del Quaternario continentale più antico (Formazione di Omatello).

Areal distribution of the early Quaternary continental deposits ("Omatello" Formation).

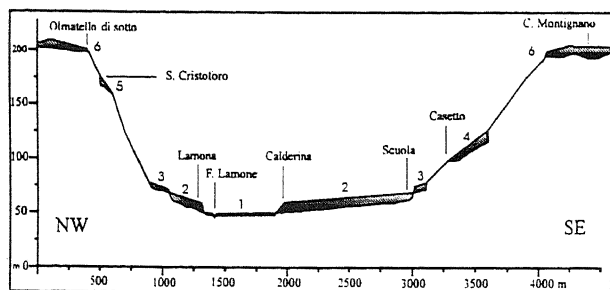


Fig. 4 - Sezione trasversale attraverso la valle del F. Lamone (l'ubicazione è riportata in Fig. 3); notare l'esagerazione della scala verticale. Età dei terrazzi: 1 - Olocene (età post-romana); 2 - Olocene (reperti litici del Mesolitico; ~5000 a); 3 - Pleistocene sup.-Olocene; 4 - Pleistocene medio-sup. (reperti litici tecnica Levallois; ~150.000-300.000 a); 5 - Pleistocene medio; 6 - Formazione Omatello (0.7-0.5 Ma; Vai, 1984).

Transversal profile across the intramontane valley of the Lamone river (see Fig. 3 for location of the cross-section). The vertical scale is exaggerated. Age of the terraces: 1 - Holocene (post-Roman age); 2 - Holocene with in-situ Mesolithic lithic artifacts (~5000 a BP); 3 - Upper Pleistocene-Holocene (by pedogenetic correlation); 4 - Middle-upper Pleistocene (Levallois lithic artifacts, ~150.000-300.000 a BP); Middle Pleistocene; 6 - "Omatello" Formation (0.7-0.5 Ma; Vai, 1984).

3. CONCLUSIONI

La composizione dei conglomerati messiniani e pleistocenici del margine indica che in tutto l'Appennino romagnolo, dal Sillaro al Marecchia, i depositi di avanfossa (MA) erano ricoperti tettonicamente dalle falde liguri nell'ambito delle quali la Formazione di M. Morello doveva svilupparsi in sostanziale continuità longitudinale per oltre 80 km; l'elevato tasso di strain fragile dei conglomerati messiniani del F. Rabbi suggerisce poi che il fronte delle Liguridi avesse raggiunto, successivamente al Tortoniano, una posizione più avanzata rispetto a quella indicata da Capozzi *et al.* (1992) (Linea Sassoleone-Sant'Agata Feltria), e quindi anche più coerente, con l'evoluzione spazio-temporale del fronte alloctono documentato agli estremi del settore romagnolo, in corrispondenza della "Linea del Sillaro" e in Val Marecchia.

L'assenza delle Liguridi nel settore romagnolo è da ricondurre a smantellamento conseguente a fasi di sollevamento la cui scansione temporale è testimoniata dai prodotti clastici grossolani conservati sia nella successione, post-avanfossa, del margine romagnolo sia nella successione messiniano-pleiocenica dell'Appennino bolognese e della Val Marecchia (bacino intrappenninico).

L'assenza di volumi importanti di conglomerati nella successione del margine fino al Pleistocene superiore, con la parziale eccezione dei conglomerati della Formazione a Colombacci del Messiniano superiore, peraltro confinata nei settori sud-orientali, documenta che i prodotti clastici grossolani della Fase intramessiniana e del Pliocene inferiore (Fase a *G. puncticulata*) sono rimasti "parcheeggiati" a lungo all'interno del fronte alloctono. Volumi rilevanti di materiali corrispondenti alla somma della frazione ancora integra della Coltre ligure e dei prodotti clastici della frazione già smantellata, devono essere stati quindi rimobilizzati nel Pleistocene, a partire dalla fine della sedimentazione delle Sabbie Gialle,

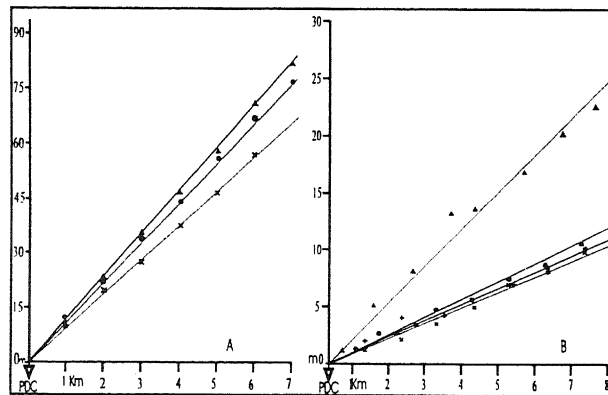


Fig. 5 - Diagrammi di convergenza tra i terrazzi 4-2 (A) e 3-2 (B) di Fig. 3; si noti l'esagerazione verticale della scala. In ordinata dislivello in metri tra la coppia di terrazzi presa in esame; in ascissa la distanza in km dal punto di convergenza (PDC); ▲ = F. Lamone; ● = F. Santerno; x = F. Bidente; + = F. Marecchia (dati del F. Marecchia da Elmi *et al.*, 1990).

