

**TETTONICA A BLOCCHI IN SETTORI CROSTALI SUPERFICIALI:
MODELLIZZAZIONE ED ESEMPI DA DATI STRUTTURALI IN APPENNINO CENTRALE(**)**

INDICE

RIASSUNTO	pag. 237
ABSTRACT	" 237
INTRODUZIONE	" 237
MODELLO TEORICO DI ROTTURA	" 238
ANALISI STRUTTURALE E TETTONICA A BLOCCHI	" 239
MODELLO TETTONICO DELLA PIATTAFORMA LAZIALE-ABRUZZESE	" 240
CONCLUSIONI	" 244
TESTI CITATI	" 246

RIASSUNTO

Vengono presentati i risultati preliminari di uno studio volto ad evidenziare il ruolo della tettonica a blocchi nell'assetto attuale dell'Appennino centrale. Questi risultati sono accompagnati dallo sviluppo di un modello teorico di tettonica a blocchi applicato ai livelli strutturali più alti. Nonostante il carattere non definitivo del modello proposto, le evidenze di terreno sin qui rilevate unite ai risultati ottenuti vengono ritenute di interesse per gli studiosi della geodinamica di questo settore e riassunti in questo lavoro. In particolare viene messa in evidenza una fase tettonica che, al termine della fase di raccorciamento principale, ha suddiviso la piattaforma laziale-abruzzese in una serie di blocchi rigidi separati da una maglia di linee tettoniche caratterizzate da una componente trascorrente sinistra prevalente. I dati di terreno uniti a quelli bibliografici sono a favore di un movimento relativo dei blocchi limitato ad alcuni chilometri, sufficienti tuttavia per giustificare il complesso assetto a dorsali e bacini della regione. L'area della piattaforma viene suddivisa in 5 dorsali principali allungate in senso NW-SE. Al loro interno queste vengono ulteriormente suddivise in blocchi minori caratterizzati da strutture compressive (*ridges, pop-ups, restraining bends*) e distensive (*releasing bends, bacini, pull-apart*).

ABSTRACT

Preliminary results from a block-tectonic modelling of central Apennines are presented. These were produced through the preparation of a theoretical tectonic-block generation model in thin-skin deformed structural levels. Although the field campaign is not yet completed, found evidences together with obtained results are considered of interest for scientist working on the geodynamics of this sector and summarized in the present paper. After the main chain building developed, a new, less intense, regional tectonic event took place (Lower Pliocene?). This produced the dissection of the

Latium-Abruzzi Platform thrust structure into a two order rigid block system. First order structures present NW-SE elongated and are separated by sub-parallel fault zones that show a prevailing left-lateral strike-slip displacement of some kilometers. Such limited offsets were sufficient to produce the complex ridges and basins framework observed in this region. Five first order structure were described. Almost each of these can be subsequently subdivided into a series of second order rigid blocks and basins. Interactions among these are responsible of a series of deformational structure observed along their margins, such as restraining and releasing bends, push-ups, ridges, positive flowers and even small scale pull-apart. Structural data were utilized to prove small amount of relative block rotations between the two south-westernmost blocks. The model produced can not only explain the ridges and basins coeval evolution in the area, but it also takes into account for the complex relation between the N-S Olevano-Antròdoco Thrust (part of the Ancona-Anzio Line story) and the E-W Gran Sasso Front.

PAROLE CHIAVE: Appennino centrale, Tettonica pellicolare, Tettonica a blocchi, Geologia strutturale.

KEY WORDS: Central Apennines, Thin-skin Tectonics, Block Tectonics, Structural Geology.

INTRODUZIONE

Negli ultimi anni sono stati proposti una serie di modelli tettonici lungo zone di taglio che prevedono la suddivisione della crosta secondo blocchi omogenei, spesso interessati da rotazioni intorno ad un asse verticale. Tali modelli permettono di spiegare in parte le evidenze derivate dagli studi paleomagnetici (MACKENZIE & JACKSON, 1986; NUR *et al.*, 1986).

Seppure tali modelli giustificano e rendono possibili rotazioni anche notevoli, rimane ancora aperto il problema del loro spessore verticale e dei meccanismi di svincolo che debbono avvenire alla loro base. Nei lavori citati, gli Autori applicano questi modelli esclusivamente in zone di taglio interessate da una tettonica che coinvolge l'intera litosfera, lasciando intendere che la base dei blocchi identificati sia in corrispondenza del passaggio litosfera-astenosfera.

La presenza di rotazioni relative di blocchi, evidenziate dalle indagini paleomagnetiche, in settori crostali coinvolti da tettonica pellicolare (MATTEI *et al.*, 1991), pone la problematica della applicabilità di una versione opportunamente modificata degli stessi modelli relativa ai soli livelli crostali superiori.

Caratteristica della tettonica pellicolare (*thin-skin tectonics*) è la limitazione della deformazione (e quindi della eventuale rottura in blocchi omogenei) al di sopra di un livello di scollamento di base situato in profondità sino a circa 15 km (come emerge da dati bi-

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

(**) Lavoro realizzato con il contributo dei fondi MURST (40%) e del C.N.R., Centro di Studio per la Geologia Dinamica e Strutturale dell'Appennino Settentrionale.

bliografici; si veda ad esempio BALLY *et al.*, 1988; WOODWARD *et al.*, 1989). Inoltre tale livello agisce come svincolo totale della porzione superiore rispetto a quella inferiore: di conseguenza l'unica forza agente è quella generata dal peso delle unità scollate.

MODELLO TEORICO DI ROTTURA

Al fine di valutare dal punto di vista teorico la dinamica a blocchi nella tettonica pellicolare, viene proposto un modello tridimensionale semplificato (vedi Fig. 1). Tale modello prevede la formazione di un blocco tettonico a seguito della rottura di una serie di piani privilegiati, ed in particolare di:

- un livello di scollamento di base d
- un piano di faglia frontale f
- due piani laterali (*tear faults*) l

La rottura del blocco avverrà quando la componente della forza peso parallela al piano di scollamento F_g uguaglierà le forze di resistenza alla rottura R_d, R_f ed R_l lungo le superfici d, f e l del blocco. Cioè quando:

$$F_g = R_d + R_f + 2R_l \quad (1)$$

Quantificando:

$$F_g = w \cdot h \cdot l \cdot \rho \cdot g \cdot \sin \gamma \cdot (l + h / (2 \cdot \tan \alpha)) \quad (2)$$

$$R_d = l \cdot w \cdot (\sigma_0' + \tan \varphi' \cdot h \cdot \rho \cdot g \cdot \cos^2 \gamma) \quad (3)$$

$$R_f = h \cdot w \cdot (\sigma_0 + 0,5 \tan \varphi \cdot h \cdot \rho \cdot g \cdot \cos^2 \alpha) / \sin \alpha \quad (4)$$

$$R_l = \sigma_0 \cdot (l \cdot h + h^2 / (2 \cdot \tan \alpha)) \quad (5)$$

con:

- φ angolo di attrito interno della roccia
- σ_0 coesione della roccia
- φ' angolo di attrito interno nel livello di scollamento
- σ_0' coesione nel livello di scollamento
- α pendenza del piano di faglia
- γ pendenza del piano di scollamento
- ρ densità della roccia
- g accelerazione di gravità
- l lunghezza del blocco
- w larghezza del blocco
- h spessore del blocco

