

**ASSETTO STRUTTURALE DEL SETTORE COMPRESO TRA IL MATESE, LE MAINARDE  
E L'UNITA' DI FROSOLONE. IMPLICAZIONI PER L'EVOLUZIONE NEOGENICA  
DEL SISTEMA DI SOVRASCORRIMENTI NELL'APPENNINO CENTRO-MERIDIONALE(\*\*\*\*)**

INDICE

RIASSUNTO	”	407
ABSTRACT	”	407
INTRODUZIONE	”	408
CENNI DI STRATIGRAFIA	”	410
ASSETTO STRUTTURALE DEL MATESE SETTENTRIONALE	”	410
CARATTERI STRUTTURALI DEL MARGI- NE SETTENTRIONALE DEI MONTI DI VENAFRO	”	415
CONSIDERAZIONI SULL'EVOLUZIONE DEL SISTEMA DI SOVRASCORRIMENTI E DISCUSSIONE	”	415
BIBLIOGRAFIA	”	418

RIASSUNTO

Nella zona d'interferenza tra le strutture geologiche dell'Appennino centrale e meridionale, elementi strutturali associabili ad una tettonica da *thrust* sono stati riconosciuti in due fasce ben delimitate e diverse dal punto di vista dello stile deformativo.

Nella prima fascia, disposta in senso E-W nella zona settentrionale dei Monti del Matese, l'elemento strutturale dominante è rappresentato da una anticlinale ben delineata sul terreno (anticlinale del Matese). Nel settore occidentale, l'analisi delle sue caratteristiche geometriche ne consente, in prima approssimazione, un'interpretazione in termini di piega per propagazione di faglia (*fault-propagation-fold*) senza apprezzabile rigetto nei livelli stratigrafici in affioramento. La stessa struttura verso est sembra invece mostrare il progressivo sviluppo di una zona di taglio inversa, sempre però caratterizzata da rigetti molto modesti. Associate alla anticlinale principale sono state riconosciute alcune strutture compressive minori.

Il motivo strutturale che contraddistingue la seconda fascia, estesa dal bordo nord dei monti di Venafro al margine nord-occidentale della Montagna di Frosolone, è costituito da un accavallamento di carattere regionale, ricollegabile con il sovrascorrimento che delimita il margine nord-orientale della struttura simbruino - ernica. Le unità al letto del sovrascorrimento sono rappresentate costantemente da depositi terrogeni messiniani, mentre l'analisi degli elementi strutturali presenti nelle successioni carbonatiche meso-cenozoiche di tetto ha messo in luce la presenza di anticlinali decapitate. Tale sovrascorrimento, caratterizzato da rigetti significativi, delimita un *thrust sheet* di primo ordine e contribuisce in maniera determinante alla definizione dell'architettura generale di questa porzione del *thrust belt* appenninico.

(\*)Dottorato di Ricerca in Scienze della Terra - Università "La Sapienza", Roma.

(\*\*)C.N.R. - Centro Studio per il Quaternario e l'Evoluzione Ambientale, Roma.

(\*\*\*)Dipartimento di Scienze Geologiche - Università degli Studi di Roma Tre.

(\*\*\*\*)Lavoro svolto nell'ambito di un Dottorato di Ricerca finanziato dall'Enterprise Oil Exploration Limited e con il contributo dei fondi CROP 11 (direttore M. PAROTTO).

Per il settore esaminato è possibile ricostruire una storia deformativa che prevede un primo evento compressivo nel Messiniano inferiore, in cui si assiste al progressivo sviluppo di sovrascorrimenti minori e di strutture plicative (tra cui l'anticlinale del Matese). Tale evento può essere inquadrato nell'ambito della generale propagazione del sistema orogenico verso l'avampese adriatico, nel momento in cui questi domini vengono raggiunti dal fronte della compressione, con sviluppo di sovrascorrimenti in una sequenza di tipo *piggy-back*.