Convergence diagrams between 4-2 (A) and 3-2 terraces (B) of Fig. 3. Vertical scale is exaggerated. The difference in altitude between the couple of terraces is given in ordinate whereas the distance from the convergence point (PDC) is in abscissa; ▲ = Lamone River; ● = Santerno River; x = Bidente River; + = Marecchia River (Marecchia River data from Elmi *et al.*, 1990).

nel corso di una importante fase di sollevamento generalizzata ma disomogenea.

L'analisi comparata dei sistemi terrazzati intravallivi (Elmi *et al.*, 1990) mette in evidenza un sollevamento differenziale negli ultimi 300.000 anni con un forte contrasto tra il settore centrale (Lamone) rispetto ai bacini sud-orientali (Bidente, Marecchia) (Fig. 5).

Sembra così possibile ricondurre ad un sollevamento molto recente la culminazione assiale rappresentata nel profilo longitudinale AGIP (Anelli *et al.*, 1994) che mette ben in evidenza la geometria pre-erosione della superficie di base delle Liguridi e i volumi di MA asportati.

Il contrasto tra la strutturazione della MA romagnola scomposta in elementi longitudinali da *thrust fault* ad alto angolo sostanzialmente continue dal Sillaro al Marecchia (Van Wamel & Zwart, 1990; Delle Rose *et al.*, 1990; De Feyter, 1991; Capozzi *et al.*, 1992; ecc.), e la geometria complessivamente a basso angolo della superficie di base delle Liguridi *s.l.*, suggeriscono l'esistenza di una struttura a *duplex*, estesa all'intero Appennino romagnolo.

Il *roof thrust*, coincidente con la base della coltre alloctona (Liguridi *s.l.*), smantellato per erosione come del resto in altre catene (Boyer & Elliot, 1982; ecc.), è conservato nella depressione strutturale della Val Marecchia (Conti & Gelmini, 1994; Conti, 1994) e in corrispondenza della "Linea del Sillaro" che, nella nostra interpretazione, torna ad assumere, in pieno accordo con Ten Haaf (1985), il significato di intersezione con la morfologia della superficie di base delle Liguridi, ad andamento trasversale per effetto dell'immersione assiale verso NW dell'edificio strutturale.

La struttura a *duplex* della MA, che potrebbe evidentemente continuare anche nell'Appennino emiliano al di sotto della Coltre ligure, a NW della "Linea del Sillaro", comporta così per quest'ultima l'abbandono del ruolo di elemento tettonico trasversale in particolare con signifi-