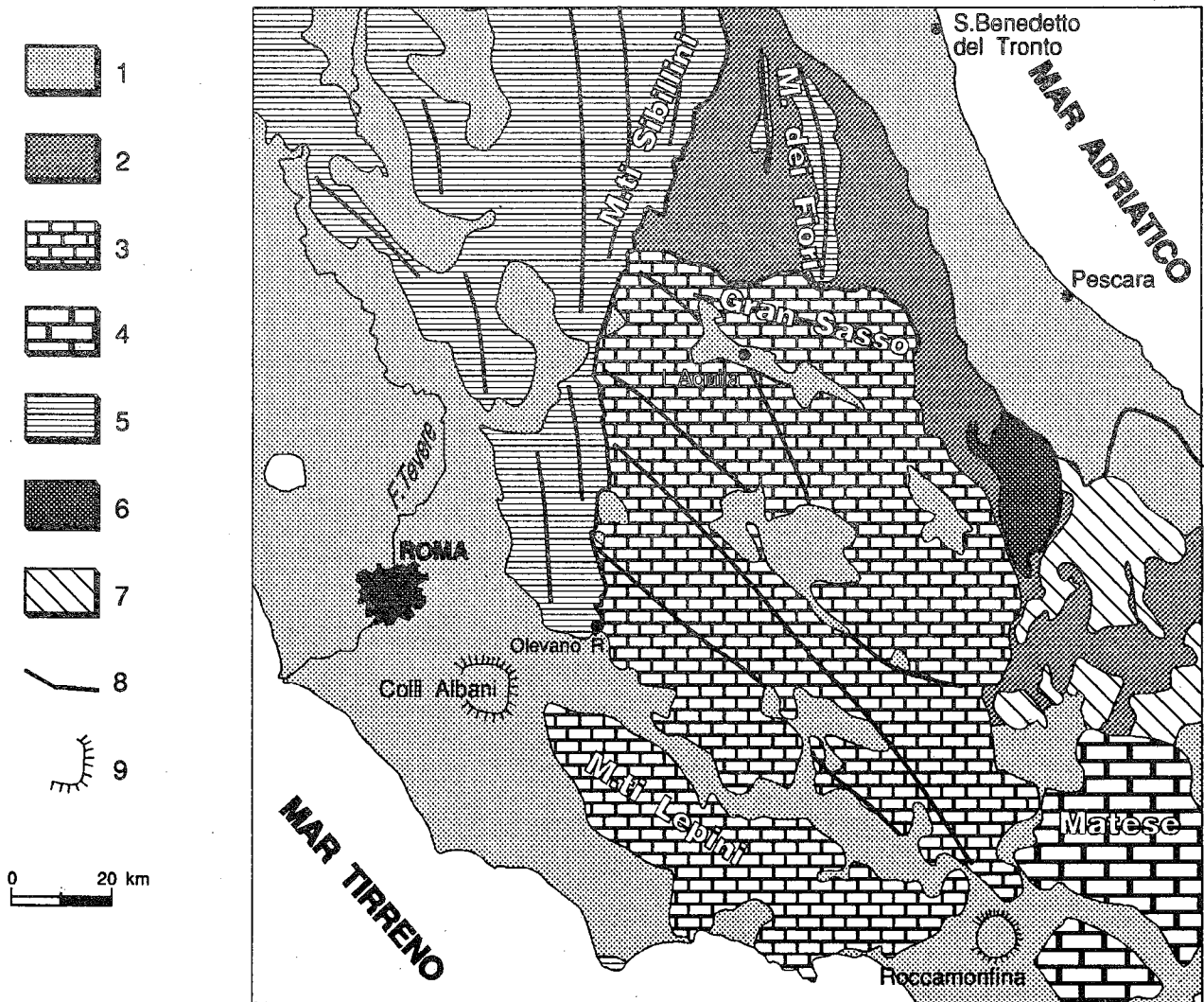


Fig. 1 - Inquadramento tettonico regionale dell'area. Legenda: 1) unità sedimentarie e vulcaniche plio-pleistoceniche; 2) unità della catena del Pliocene inferiore; 3) unità del dominio della Piattaforma laziale-abruzzese; 4) unità del dominio della piattaforma matese; 5) unità del dominio umbro-marchigiano-sabino; 6) unità della Maiella; 7) unità del complesso sicilide; 8) andamenti strutturali e linee tettoniche principali; 9) edifici vulcanici centrali quaternari (modificata da FUNICIELLO *et al.*, 1980).

Sostituendo le (2-5) nella (1) si ottiene una relazione, per date condizioni reologiche e di inclinazione del piano di scollamento, che mette in relazione il rapporto tra le dimensioni del blocco del tipo:

$$l/w = \varphi(h, w) \quad (6)$$

La Fig. 2 mostra gli esempi grafici sia in condizione di tettonica compressiva che distensiva per condizioni reologiche e di pendenza simili a quelle nella Piattaforma laziale-abruzzese durante la fase di raccorciamento (vedi oltre).

Dall'analisi della relazione trovata si possono trarre alcune considerazioni utili ai fini del problema proposto. Innanzi tutto vi è la verifica teorica che anche nel caso di tettonica pellicolare di raccorciamento e distensione si possa determinare la formazione di blocchi tettonici. Inoltre la relazione mette in luce che, per blocchi sufficientemente larghi (cioè con larghezze superiori alla decina di km) la geometria del blocco (rapporto lunghezza/larghezza) tende a diventare direttamente proporzionale al suo spessore. In altre parole, alla luce di questa considerazione è possibile ipotizzare la profondità del livello di scollamento di base dei singoli blocchi (ad esempio dei *thrust sheets*), una volta stimata grosso modo la reologia del sistema e la pendenza regionale del *sole thrust*.

Un'altra considerazione che emerge è la diversa geometria in situazioni distensive rispetto a quelle compressive. Nel primo caso infatti si ha un rapporto lunghezza/larghezza minore a parità di lunghezza ed un comportamento che più rapidamente arriverà ad una relazione di diretta proporzionalità tra spessore verticale e dimensioni orizzontali. Questo è chiaramente legato alla differente geometria tra i piani di *ramp* nelle due situazioni tettoniche. Il risultato è una suddivisione in blocchi con lunghezza più corta ed omogenea durante un evento tettonico distensivo, rispetto ad una situazione di raccorciamento.

Inoltre, la forte dipendenza delle geometrie dalla reologia lungo i piani di rottura tende a favorire la riattivazione di discontinuità preesistenti, anche non perfettamente compatibili con gli *stress* e le cinematiche legate alla forza peso.

In ogni caso, poiché le forze agenti sono omogenee e limitate alla forza peso, mentre si escludono meccanismi estremamente rigidi quali gli "agganciamenti" tra blocchi proposti da MACKENZIE & JACKSON, (1986), la possibilità di rotazioni relative tra blocchi adiacenti è legata alla esistenza di piani di discontinuità curvi (come nel caso di rotazioni con asse orizzontale) od alla presenza di blocchi delimitati da almeno una coppia di faglie contemporaneamente attive e congruenti con la rotazione, come discusso in NUR *et al.* (1986).

Si sottolinea infine che, date le estremamente basse velocità di movimento dei blocchi, il piano di scollamento alla base (*sole thrust*) può essere considerato come un livello duttile ad alta viscosità e quindi con valori di coesione e di frizione trascurabili ai fini del processo di rottura proposto.

ANALISI STRUTTURALE E TETTONICA A BLOCCHI

Il riferimento a piani stratigrafici nell'effettuare un rilevamento geologico rende difficoltoso il riconoscimento e la valutazione di blocchi ruotati intorno ad assi verticali su mere basi geologiche.

Alcuni risultati forniti dalla geologia strutturale, tipicamente assi strutturali e orientazioni di campi di *stress*/deformazione, permettono una evidenziazione dei blocchi, che si affianca al contributo fornito dalle metodologie paleomagnetiche.

Due sono i settori in cui il contributo della Geologia strutturale si rende efficace in questo contesto tettonico. Il primo è costituito dall'identificazione dei blocchi attraverso il riconoscimento delle zone di margine e la modellizzazione delle interazioni tra loro. Il secondo consiste nella possibilità di valutare il tipo e l'entità di movimenti e rotazioni relative.

Nel primo caso indizi possono essere ricavati dalla reinterpretazione geometrica e strutturale tridimensionale della cartografia esistente, unita a specifiche campagne sul terreno. Queste indagini sono volte alla ricerca di zone allungate in cui i litotipi si presentino maggiormente deformati e frammentati o che presentino, per loro composizione o per evoluzione tettonica precedente, valori minori di coesione e del coefficiente di attrito interno.