Successivamente le stesse unità sono interessate da un sovrascorrimento maggiore ("fuori sequenza"), caratterizzato da significativi rigetti, che si propaga attraverso una successione già deformata, quando il fronte della compressione è già migrato verso settori più esterni.

ABSTRACT

Geometry, kinematics and thrust sequences of the orogenic system in the Central Apennines are driven by Tortonian time-space migration of the Apenninic thrust belt - Adriatic foredeep system toward the Apulian foreland. Stratigraphy and tectonics indicate an overall foreland-migrating deformation sequence (occurred in a piggy-back fashion) caused by the propagation of the orogenic system. During the evolution of the orogenic wedge, the internal structural setting has been strongly modified by synchronous development of out-of-sequence thrusting.

Field mapping and structural analysis allow to identify two main, well recognizable, elongated areas characterized by different deformative style.

The first belt, in the Northern part of the Matese Mts., is dominated by a well defined E-W trending anticline (Matese anticline). We interpret as a fault-propagation fold the Western sector of the Matese anticline. The same anticline shows a progressive enucleation of a thrust zone and minor compressive structures (without important stratigraphic offset) Eastwards.

The second belt, Northern Venafro Mts. - North of Montagna di Frosolone, is dominated by a regional overthrust, related with the main thrust of the Simbruini - Ernici Mts., and characterised by conspicuous displacements. This first order thrust sheet seems to have played a major role in the evolution of this sector of the Apennines.

Two major tectonic events took place in the Molise orogenic accretion. Earlier minor thrusts (i) have an important influence on the tectonic-sedimentary evolution of the foredeep. These structures are Lower Messinian in age and are related to a former deformational event developed when the compressive front reached the Matese area (with a piggy-back propagation). The same unit has been affected by a later compressive event in connection with the development of a major thrust front (ii) cutting through previous folds. This second generation thrust front is characterized by large displacement and by "out-of-sequence" geometry (consisting of thrust truncated folds in the hanging-wall).

This two phases thrusting characterises large areas of the Central-Southern Apennine thrust belt and had played an important role in the orogenic accretion.

**PAROLE CHIAVE:** Appennino centro-meridionale, Molise, Sistema di sovrascorrimenti, Analisi strutturale.

KEY WORDS: Central-Southern Apennines, Thrust systems, Structural geology.

INTRODUZIONE E INQUADRAMENTO GEOLOGICO

Il settore di catena considerato in questa nota è ubicato nella zona d'interferenza tra le strutture geologiche dell'Appennino centrale e meridionale (Fig. 1); in un'area che comprende il Matese settentrionale, il settore della Montagna di Frosolone, i Monti di Venafro e le propaggini meridionali delle Mainarde.

Nell'area in studio vengono a contatto domini paleogeografici differenti (unità molisane con facies di piede di scarpata-bacino da un lato e strutture dell'appennino laziale-abruzzese e campano in facies di piattaforma carbonatica e di scarpata dall'altro) caratterizzati da andamenti strutturali sensibilmente diversi (N-S nei Monti della Meta - Le Mainarde, E-W nei Monti di Venafro - Monti del Matese) e da stili deformativi disuguali (Fig. 2). L'area in esame potrebbe poi

aver risentito dell'azione di un'importante faglia regionale (probabilmente litosferica) a carattere trascorrente destro, nota come "linea Ortona - Roccamonfina" (LOCARDI, 1982; DI BUCCI & TOZZI, 1992).

La deformazione compressiva neogenica di questi domini paleogeografici ha prodotto una configurazione strutturale di superficie particolarmente complessa e caratterizzata dalla sovrapposizione di diverse unità tettoniche (il termine "Unità tettonica" viene qui utilizzato come corrispondente italiano del termine inglese *thrust sheet*). Una fase tettonica distensiva e/o a componente orizzontale plio-pleistocenica (CINQUE *et alii*, 1993) ha poi ulteriormente complicato l'assetto dell'area, disarticolando le strutture originarie.