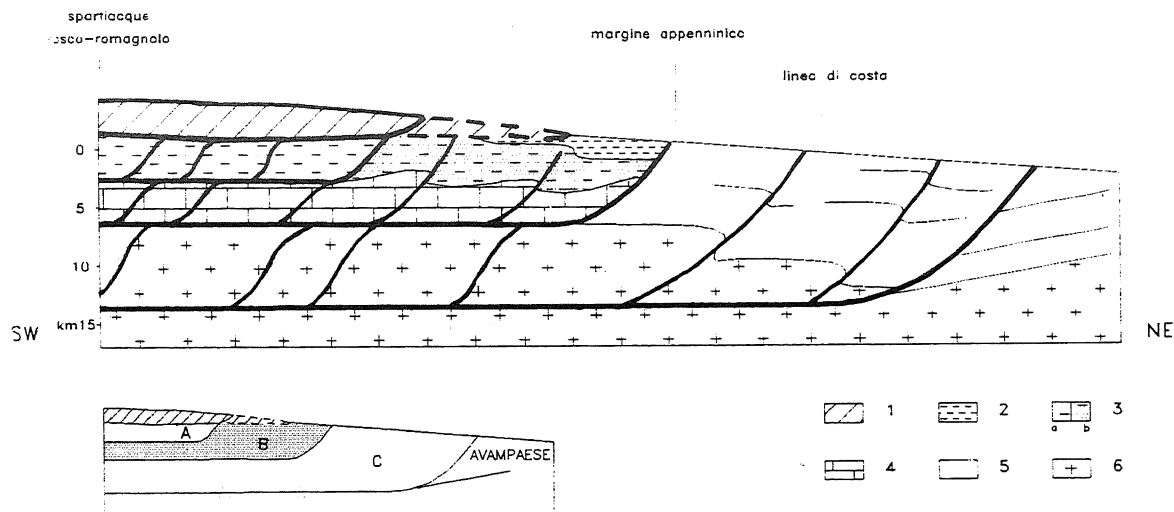


Fig. 6 - Interpretazione idealizzata della struttura dell'Appennino romagnolo. 1 - Liguridi e Successione epiligure; 2 - Successione del Margine (Miocene sup.-Pleistocene); 3 - Formazione Marnoso-Arenacea (MA) (a: parautoctona; b: "autoctona"); 4 - Copertura Meso-Cenozoica (Me-Cn); 5 - Coperture indifferenziate; 6 - Basamento. A - Duplex superiore (MA parautoctona); B - Duplex intermedio e scaglie embricate (Me-Cn+MA "autoctona"); C - Duplex inferiore e scaglie embricate (Basamento+coperture).

A possible interpretation of the Romagna Apennines structure. 1 - Ligurides and Epiligurian Sequence; 2 - Sequence of the Apenninic border (Late Miocene-Pleistocene); 3 - "Marnoso-Arenacea" Formation (MA) (a: parautochthonous; b: "autochthonous"); 4 - Mesozoic-Cenozoic Cover (Me-Cn); 5 - Undifferentiated cover; 6 - Substratum. A - Upper Duplex (parautochthonous MA); B - Middle duplex and imbricate fan (Me-Cn + "autochthonous" MA); C - Lower duplex and imbricate fan (Basement + cover).

cato di faglia trascorrente, il cui movimento destro (Castellarin *et al.*, 1985; Patacca & Scandone, 1985) è d'altra parte dedotto dall'apparente *décalage* di due allineamenti di gessi messiniani appartenenti, secondo la nostra interpretazione, a due unità strutturali distinte e sovrapposte.

In Figura 6 è ipotizzata una struttura a duplex più complessa che ammette due distinti livelli di scollamento della MA (MA autoctona e parautoctona; Capozzi *et al.*, 1992 *cum bibl.*) e un livello di scollamento profondo tra i 14 e 15 km, all'interno del basamento (Farabegoli *et al.*, 1991).

Il sollevamento post-messiniano del settore romagnolo di catena, che si contrappone alla complessiva subsidenza delle strutture sepolte, è verosimilmente accompagnato dalla migrazione spazio-temporale del "lineamento pedeappenninico" in un contesto cinematico che probabilmente presenta, in comune tra i due settori, la scansione delle fasi contrazionali.

BIBLIOGRAFIA

- Anelli L., Gorza M., Pieri M. & Riva M., 1994 - *Subsurface well data in the Northern Apennines (Italy)*. Mem. Soc. Geol. It., **48**, 461-471.
- Bortolotti V., 1966 - *La tettonica trasversale dell'Appennino - 1. La linea Livorno-Sillaro*. Boll. Soc. Geol. It., **85**, 529-540.
- Boyer S.E. & Elliot D., 1982 - *Thrust systems*. Amer. Ass. Petroleum Geol. Bull., **66**, 1196-1230.
- Bruni S., 1973 - *Considerazioni tettoniche e paleogeografiche sulle serie dell'Appennino bolognese tra le valli dell'Idice e del Santerno*. Mem. Soc. Geol. It., **12**, 157-185.
- Capozzi R., Landuzzi A., Negri A. & Vai G.B., 1992 - *Stili deformativi ed evoluzione tettonica della successione neogenica romagnola*. Studi Geol. Camerti, vol. spec. (1991/1), 261-278.
- Castellarin A., Eva C., Giglia G. & Vai G.B., 1985 - *Analisi strutturale del Fronte Appenninico Padano*. Giorn. Geol., **47**, 47-75.
- Castellarin A. & Pini G.A. (con un contributo di A.M. Borsetti & E. Rabbi), 1987 - *L'arco del Sillaro: la messa in posto delle Argille Scagliose al margine appenninico padano (Appennino bolognese)*. Mem. Soc. Geol. It., **39**, 127-141.
- Conti S., 1994 - *La geologia dell'alta Val Marecchia (Appennino tosco-marchigiano) - Note illustrative alla carta geologica 1: 50.000*. Atti Tic. Sci. Terra, **37**, 51-98.
- Conti S. & Gelmini R., 1994 - *Miocene-Pliocene tectonic phases and migration of foredeep thrust belt system in the Northern Apennines*. Mem. Soc. Geol. It., **48**, 261-274.
- De Feyter A.J., 1991 - *Gravity tectonics and sedimentation of the Montefeltro, Italy*. Geol. Ultraiectina, **35**, 1-168.
- Delle Rose M., Guerrera F., Moretti E. & Rusciadelli G., 1990 - *Evoluzione del segmento interno dell'avanfossa appenninica durante il Miocene medio (Spartiacque Tosco-romagnolo)*. Giorn. Geol., **52**(1-2), 135-158.
- Elmi C., Nesci O. & Valgimigli L., 1990 - *I terrazzi della bassa valle del F. Lamone (Romagna)*. Geogr. Fis. Dinam. Quat., **13**, 37-42.
- Farabegoli E., Benini A., Martelli L., Onorevoli G. & Severi P., 1991 - *Geologia dell'Appennino Romagnolo da Campigna a Cesenatico*. Mem. Descr. Carta Geol. d'It., **46**, 165-184.