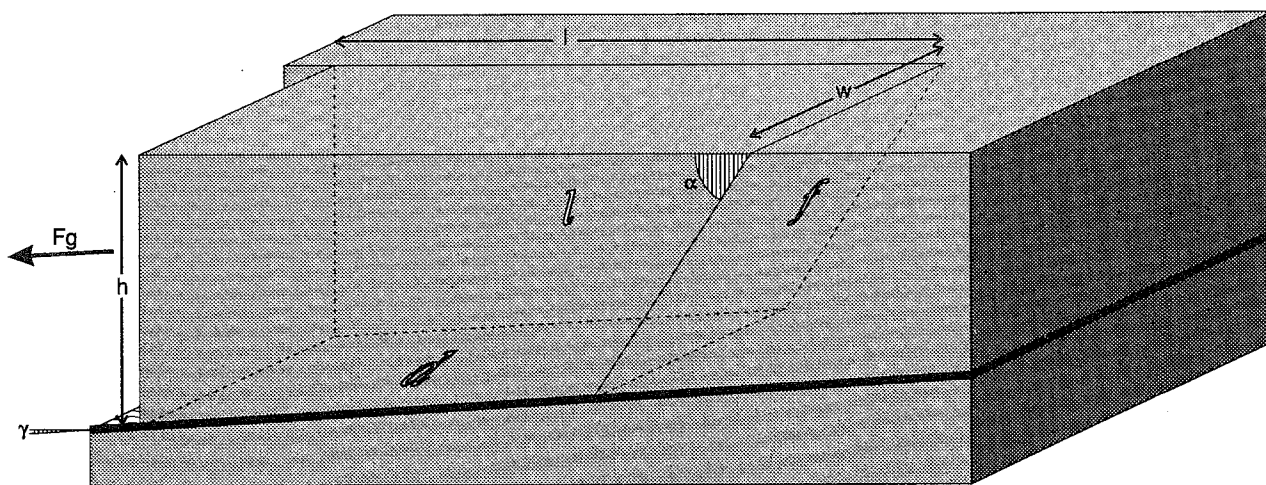


Fig. 2 - Schema del modello di generazione per rottura di un blocco tettonico in regime di tettonica pellicolare. Legenda: *d*) piano di scollamento del blocco; *f*) piano di rottura della zona di *ramp*; *l*) piano di rottura di sbloccamento laterale (*lateral ramp*); *l*) lunghezza del blocco; *w*: larghezza del blocco; *h*) spessore del blocco; *a*) pendenza del piano ϕ ; *g*) pendenza del piano di scollamento; *Fg*) componente della forza peso lungo la massima pendenza del piano di scollamento.

La valutazione del tipo o della entità di movimenti relativi e rotazioni tra blocchi può essere stimata sulla base di una serie di indagini. Spesso la deformazione lungo le zone di margine si presenta molto complessa e non risolvibile in sola chiave dinamica (nel senso di SALVINI & VITTORI, 1982). Una loro corretta interpretazione in chiave cinematica, cioè mettendo le deformazioni direttamente in relazione al moto relativo tra i due blocchi adiacenti, permette una modellizzazione di quest'ultimo.

In caso di cinematica tra i blocchi adiacenti limitata a piccoli movimenti, indicazioni sulla tettonica a blocchi vengono fornite dalla "distorsione locale" dei campi di paleo-stress causata dalla interazione tra i blocchi stessi. Un attento esame delle traiettorie dei paleo-stress ricavati dall'analisi strutturale permette la separazione della componente locale rispetto a quella regionale. Infine, le traiettorie di paleo-stress degli eventi precedenti alla rotazione/traslazione dei blocchi costituiscono *markers* utilizzabili, analogamente ai dati paleomagnetici, per una misurazione dei successivi movimenti relativi (si veda più oltre l'applicazione proposta per la Piattaforma laziale-abruzzese).

MODELLO TETTONICO DELLA PIATTAFORMA LAZIALE-ABRUZZESE

Le considerazioni presentate sono state utilizzate nella preparazione di un modello dinamico del settore dell'Appennino centrale occupato dalla unità geodinamica della "Piattaforma laziale-abruzzese" (Fig. 3). Questa è costituita da una successione carbonatica di piattaforma di età triassico-miocenica bordata nei suoi settori E, N ed W da successioni di margine che testimoniano il suo passaggio ad ambiente di bacino. Per una esauriente descrizione della stratigrafia dei litotipi presenti nell'area si rimanda agli Autori, ed in particolare a PAROTTO & PRATURLON (1975) e ACCORDI & CARBONE (1988) ed alla estesa bibliografia presente in questi lavori.

L'interesse in tale area è rappresentato dall'assetto strutturale ben evidenziato anche dalla morfologia regionale. Si tratta infatti di un settore caratterizzato, per motivi prettamente tettonici, da un andamento marcato NW-SE, che contrasta con gli allineamenti intorno a N-S delle strutture che la bordano sia ad Ovest che ad Est, o ancora E-W che la bordano verso N.

Questa marcata differenza di orientazione ha portato alla identificazione di importanti linee tettoniche lungo le zone di transizione tra andamenti diversi: la Linea Ancona-Anzio *Auct.* (MIGLIORINI, 1950) ad Ovest e la Linea Ortona-Roccamonfina ad Est (PAROTTO & PRATURLON, 1975).

Precedenti autori (tra gli altri, CASTELLARIN *et al.*, 1978; SALVINI & TOZZI, 1988; BIGI *et al.*, 1990; PATACCA *et al.*, 1990) hanno interpretato tale variazione come effetto di una evoluzione tettonica di raccorciamento sviluppata in due fasi distinte vuoi per orientazione delle vergenze vuoi per una rotazione relativa dei blocchi tra le due fasi. Tali interpretazioni non riescono tuttavia a giustificare alcune caratteristiche tra cui l'età relativa apparentemente più antica degli accavallamenti lungo la linea Olevano-Antrodoco rispetto a quelli sul bordo Nord della struttura (BIGI *et al.*, 1990). Infatti, mentre nella prima zona strutture ad andamento N-S si accavallano sopra strutture con assi NW-SE, il con-

trario sembra essersi verificato nel settore Montagna dei Fiori-Gran Sasso.

Uguualmente, i modelli proposti non erano in grado di giustificare la componente di trascorrenza rilevata lungo le zone di deformazione allungate NW-SE tra alcuni blocchi principali identificabili sia strutturalmente che morfologicamente (MONTONE & SALVINI, 1990, in stampa). Secondo il modello proposto, le interazioni tra i blocchi e la loro ulteriore suddivisione interna, sarebbero i responsabili delle strutture a bacini e dorsali a simmetria complessa che si osservano.

I dati utilizzati nel mettere a punto il modello proposto possono essere raggruppati in tre categorie: l'analisi della cartografia esistente, l'indagine strutturale ed il rilevamento geologico-strutturale delle aree chiave (le zone di margine tra blocchi). Nell'ambito della prima categoria sono stati esaminati con attenzione i rigetti stratigrafici apparenti come risultano dalle carte geologiche esistenti (SERVIZIO GEOLOGICO ITALIANO, anni vari). La componente principale del rigetto delle faglie regionali è stata dedotta dal confronto dei diversi rigetti stratigrafici apparenti che presentano insieme a quelli delle faglie secondarie associate. In alcuni casi, come per le faglie NW-SE del settore settentrionale, tale indagine ha permesso di calcolare un rigetto orizzontale prevalente.

Gli studi nella seconda categoria comprendono i dati rilevati nel corso degli ultimi anni da diversi Autori e sintetizzati in SALVINI & TOZZI (1988) cui si rimanda per la bibliografia. Essi riguardano prevalentemente il settore della piattaforma occidentale. A questi dati sono state aggiunte una serie di indagini di terreno specifiche, che hanno mostrato la presenza di movimenti trascorrenti e transtensivi sinistri lungo i piani di faglia associati alle linee tettoniche NW-SE principali.

La terza categoria comprende il rilevamento geologico-strutturale di dettaglio di una porzione chiave della Linea della Val Roveto (MONTONE & SALVINI, in stampa) ed una serie di ricognizioni sul terreno lungo la linea stessa e lungo i margini della piana del Fucino.

I vari tipi di dati ottenuti si presentano sufficientemente congruenti con il modello proposto, che è stato tentativamente esteso all'intero dominio della piattaforma, in attesa dei risultati delle indagini di campagna necessarie per una sua conferma definitiva.