Nei lavori di sintesi a scala regionale (gli unici disponibili per questa porzione dell'Appennino) le ricostruzioni tettoniche relative a queste aree sono significativamente diverse e, per alcuni aspetti, ancora approssimative (PIERI, 1966; PAROTTO & PRATURLON, 1975; CLERMONTÉ, 1982; MOSTARDINI & MERLINI, 1986; CASERO *et alii*, 1988; PATACCA *et alii*, 1992). La scarsità di lavori di dettaglio e di analisi strutturali hanno por-

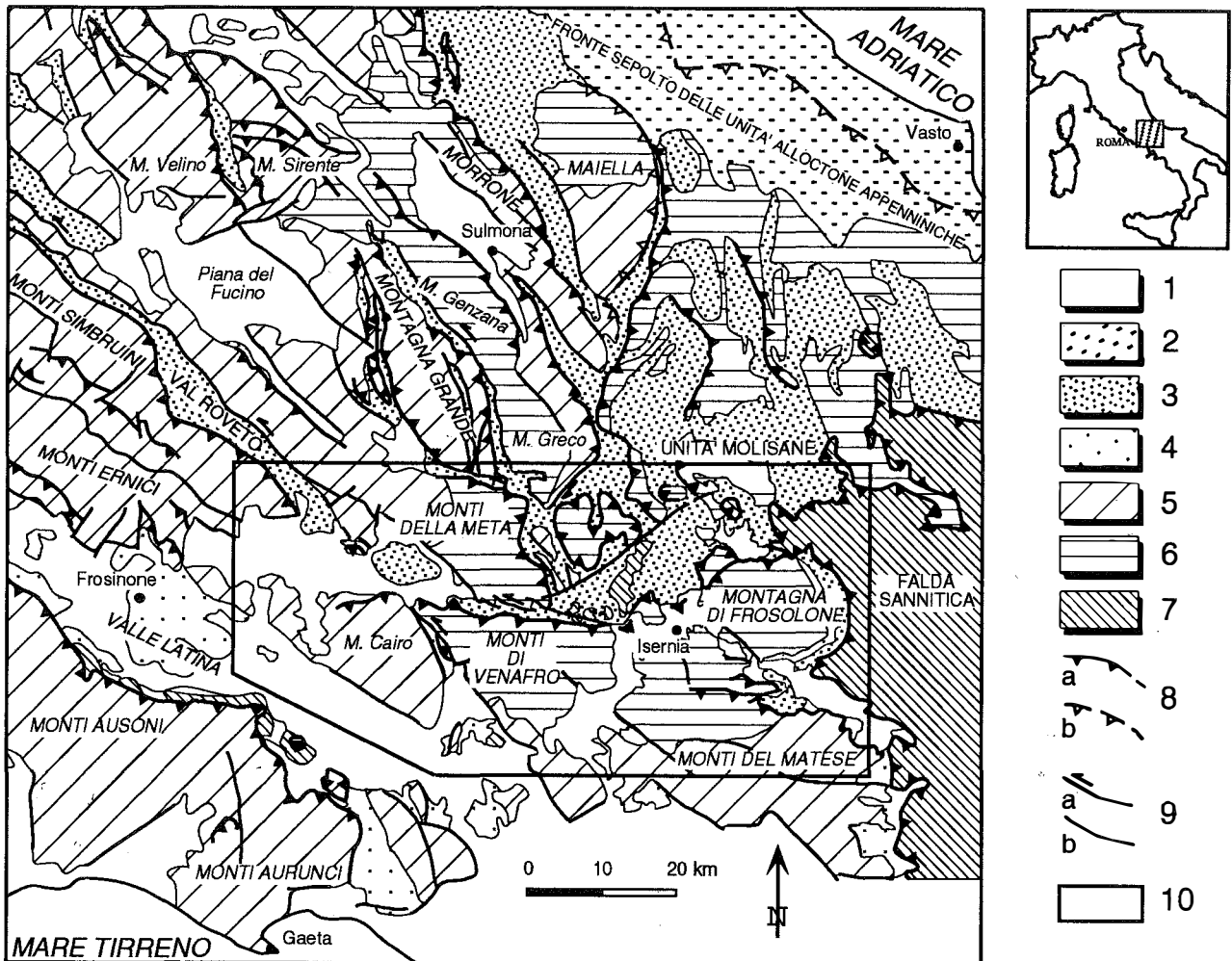


Fig. 1 - Schema geologico-strutturale della zona d'interferenza tra le strutture dell'Appennino centrale e meridionale.