- Ghelardoni R., 1965 - *Osservazioni sulla tettonica trasversale nell'Appennino settentrionale*. Boll. Soc. Geol. It., **84**, 277-290.
- Kubler B., 1984 - *Les indicateurs des transformations physiques et chimiques dans la diagenèse, température et calorimétrie*. In: M. Lagache (Ed.), *Thermométrie et barométrie géologiques*. Bull. Soc. Franc. Minéral. Cristallogr., 489-596.
- Kubler B., 1990 - *"Cristallinité" de l'illite et mixed-layers brève révision*. Schweiz. mineral. petrogr. Mitt., **70**, 89-93.
- Landuzzi A. & Capozzi R., 1992 - *Tettonica dell'Appennino romagnolo*. In: *Appennino tosco-emiliano*. Guide Geologiche Regionali Soc. Geol. It., Bema, Milano, 4, 67-71.
- Landuzzi A. (con un contributo di Negri A.), 1994 - *Relationships between the Marnoso-Arenacea Formation of the inner Romagna Units and the Ligurids (Italy)*. Mem. Soc. Geol. It., **48**, 523-534.
- Lezzerini M., Sartori F. & Tamponi M., 1995 - *Effect of amount of material used on sedimentation slides in the control of illite "cristallinity" measurements*. Eur. J. Mineral., **7**, 819-823.
- Patacca E. & Scandone P., 1985 - *Struttura geologica dell'Appennino emiliano-romagnolo: ipotesi sismotettoniche*. Atti Seminario Progetto Cartografia Geologica, Bologna, febbraio 1985.
- Ricci Lucchi F., Colalongo M.L., Cremonini G., Gasperi G., Iaccarino S., Papani G., Raffi S. & Rio D., 1982 - *Evoluzione sedimentaria e paleogeografia nel margine appenninico*. In: G. Cremonini & F. Ricci Lucchi (Eds.), *Guida alla Geologia del margine appenninico padano*. Guide Geol. Regionali S.G.I., 17-46.
- Signorini R., 1940 - *Sulla tettonica dell'Appennino Romagnolo*. Rend. Accad. naz. Lincei, ser. 6, **21**(1), 370-383.
- Ten Haaf E., 1985 - *A structural review of the Bolognese Apennines (with two field trip itineraries)*. Giorn. Geol., **47**, 35-45.
- Vai G.B., 1984 - *Quando arrivano sul Castellaccio gli ultimi elefanti*. Pagine di vita e storie imolesi, CARS, Imola, **2**, 195-219.
- Vai G.B., 1988 - *The Lamone Valley: a field trip guide to the Romagna Apennines*. In: C. De Giuli & G.B. Vai (Eds.), *Fossil vertebrates in the Lamone Valley, Romagna Apennines*. F.T. Guidebook Int. Workshop: Continental faunas at the Mio-Pliocene boundary. Faenza, marzo 1988, 70-76.
- Van Wamel W.A. & Zwart P.E., 1990 - *The structural geology and basin development of the Romagna-Umbrian Zone (Upper Savio and Upper Bidente Valleys, Northern Italy)*. Geol. Mijnbouw, **69**, 53-68.
- Veneri F., 1986 - *La colata gravitativa della Val Marecchia*. In: E. Centamore & G. Deiana (Eds.), *La geologia delle Marche*. Studi Geol. Cam., vol. spec., 83-87.

Ms. ricevuto il: 15. 4. 1997
 Inviato all'A. per la revisione il: 9. 7. 1997
 Testo definitivo ricevuto il: 8. 9. 1997

Ms received: Apr. 15, 1997
 Sent to the A. for a revision: July 9, 1997
 Final text received: Sept. 8, 1997