Il modello proposto, ancora in parte incompleto, giustifica tali evidenze attraverso l'identificazione di una serie di blocchi a comportamento prevalentemente rigido con rapporti di rotazione e traslazione relativa.

L'attuale assetto strutturale del dominio della Piattaforma laziale-abruzzese riflette una complessa evoluzione tettonica. Questa si è sviluppata attraverso la successione di due fasi tettoniche distinte. Inizialmente si è prodotto un forte raccorciamento delle unità superficiali che ha portato alla formazione di una catena *a thrust*; successivamente l'area è stata interessata da limitati accavallamenti a vergenza orientale associati all'attivazione di zone di taglio trascorrenti sinistre.

La prima è probabilmente il riflesso di un ampio raccorciamento crostale. Le deformazioni presenti indicano una vergenza di raccorciamento verso NE e, insieme alla età di chiusura dei cicli sedimentari presenti, forniscono una età di inizio della tettonica tra il Tortoniano inferiore (nel settore SW) ed il Messiniano (settorio NE) (PATACCA *et al.*, 1990). Alla direzione di raccorciamento individuata va però sottratta una eventuale

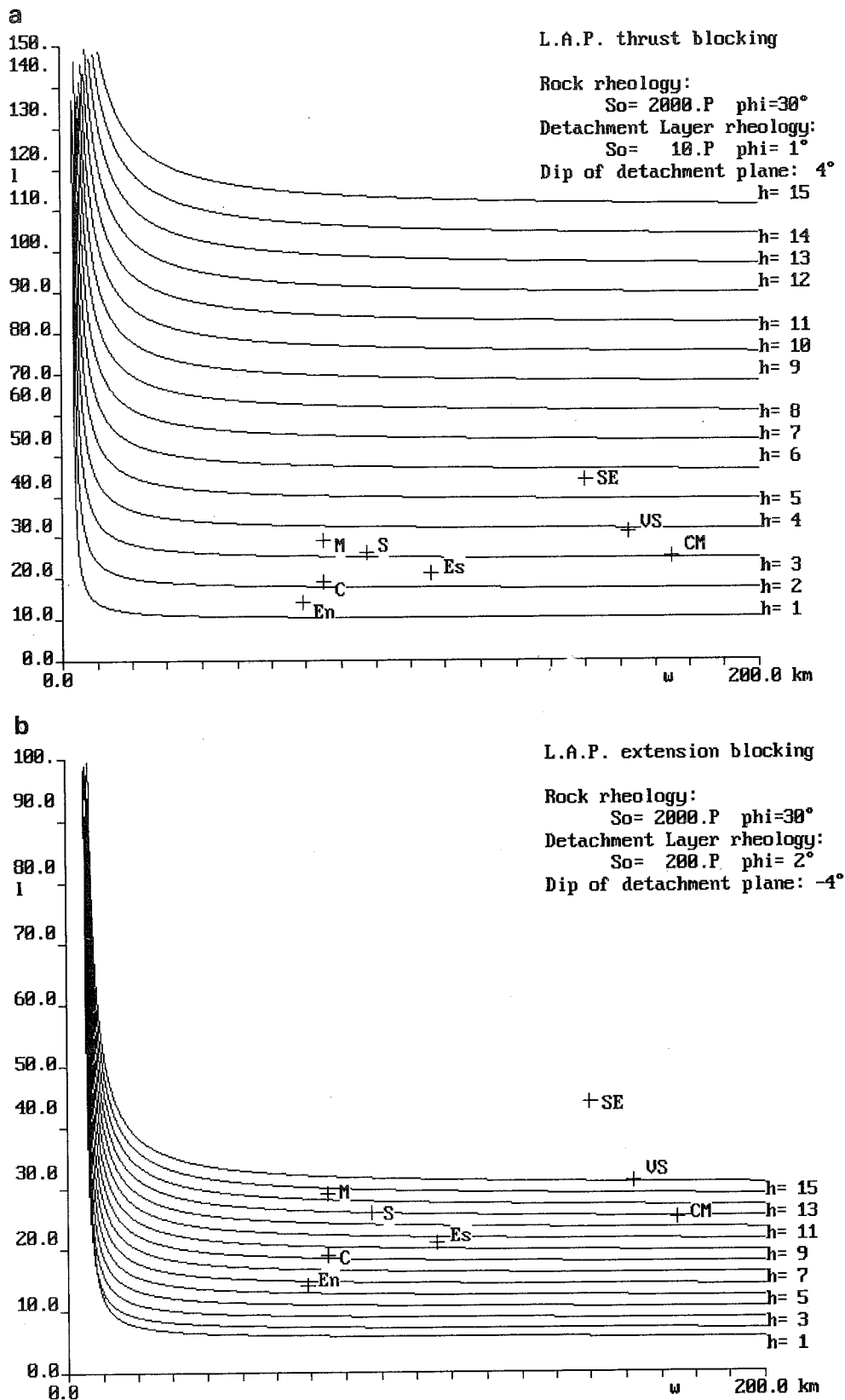


Fig. 3 - Grafici che illustrano alcune delle soluzioni delle dimensioni del blocco secondo il modello proposto. In ascissa sono riportate le larghezze (w) in km dei blocchi, in ordinata le lunghezze (l), sempre in km; le curve sono relative agli spessori tra 1 e 15 km. I valori utilizzati e riportati nella parte superiore destra dei diagrammi sono rappresentativi delle condizioni reologiche e geometriche verosimilmente presenti nel dominio della Piattaforma laziale-abruzzese durante la fase raccorciativa. Il diagramma di Fig. 3a è relativo agli eventi compressivi, quello b agli eventi distensivi successivi. Dalle dimensioni superficiali dei blocchi è possibile effettuare una stima (estremamente indicativa) dello spessore dei principali blocchi identificati nel presente lavoro (si assume la loro generazione durante la fase raccorciativa). Gli elevati valori di spessore calcolati per gli eventi distensivi rendono più credibile la rottura in blocchi nel dominio considerato in condizioni compressive. Legenda: Es) blocco dei M.ti Ernici sud-occidentali; En) M.ti Ernici nord-orientali; S) M.ti Simbruini; SE) Settore M.ti Ernici-M.ti Simbruini-M.Cairo; C) M.ti Carseolani; M) Marsica; CM) Settore M.ti Carseolani-Fucino-Marsica; VS) Settore M.Nuria-M.Velino-Sirente-Montagna Grande.

rotazione dell'intero blocco della piattaforma in tempi successivi a questa fase.

Lo stile deformativo alla mesoscala è costituito in massima parte da sistemi anche coniugati di faglie inverse con piani a debole pendenza, con spesso una utilizzazione delle discontinuità della stratificazione, e localmente sistemi coniugati trascorrenti. A scala regionale il raccorciamento è avvenuto secondo una serie di livelli di scollamento intraformazionali (*flat*) collegati tra loro da piani a debole/media pendenza che tagliano la stratificazione (*ramp*). Sono individuabili più livelli preferenziali di scollamento: quello basale è costituito dai litotipi della serie evaporitica-lagunare della base del Trias. Altri livelli collegati a scivolamenti preferenziali sono il Livello ad Orbitoline, il tetto del Cretacico inferiore e le Marne ad Orbulina (da Serravalliano a Tortoniano).

L'esistenza di più livelli di scollamento ha contribuito a frammentare il blocco della "piattaforma" in numerose scaglie accavallate anche con serie incomplete. Associata a questa fase e legata ad un riequilibrio gravitativo è una fase tettonica distensiva che si sviluppa immediatamente dopo il raccorciamento (o addirittura già durante i suoi ultimi episodi) e che riattiva in senso distensivo parte delle discontinuità tettoniche già strutturate. E' da rimarcare il carattere deformativo più fragile rispetto all'episodio precedente, carattere che ha creato, specialmente in prossimità dei *ramp* principali, delle fasce allungate NW-SE fortemente indebolite da una serie di clivaggi (in parte legati a situazioni di *Fault-Bend Folding*).