Legenda: 1) depositi marini e continentali del Plio-Pleistocene e coperture alluvionali recenti; 2) depositi dei cicli sedimentari di Ariano, Atessa e del Bradano (Pliocene superiore *p.p.* - Pleistocene); 3) depositi terrigeni sintettonici del Messiniano e del Messiniano superiore *p.p.* - Pliocene inferiore; 4) depositi terrigeni sintettonici del Tortoniano superiore; 5) sequenze deposizionali di piattaforma carbonatica (soglia inclusa) Trias superiore - Miocene medio; 6) sequenze deposizionali di scarpata-bacino Trias superiore - Miocene medio. 7) Unità interne. 8) sovrascorrimenti: a) affioranti; b) sepolti. 9) sistemi di faglie principali: a) trascorrenti; b) dirette. 10) il settore riquadrato è rappresentato in dettaglio nelle figure 2 e 8.

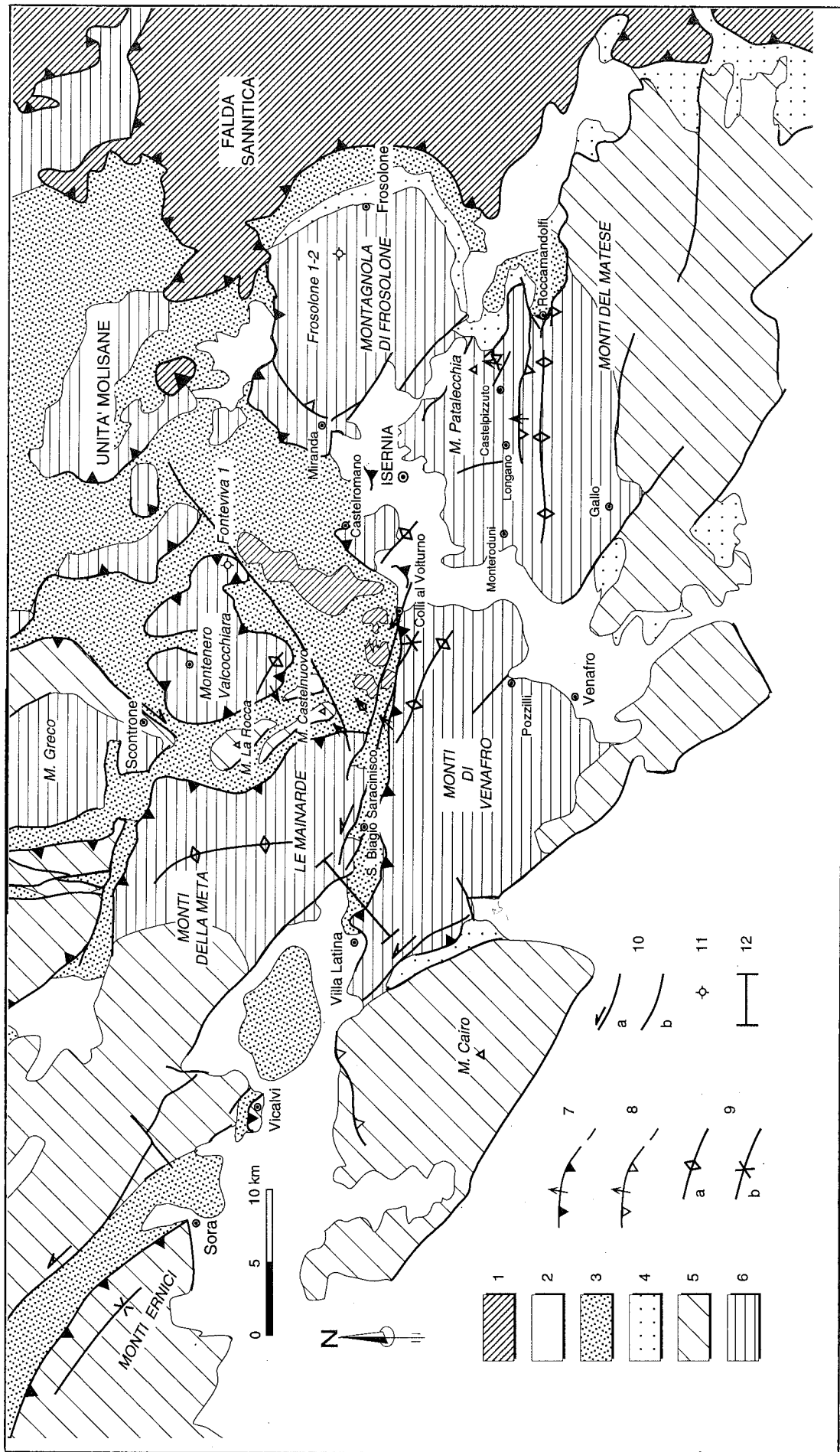


Fig. 2 - Schema geologico-strutturale dell'area in esame.  
 Legenda: 1) Unità interne; 2) depositi marini e continentali del Plio-Pleistocene e coperture alluvionali recenti; 3) depositi terrigeni sintettonici del Messiniano e del Messiniano superiore *p.p.* - Pliocene inferiore; 4) depositi terrigeni sintettonici del Tortoniano superiore; 5) sequenze deposizionali di piattaforma carbonatica (soglia inclusa) Trias superiore - Miocene medio; 6) sequenze deposizionali di scarpata-bacino Trias superiore - Miocene medio; 7) sovrascorrimenti principali (la freccia indica la direzione ed il verso di trasporto tettonico medio desunti dalle analisi mesostrutturali); 8) faglie inverse (la freccia indica la direzione ed il verso di trasporto tettonico medio desunti dalle analisi mesostrutturali); 9) traccia di superficie assiale; a - anticlinale; b - sinclinale; 10) principali sistemi di faglie: a - anticlinale; b - sinclinale; 11) pozzo; 12) sezione geologica riportata in figura 7.