La fase tettonica successiva è di età più difficilmente precisabile e si instaura probabilmente a partire dal Pliocene inferiore (BIGI *et al.*, 1990). Si presenta strutturata in modo più complesso della precedente. A livello mesostrutturale essa si manifesta con dei sistemi anche coniugati di faglie inverse con raccorciamento N70°E e sistemi coniugati trascorrenti, oltre allo sviluppo di faglie trascorrenti N-S, NW-SE ed E-W (PAROTTO & PRATURLON, 1975; FUNICIELLO *et al.*, 1980; MONTONE & SALVINI, 1990; in stampa). Dal punto di vista cinematico questa seconda fase, mentre nel settore ad W della piattaforma porta allo sviluppo di fronti di accavallamento (Linea tettonica Olevano-AnTRODoco) e faglie trascorrenti destre N-S (CASTELLARIN *et al.*, 1978; MATTEI *et al.*, 1991), nella piattaforma si manifesta prevalentemente con una serie di faglie trascorrenti sinistre NW-SE, spesso legate ad una riattivazione di tipo trascorrente delle zone di debolezza generate dalla fase precedente.

Il risultato è un assetto tettonico fortemente modificato, anche se dal punto di vista dei rigetti stratigrafici, a causa prevalentemente del forte angolo esistente tra la direzione di raccorciamento della fase precedente e le faglie NW-SE, il ruolo di questa seconda fase appare estremamente ridotto. D'altronde la faglia NW-SE studiata in maggior dettaglio, la linea della Val Roveto, presenta, contrariamente al suo sviluppo regionale (sino al centinaio di chilometri), rigetti orizzontali apparentemente di pochi chilometri, come determinato dall'analisi delle strutture deformative associate nel settore nord-occidentale.

Tale rapporto rigetto/estensione è a favore infatti nell'area di una tettonica a blocchi più che ad una situazione trascorrente andersoniana. Tettonica a blocchi che si sviluppa prevalentemente nei livelli crostali superficiali, come indicherebbe la distanza media tra i

"binari" trascorrenti, che è dell'ordine di 20 km. Il ruolo e la natura di tali elementi è emersa inizialmente attraverso una serie di indagini di campagna. Successivamente un attento riesame della cartografia geologica esistente, insieme a dati mesostrutturali, ha contribuito a mettere in luce un significato regionale di tale meccanismo, estendibile a tutta la piattaforma.

Il risultato di questa evoluzione tettonica è la suddivisione a scala regionale della piattaforma laziale-abruzzese compresa tra la Valle Latina ed il Gran Sasso in cinque blocchi principali, allungati in senso NW-SE e limitati ad ovest dalla linea Olevano-AnTRODoco e ad est dalla linea Ortona-Roccamonfina (vedi Fig. 4).

Questi blocchi sono stati separati da strette zone di taglio che hanno avuto un ruolo differente nel tempo, come descritto in precedenza. Quelle esaminate presentano, come evidenze della loro ultima attività, deformazioni a scala minore legate ad una cinematica trascorrente sinistra (vedi in precedenza).

L'esaurirsi ai margini del dominio della loro azione, in parte in corrispondenza delle due linee tettoniche citate, è spiegabile introducendo una trascorrenza destra di queste ultime unita ad una supposta rotazione oraria relativa di alcuni gradi dei blocchi identificati, relativamente alle strutture circostanti (vedi oltre).

Questi ultimi sono, a partire da SW: i Monti Ernici sud-occidentali, i Monti Simbruini, i Monti Carseolani-Monti della Meta, il blocco M. Nuria - M. Velino - M. Sirente ed il Gran Sasso - M. Morrone. Il limite tettonico spesso identificabile con una ristretta zona di taglio, nel caso di questi due ultimi blocchi si presenta più complesso e costituito prevalentemente da una serie di piane tettoniche quali quelle dell'Aquila e di Sulmona, riconducibili ad una componente distensiva.

Il livello strutturale tra i blocchi adiacenti rimane pressoché invariato durante l'ultimo evento tettonico e ciò rende improbabile una componente *dip* significativa nelle faglie di margine.

All'interno di ognuno di questi blocchi sono presenti una serie di zone di taglio di importanza secondaria che rendono possibile una ulteriore suddivisione dei settori evidenziati. Il ruolo di tali linee tettoniche sembra in ogni caso legato cinematicamente alla trascorrenza sinistra esistente tra i blocchi principali.

La presenza di queste linee contribuisce a complicare ulteriormente l'assetto descritto ed alla formazione di blocchi minori in espulsione (*push-up*) ed a bacini distensivi con una caratteristica forma a parallelogramma. In limitati casi, ed a scala nettamente minore, sono stati identificati dei bacini legati a meccanismi di *pull-apart* lungo le linee tettoniche principali, quale quello della piana di Tagliacozzo, lungo la Linea della Val Roveto (MONTONE & SALVINI, in stampa).

A partire da SW, le dislocazioni NW-SE con componente trascorrente sinistra sono:

- Linea Anticoli Corrado-Isola Liri
- Linea Castel di Tora-Prezzeno (Val Roveto)
- Linea Rieti-Pescasseroli
- Linea Posta-Pescocostanzo
- Linea Cittareale-Sulmona

In particolare, la Linea della Val Roveto, che mantiene un meccanismo trascorrente puro nel settore più nord-occidentale (MONTONE & SALVINI, 1990), si presenta interessata da una serie di trasferimenti del movimento e variazioni di azimut più a SE. Nel tratto centrale si assiste alla presenza di una componente compressiva, sviluppata in seguito alla rotazione di una de-