tato a valutare diversamente il ruolo e l'entità di alcuni sovrascorrimenti.

Ad esempio, per quanto riguarda il "fronte" del Matese settentrionale IETTO (1969), dopo avere precisato che non esistono dati sufficienti per stabilire con certezza se si tratti di "semplice faglia inversa oppure di un sovrascorrimento con scollamento completo dal substrato e traslazione a nord delle pile mesozoiche", attribuisce, comunque, una importanza notevole all'accavallamento frontale del Matese sulle unità antistanti.

Nel lavoro di CLERMONTÉ & PIRONON (1979) viene proposta, invece, una interpretazione in termini di coppia anticlinale-sinclinale della stessa struttura, che presenterebbe solo una lacerazione minore, con rigetto dell'ordine del centinaio di metri, nella parte centrale del fianco nord dell'anticlinale.

COCCO (1971), accettata l'ipotesi dell'accavallamento del Matese settentrionale, ipotizza una correlazione tra tale motivo strutturale ed il sovrascorrimento che delimita a nord i Monti di Venafro, tra S. Biagio Saracinisco e Colli al Volturno, con un disassamento della posizione attuale dei due fronti di circa 8 km. Questa ricostruzione è stata poi ereditata anche in lavori di sintesi (CASERO *et alii*, 1988; PATACCA *et alii*, 1992). In PATACCA *et alii* (1992) i sovrascorrimenti presenti a nord dei Monti di Venafro e del Matese settentrionale vengono però messi in relazione allo sviluppo di un arco "fuori sequenza" (arco molisano - sannitico) e il supposto disassamento del fronte tra Colli al Volturno e Monteroduni viene citato come possibile prova dell'azione trascorrente destra del lineamento "Ortona - Roccamonfina".