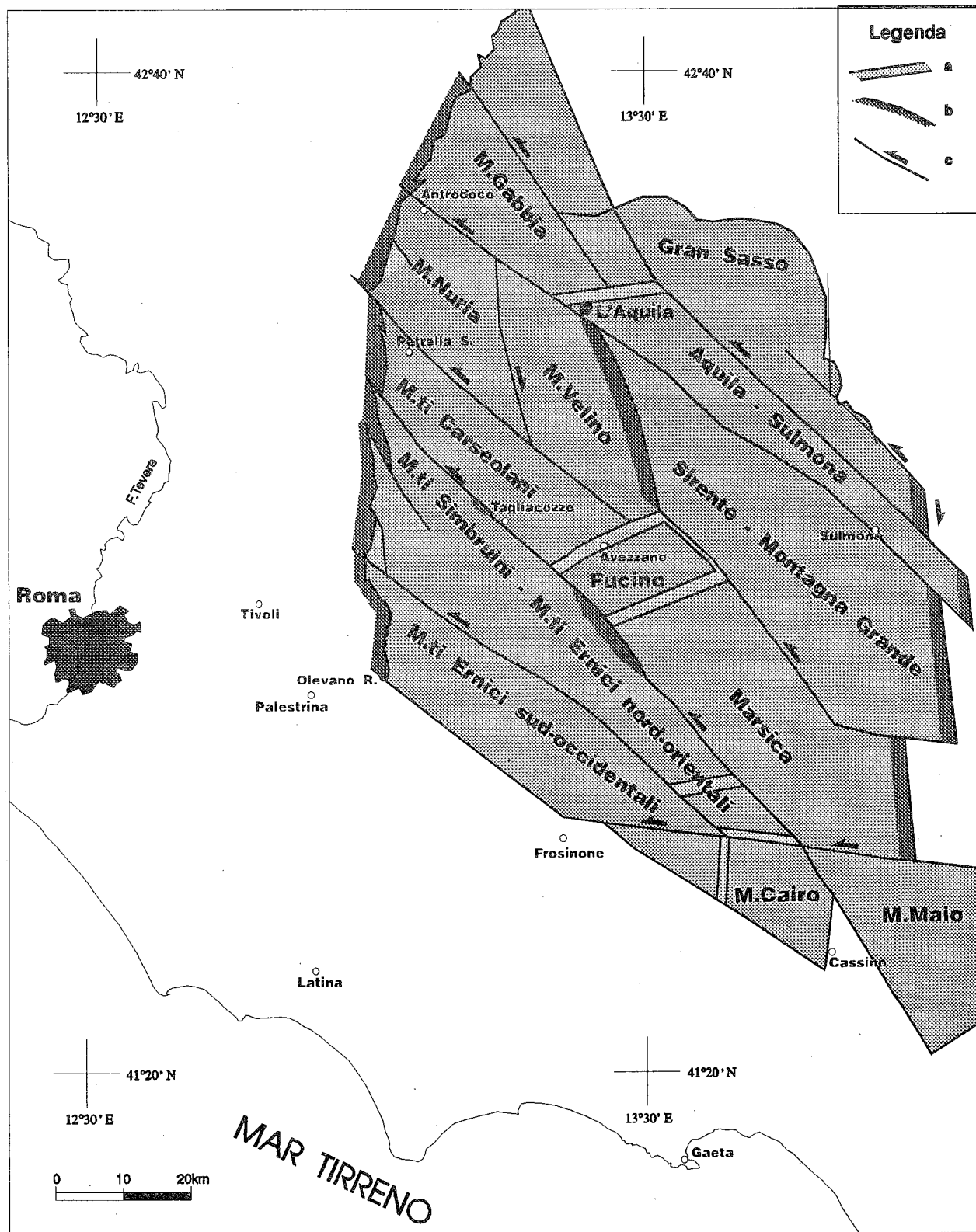


Fig. 4 - Modello dell'assetto tettonico della Piattaforma laziale-abruzzese legato all'evento tettonico cinematico proposto. Legenda: a) margini dei blocchi prevalentemente in distensione; b) margini dei blocchi prevalentemente in compressione; c) margini dei blocchi con componente trascorrente prevalente.

cina di gradi della linea stessa secondo direzioni più meridiane (*restraining band*). Nel tratto sud-orientale viceversa la linea assume una direttrice ruotata in senso E-W con il conseguente sviluppo di una componente distensiva marcata (*releasing band*).

Queste linee delimitano, all'interno della Piattaforma, sei dorsali tettoniche allungate in senso NW-SE. Le dorsali sono:
 — M.ti Ernici Sud-Occidentali
 — M.ti Simbruini - M. Cairo

- Cicolano - M. Maio
- M. Nuria - Montagna Grande
- M. Gabbia - M. Pizzalto

La prima si comporta come un blocco omogeneo ed è delimitata da elementi distensivi a SW e SE, compressivi ad W (Linea Olevano-Antrodoco) e prevalentemente trascorrenti a NE.

La seconda dorsale tettonica presenta una articolazione in tre blocchi principali. A NE i M.ti Simbruini-M.ti Ernici Orientali costituiscono un settore rialzato in rapporto con le strutture adiacenti di compressione verso W e trascorrenti a SW e NE. Più ad E il rapporto con il blocco adiacente è marcato da una tettonica compressiva. Tale situazione è stata già ricondotta in precedenza ad un *restraining band* della Linea della Val Roveto.

Tanto a SW quanto a NE, il contatto tra questo blocco e quelli adiacenti è dominato da una tettonica trascorrente sinistra. A Sud il blocco confina con la struttura distensiva della piana di Arpino, delimitata a Sud da una faglia E-W trascorrente sinistra, che in questo tratto presenta una componente distensiva. Il settore più sud-occidentale di questa dorsale è costituito dal blocco sollevato del M. Cairo.

Nella dorsale immediatamente a NE, che comprende le aree dal Cicolano al M. Maio, si individuano 4 blocchi tettonici. Il primo è caratterizzato da rapporti tettonici prevalentemente trascorrenti a NW ed a SE, compressivi ad W e distensivi a SSE, dove confina con la Piana del Fucino. Questa costituisce un settore ribassato in distensione, e la caratteristica forma a parallelogrammo è legata a margini a forte componente distensiva verso NNW e SSE, e transtensivi a NE e SW (cfr. BECCACINI *et al.*, 1991).

La Marsica costituisce il terzo blocco della dorsale. Esso è caratterizzato oltre che dalla tettonica distensiva a NNW, al confine con la Piana del Fucino, da relazioni di tipo trascorrente lungo i suoi fianchi SW e NE. La sua estremità W presenta la situazione di tettonica compressiva presso Civitella Roveto. Anche il suo margine orientale sembra interessato, oltre che da indizi di trascorrenza destra, da una compressione E-W.

La quarta dorsale, da M. Nuria sino a Montagna Grande, è suddivisa in quattro blocchi tettonici. A differenza della precedente, questi presentano tra loro rapporti con una forte componente compressiva. Il più nord-occidentale, il blocco del M. Nuria, presenta una tettonica complessa lungo il suo margine occidentale, in corrispondenza dell'Olevano-Antrodoco. Infatti, mentre nel tratto più settentrionale il contatto è di natura compressiva, in quello meridionale è sostituito da un caratteristico bacino di forma triangolare, a testimonianza del passaggio ad un regime distensivo (rotazione relativa antioraria del margine?). Il blocco del M. Nuria è delimitato a NE e SW dalle linee regionali NW-SE trascorrenti sinistre corrispondenti.

Il passaggio al blocco immediatamente a SE, quello del M. Velino, è caratterizzato da una zona di taglio NNE-SSW trascorrente destra con componente compressiva. Quest'ultimo blocco è delimitato a SW da una fascia trascorrente sinistra, ugualmente a NE, ma con una componente distensiva, come pure a SSE per un breve tratto. Il suo contatto ad E con il blocco del Sirente è marcato da una intensa tettonica compressiva E-W. Secondo il modello proposto l'attività di questa tettonica di raccorciamento fa sì che il blocco del M. Velino rappresenti una struttura di espulsione tipo strut-

tura di *push-up*, legata ai movimenti di taglio sinistri regionali.

I due blocchi successivi, il Sirente e quello della Montagna Grande, si presentano come una coppia di strutture suddivise da una zona di taglio NNE-SSW destra con compressione all'altezza del Passo del Diavolo (non indicato in carta). A parte la tettonica distensiva che si osserva tra il Sirente e la Piana del Fucino, i margini NW-SE dei due blocchi sono caratterizzati da taglio trascorrente sinistro. Infine, il margine orientale del blocco della Montagna Grande si presenta interessato da tettonica trascorrente destra con una componente compressiva localmente intensa.

L'ultima dorsale tettonica descritta, relativa all'area tra M. Gabbia e Sulmona, è dominata da una componente distensiva lungo i suoi margini. Fa eccezione il blocco del M. Gabbia, che presenta interazioni con i blocchi vicini simili a quanto osservato in quello dei M.ti Cicolani-M.ti Carseolani, con un margine SSE in distensione, quello WNW in compressione ed una trascorrenza sinistra dominante lungo i due binari tettonici regionali che lo limitano a NW e SE.

Nel caso dei primi tre blocchi citati, Monti Ernici, Monti Simbruini e M. Carseolani - Piana del Fucino - Monti della Meta, una stima della rotazione relativa tra i blocchi è stata resa possibile dall'analisi dei dati strutturali legati alla tettonica precedente secondo quanto esposto in precedenza. I dati sono stati analizzati secondo la metodologia delle sezioni azimutali presentata in SALVINI (1992). Queste prevedono lo studio dell'andamento delle direzioni di massima compressione, attraverso la proiezione dei risultati delle analisi strutturali su di un profilo continuo, che attraversa le strutture. E' possibile in tale modo visualizzare con precisione eventuali rotazioni dei paleo-campi di *stress* ricostruiti e riconducibili a rotazioni successive dei blocchi deformati. Per una completa descrizione della metodologia, si rimanda all'articolo citato. Dai diagrammi di Fig. 6 risulta una rotazione oraria relativa di 12° del blocco Monti Simbruini rispetto a quello dei Monti Ernici. Tra i due blocchi si osserva una fascia con direzioni più disperse larga una decina di chilometri.

La presenza di queste rotazioni relative tra blocchi adiacenti va tenuta in considerazione nella realizzazione di sezioni geometricamente corrette ("sezioni bilanciate") di più blocchi.

La modellizzazione delle interazioni tra i blocchi descritti ha permesso un tentativo di ricostruzione cinematica dell'evoluzione tettonica della piattaforma.

Tale ricostruzione ha mostrato come l'effetto di questa ultima fase tettonica sia stato quello di produrre un allungamento in senso NNW-SSE dell'intera struttura, che originariamente doveva possedere una forma più quadrata.