CLERMONTÉ (1982) e RENEAUD *et alii* (1990) si rifanno alla interpretazione proposta in CLERMONTÉ & PIRONON (1979) e considerano molto ridotti i rigetti attribuibili alla struttura del Matese settentrionale che, inoltre, non viene correlata con il sovrascorrimento che borda a nord i Monti di Venafro. Il Matese e l'unità di Frosolone farebbero parte di una stessa unità tettonica sovrascorsa verso nord sul dominio molisano.

Allo scopo di contribuire a superare le attuali incertezze interpretative e di colmare, almeno in parte, la mancanza di dati strutturali, nell'ambito dell'attività del gruppo di lavoro collegato al Profilo CROP11 (Civitavecchia - Vasto), sono stati realizzati alcuni rilevamenti geologico-strutturali di dettaglio in aree chiave del Matese settentrionale e dei Monti di Venafro.

L'assetto strutturale del Matese settentrionale viene qui descritto dettagliatamente e confrontato con i caratteri strutturali del bordo settentrionale dei Monti di Venafro e della fascia che limita a NW l'Unità di Frosolone. Vengono infine valutate, in via preliminare, le possibili implicazioni del nuovo quadro strutturale proposto per l'evoluzione neogenica del sistema di sovrascorrimenti in questa parte dell'Appennino.

## CENNI DI STRATIGRAFIA

Le successioni stratigrafiche osservate nei Monti di Venafro e nel Matese settentrionale, pur presentando alcuni caratteri peculiari, possono essere riferite, in generale, ad un paleo-ambiente deposizionale di transizione tra una piattaforma carbonatica ed un dominio pelagico (PESCATORE, 1965; SGROSSO & TORRE, 1968; CLERMONTÉ & PIRONON, 1979). Le unità più diffuse in affioramento (Fig. 3), in tutto il Matese setten-

trionale e nella porzione centro-settentrionale dei Monti di Venafro, sono costituite da depositi di rampa carbonatica del Cretacico superiore - Paleogene. Nel bordo NW dei Monti del Matese, nella zona di Gallo, e in parte dei Monti di Venafro, in una fascia ampia qualche km ed orientata in direzione NW-SE tra Villa Latina e Pozzilli, si verifica la diretta sovrapposizione di tali depositi sulle sequenze deposizionali di piattaforma carbonatica, di età variabile tra il Trias superiore ed il Lias inferiore e costituite principalmente da dolomie talora stromatolitiche (DEVOTO, 1963; PESCATORE, 1965; IETTO, 1969; ACCORDI *et alii*, 1967; COCCO, 1971). Tali evidenze stratigrafiche sono state attribuite alla presenza di zone di alto strutturale persistente emergenti o, comunque, prive di sedimentazione nell'intervallo Lias *p.p.* - Cretacico inferiore (IETTO, 1969; ACCORDI *et alii*, 1982). Nel vicino gruppo Monti della Meta - Le Mainarde situazioni stratigrafiche in parte analoghe sono state, invece, interpretate come dovute all'esistenza di un *by-pass-margin* (D'ANDREA, 1988).