CONCLUSIONI

Il modello tettonico proposto va inquadrato nell'evoluzione della catena appenninica al termine della fase principale di raccorciamento e di orogenesi. La complessità cinematica che si è rivelata è probabilmente da ricondurre alla complessa ultima evoluzione geodinamica (BIGI *et al.*, 1990; PATACCA *et al.*, 1990; CIPOLLARI & COSENTINO, 1991). Ad ovest infatti assistiamo all'apertura di un bacino in senso E-W e NW-SE in corrispondenza di una oceanizzazione della crosta (M. Tir-

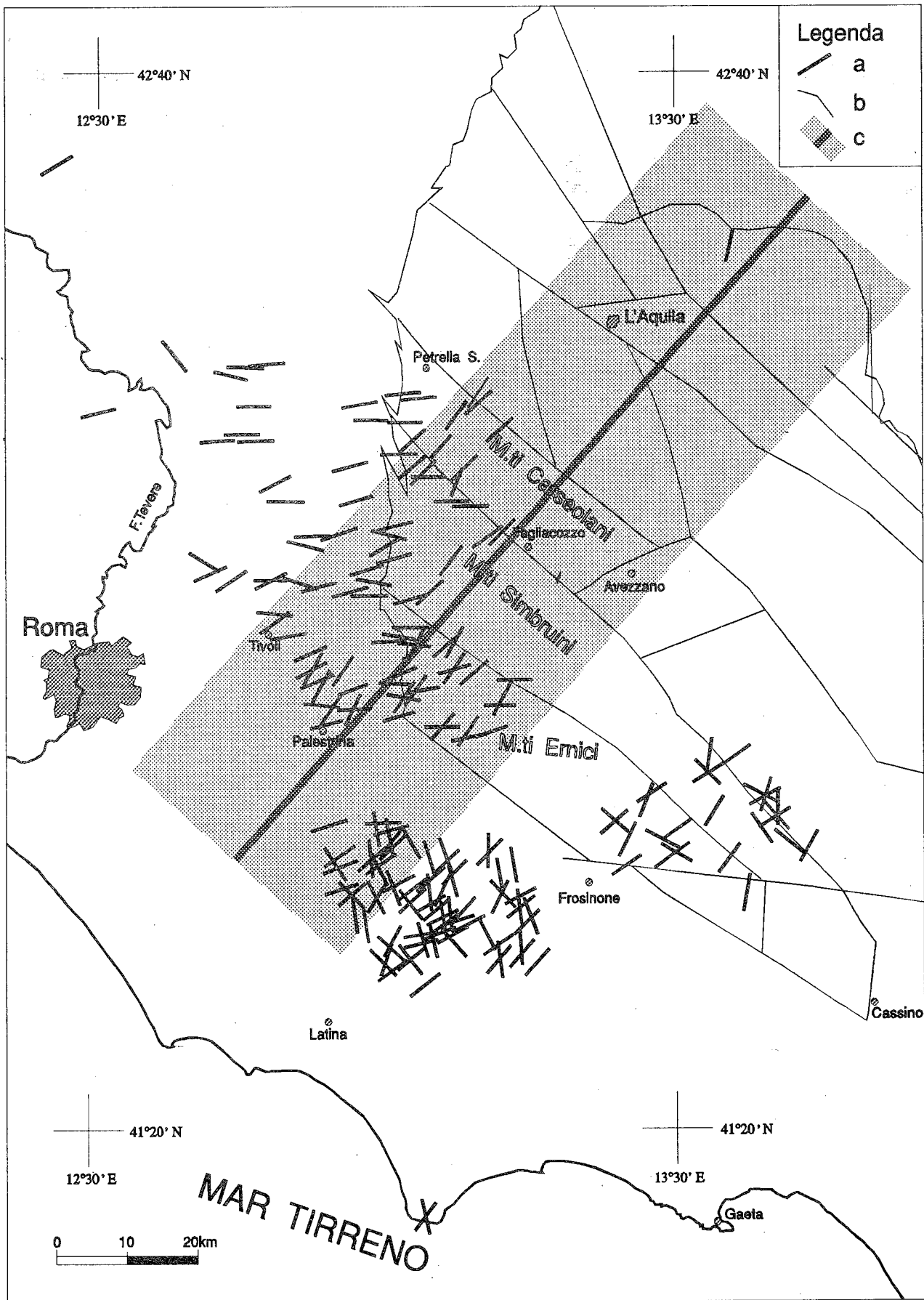


Fig. 5 - Sintesi delle direzioni di massima compressione calcolate per la fase di raccorciamento (ricavati da una banca dati con metodi vari relativa a SALVINI & TOZZI, 1986 e bibliografia ivi citata). Legenda: a) direzioni di massima compressione (sigma 1); b) margini tettonici dei blocchi; c) traccia dell'asse della sezione azimutale proposta con l'identificazione dell'area di selezionamento utilizzata.

SW-NE Section - 10x20x10° NE sigma 1 event. LAP. Azimuthal Spectra
 41.667°Lat 42.5°Lat
 12.75°Long 13.75°Long

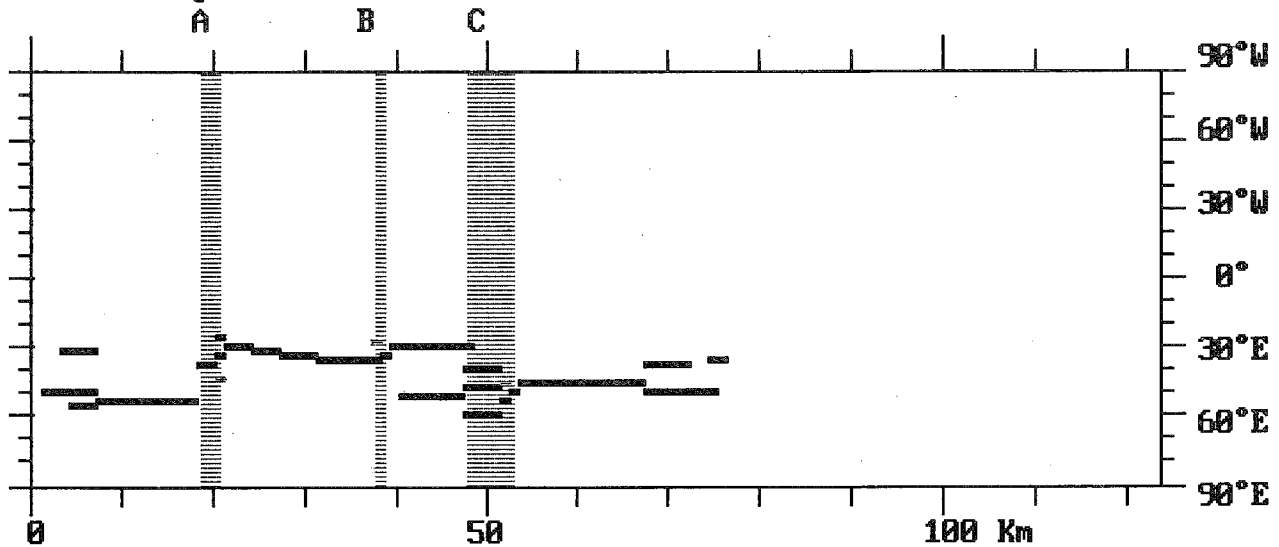


Fig. 6 - Sezione azimutale ricavata dall'analisi dei dati strutturali presentati in Fig. 5 ed elaborata secondo SALVINI (in stampa). In ascissa è rappresentata la coordinata lineare in km lungo il profilo, da SW a NE. In ordinata sono rappresentati gli azimut. I tratti scuri all'interno rappresentano le direzioni preferenziali presenti. E' evidente la rotazione di 12° tra il blocco dei Monti Ernici (zona A-B, azimut medio N32°E) e quello dei Monti Simbruini (zona a nord-est della transizione C, azimut N44°E), con una zona (B-C) più intensamente deformata (blocchi minori ruotati?) tra i due settori.

reno; BIGI *et al.*, 1990). A NE le unità appenniniche sono sottoscorse dalla Placca Adriatica con direzioni di raccorciamento intorno a NE-SW. Il motore della cinematica della Piattaforma Laziale-Abruzzese può quindi essere ricercato nella presenza contemporanea di due direttrici tettoniche, con direzione NE-SW nella microplacca adriatica ad est ed E-W ad occidente). La presenza di un grosso svincolo nel Mar Tirreno all'altezza del 41° parallelo insieme alla presenza di una disgiunzione all'altezza del 42° parallelo nella Piattaforma Adriatica svolgono sicuramente un ruolo di ulteriore complicazione dell'assetto dell'area studiata, che si sviluppa proprio tra questi due paralleli (FAVALI *et al.*, 1990).