Esiste un generale accordo in letteratura sull'originario collegamento paleogeografico tra il settore NW del Matese settentrionale ed il dominio della Montagna di Frosolone. In quest'ultima area gli stessi depositi di rampa carbonatica del Cretacico superiore - Paleogene, caratterizzati da granulometrie più fini e da una maggiore componente micritico-marnosa, poggiano su depositi di piede di scarpata-bacino, che a loro volta giacciono su depositi di scarpata di età non più antica del Dogger (SIGNORINI, 1961; SIGNORINI & DEVOTO, 1962; PESCATORE, 1965; STEFFENS, 1968; PIRONON, 1980; PATACCA *et alii*, 1992). Opinioni diverse emergono a riguardo delle relazioni paleogeografiche tra il Matese settentrionale e le successioni di piattaforma carbonatica del Matese centro-orientale. Alcuni autori suggeriscono una iniziale contiguità anche degli ultimi due settori citati (PESCATORE, 1965; D'ARGENIO *et alii*, 1972; CLERMONTÉ & PIRONON, 1979). Ricostruzioni differenti contemplan invece l'appartenenza dei due domini citati a due diverse piattaforme originariamente separate da un bacino pelagico (CIAMPO *et alii*, 1983; AMORE *et alii*, 1988; SGROSSO, 1994). L'attuale accostamento dei due domini si sarebbe verificato solo in seguito, con la sovrapposizione delle due unità che comporgono il Matese; il sovrascorrimento, non ancora individuato con certezza sul terreno, dovrebbe essere ubicato nella fascia immediatamente a sud di Roccamandolfi.

## ASSETTO STRUTTURALE DEL MATESE SETTENTRIONALE

L'assetto strutturale del Matese settentrionale è caratterizzato dalla presenza di una anticlinale ben visibile sul terreno (anticlinale del Matese), che comprende i rilievi di M. Caruso, Lo Monaco, M. Celara e Serra Valle Caprara, e che si estende, per almeno 12 km, con orientazione media W-E, immediatamente a sud della congiungente i paesi Monteroduni, Longano e Castelpizzuto (Fig. 2). Nell'area indagata sono stati rilevati diversi sistemi di faglie (con orientazione prevalentemente circa N-S, E-W o ESE-WNW) che hanno variamente disarticolato e ribassato settori della anticlinale, di cui è comunque possibile riconoscere le principali caratteristiche.