Il modello presentato spiega l'apparente contraddizione di rapporti cronologici evidenziati dagli Autori lungo l'Ancona-Anzio. Secondo quanto esposto l'Olevano-Anatrodoco rappresenterebbe l'involuppo di una serie di accavallamenti e bacini *en échelon* con rigetti limitati e legati alla rotazione relativa dei blocchi della Piattaforma Laziale-Abruzzese. Il contemporaneo accavallamento lungo il fronte del Gran Sasso risulterebbe legato a quest'ultimo fenomeno (GHISETTI *et al.*, 1991).

Anche la presenza di estesi bacini tettonici con limitato rigetto verticale viene facilmente messo in relazione con movimenti relativi di parziale allontanamento tra blocchi adiacenti. I limitati rigetti e le dimensioni dei bacini osservati sono perfettamente congruenti con l'ultima attività in parte modellizzata delle faglie regionali identificate, quasi tutte peraltro già descritte, anche nel loro ruolo di trascorrenti, dagli Autori (fra gli altri, PAROTTO & PRATURLON, 1975; FUNICIELLO *et al.*, 1980).

In conclusione, è da ricordare il carattere preliminare del modello proposto, specialmente nei settori settentrionali ed orientali, per il cui completamento sono in corso campagne specifiche.

TESTI CITATI

AA.VV. (1991) - *Crop 11 - Appennino centrale*. Workshop CROP 11 - Roma, 28-29/11/1991, riassunti, 109 pp.

ACCORDI G., CARBONE F., a cura di, (1988) - *Carta delle litofacies del Lazio-Abruzzo ed aree limitrofe*. CNR, Quad. de "La Ricerca Scientifica", 11, 1-223.

ANGELIER J. (1984) - *Tectonic analysis of fault slip data sets*. J. Geophys. Res., 89, 5835-5848.

BALLY A.W., BURBI L., COOPER C. & GHELARDONI R. (1988) - *Balanced sections and seismic reflection profiles across the central Apennines*. Mem. Soc. Geol. It., 35 (1986), 257-310.

BECCACINI A., CAVINATO G.P. & VITTORI E. (1991) - *Dati mesostrutturali nel bacino del Fucino*. Workshop CROP 11 - Roma, 28-29/11/1991, riassunti, 3.

BIGI G., CASTELLARIN A., CATALANO R., COLI M., COSENTINO D., DAL PIAZ G.V., LENTINI F., PAROTTO M., PATACCA E., PRATURLON A., SALVINI F., SARTORI R., SCANDONE P. & VAI G.B. (1990) - *Synthetic Structural-Kinematic Map of Italy at scale 1:2,000,000*. C.N.R., Progetto Finalizzato Geodinamica, Stabilimento L. Salomone, Roma.

CASTELLARIN A., COLACICCHI R. & PRATURLON A. (1978) - *Fasi distensive, trascorrenze e sovrascorrimenti lungo la "Linea Ancona-Anzio" dal Lias medio al Pliocene*. Geol. Romana, 18, 161-189.

CAVINATO G.P. & SIRNA M. (1992) - *Elementi di tettonica transpressiva lungo la linea di Anzio (Lazio meridionale)*. Mem. Soc. Geol. It., 41, in stampa.

CIPOLLARI P. & COSENTINO D. (1991) - *Analisi biostratigrafica dei depositi terrigeni a ridosso della linea Olevano-Anatrodoco*. Workshop CROP 11 - Roma, 28-29/11/1991, riassunti, 40-41.

D'ARGENIO B. (1966) - *Zone isopiche e faglie trascorrenti nell'Appennino centro-meridionale*. Mem. Soc. Geol. It., 5, 279-299.

- DAMIANI A.V. (1985) - *Considerazioni sulla evoluzione geodinamica della linea tettonica "Anticoli Corrado - Olevano Romano" e delle zone ad essa adiacenti (Lazio)*. Boll. Serv. Geol. It., **101**.
- FAVALI P., MELE G. & MATTIETTI G. (1990) - *Contribution to the study of the Apulian Microplate geodynamics*. Mem. Soc. Geol. It., **41**, 71-80.
- GHISETTI F., FOLLADOR U., LANZA R. & VEZZANI L. (1991) - *Ruolo di zone di taglio transpressive nella strutturazione del fronte del Gran sasso - Morrone*. Workshop CROP 11 - Roma, 28-29/11/1991, riassunti, 80.
- FUNICIELLO R., PAROTTO M. & PRATURLON A., editors (1980) - *Tectonic Map of Italy at scale 1:1.500.000*. 26° I.G.C., Paris, Stabilimento L. Salomone, Roma.
- MATTEI M., FUNICIELLO R., KISSEL C. & LAJ C. (1991) - *Neogene crustal block rotations in central Apennines revealed by paleomagnetic and magnetic fabric analyses*. Workshop CROP 11 - Roma, 28-29/11/1991, 87-88.
- MCKENZIE D. & JACKSON J.A. (1986) - *A block model of distributed deformation by faulting*. J. Geol. Soc. London., **141**, 349-353.
- MIGLIORINI C.I. (1950) - *Suddivisione geografica dell'Appennino per uso geografico. una proposta*. Boll. Soc. Geol. It., **68**, 95-96.
- MONTONE P. & SALVINI F. (1990) - *Carta geologico - strutturale dei rilievi tra Colli di Monte Bove (Carsoli) e Tagliacozzo, Abruzzo*. Stabil. L. Salomone, Roma.
- MONTONE P. & SALVINI F. (1992) - *Evidences of strike-slip tectonics in the Apenninic Chain near Tagliacozzo (L'Aquila), Abruzzi, Central Italy*. Boll. Soc. Geol. It., in stampa.
- NUR A., RON H. & SCOTTI O. (1986) - *Fault mechanics and the kinematics of block rotation*. Geology, **11**, 746-749.
- PAROTTO M. & PRATURLON A. (1975) - *Geological summary of the Central Apennines. Structural model of Italy*. Quad. Ric. Sci., **90**, 257-311.
- PATACCA E., SARTORI R. & SCANDONE P. (1990) - *Tyrrhenian Basin and Apenninic Arcs: kinematic relations since Late Tortonian times*. Riassunti 75° congresso Soc. Geol. It., Milano, 10-12 Settembre 1990.
- SALVINI F. (1992) - *Considerazioni sull'assetto tettonico crostale lungo il profilo Crop 3 da analisi dei lineamenti telerilevati*. Studi Geol. Camerti, vol. spec. 1991/2, 99-107.
- SALVINI F. & TOZZI M. (1988) - *Evoluzione tettonica recente del margine tirrenico dell'Appennino centrale in base a dati strutturali: implicazioni per l'evoluzione del Mar Tirreno*. Mem. Soc. Geol. It., **36**, 233-241.
- SALVINI F. & VITTORI E. (1982) - *Analisi strutturale della linea Olevano-Antrodoco-Posta (Ancona-Anzio Auct.): metodologia di studio delle deformazioni fragili e presentazione del tratto meridionale*. Mem. Soc. Geol. It., **24**, 337-356.
- SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA (anni vari) - *Carta geologica d'Italia alla scala 1:100.000*.
- WOODWARD N.B., BOYER S.E. & SUPPE J. (1989) - *Balanced Geological Cross-Sections: An Essential Technique in Geological Research and Exploration*. Short Course in Geology (6), Am. Geophys. Union, Washington, D.C. 1-132.