Nel seguito saranno illustrate in dettaglio soprat-

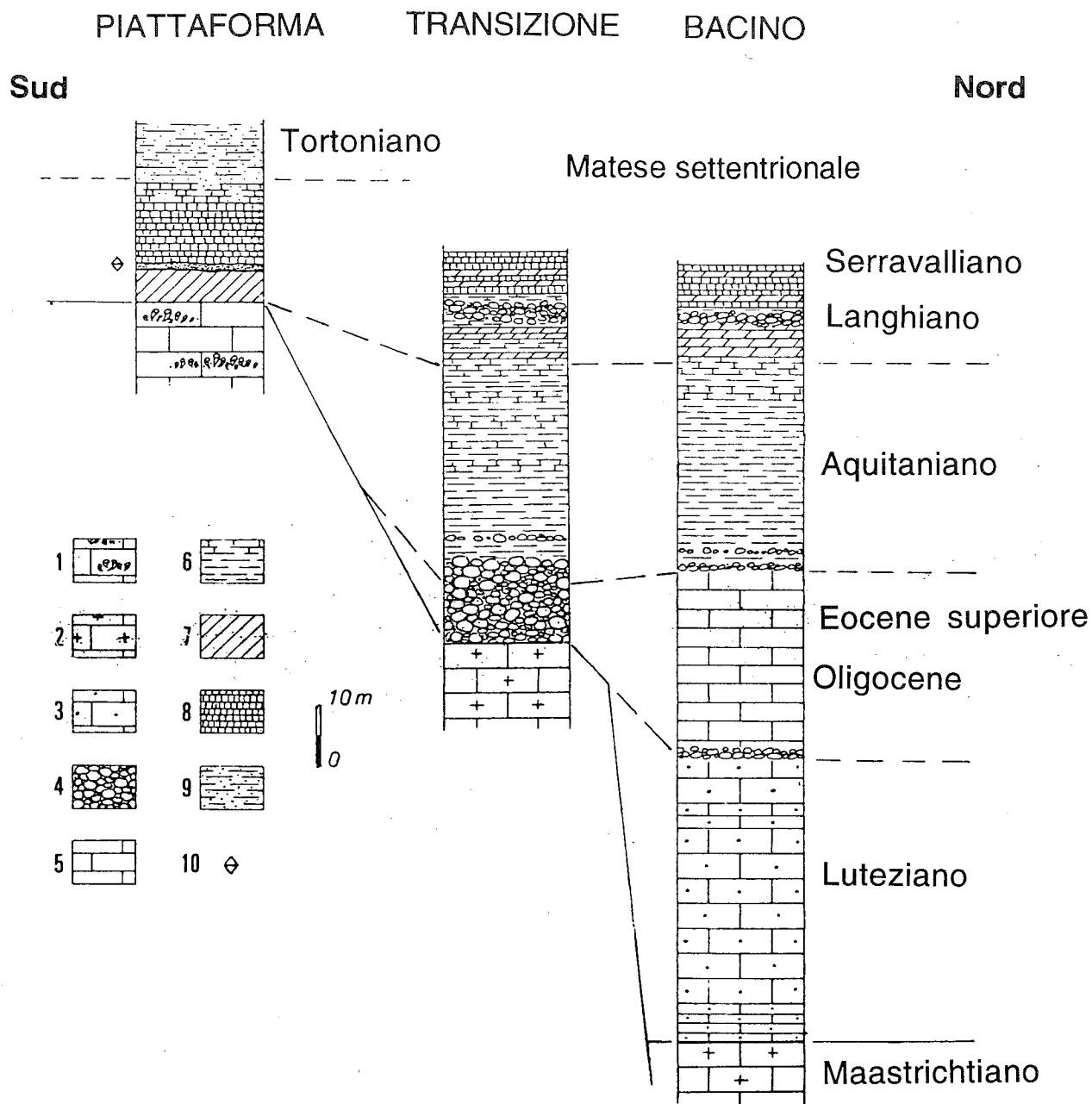


Fig. 3 - Colonne stratigrafiche sintetiche, relative all'intervallo Cretacico superiore - Miocene, rappresentanti la transizione di facies tra il dominio di piattaforma carbonatica del Matese e il dominio dell'unità di Frosolone (parzialmente modificate da CLERMONTÉ & PIRONON, 1979).

Legenda: 1) calcari a rudiste; 2) calcari detritici bioclastici della *F. di Monte Calvello*; 3) calcari detritici a nummuliti ed alveoline della *F. di Monaci*; 4) livelli conglomeratici; 5-6) calcari detritici e marne della *F. di Macchiagodena*; 7) calcari a briozoi e litotamni della *F. di Cusano*; 8) alternanze calcareo-marnose della *F. di Longano*; 9) depositi argilloso-arenacei della *F. di Pietraroia*.

tutto le caratteristiche geologico-strutturali del settore centro-occidentale di questo motivo tettonico, affinché gli elementi qui raccolti possono contribuire a risolvere alcune delle incertezze esistenti sulla natura e sui rigetti attribuibili alla zona di taglio presente sul fianco nord. Saranno, inoltre, sinteticamente descritte anche le caratteristiche strutturali del margine NE del settore settentrionale dei Monti del Matese.

L'anticlinale del Matese mostra una chiara evoluzione procedendo da ovest verso est. Nel settore occidentale tra M. Caruso e Lo Monaco, rappresentato in dettaglio in figura 4, è particolarmente evidente la pre-

senza di alcune strutture plicative di ampiezza minore (pur sempre riconoscibili sul terreno per diversi chilometri) associate al fianco settentrionale della struttura principale. Da ovest verso est si osserva la progressiva coalescenza di una delle strutture plicative minori con il fianco settentrionale della macro-anticlinale principale e, contemporaneamente, la progressiva verticalizzazione e poi il rovesciamento di quest'ultimo (Fig. 5).

Nel settore tra M. Caruso e Lo Monaco, in affioramento, non è stata riscontrata alcuna evidenza di zone di taglio inverse di primo ordine, né tantomeno un'elisione tettonica delle unità paleogene (come, inve-

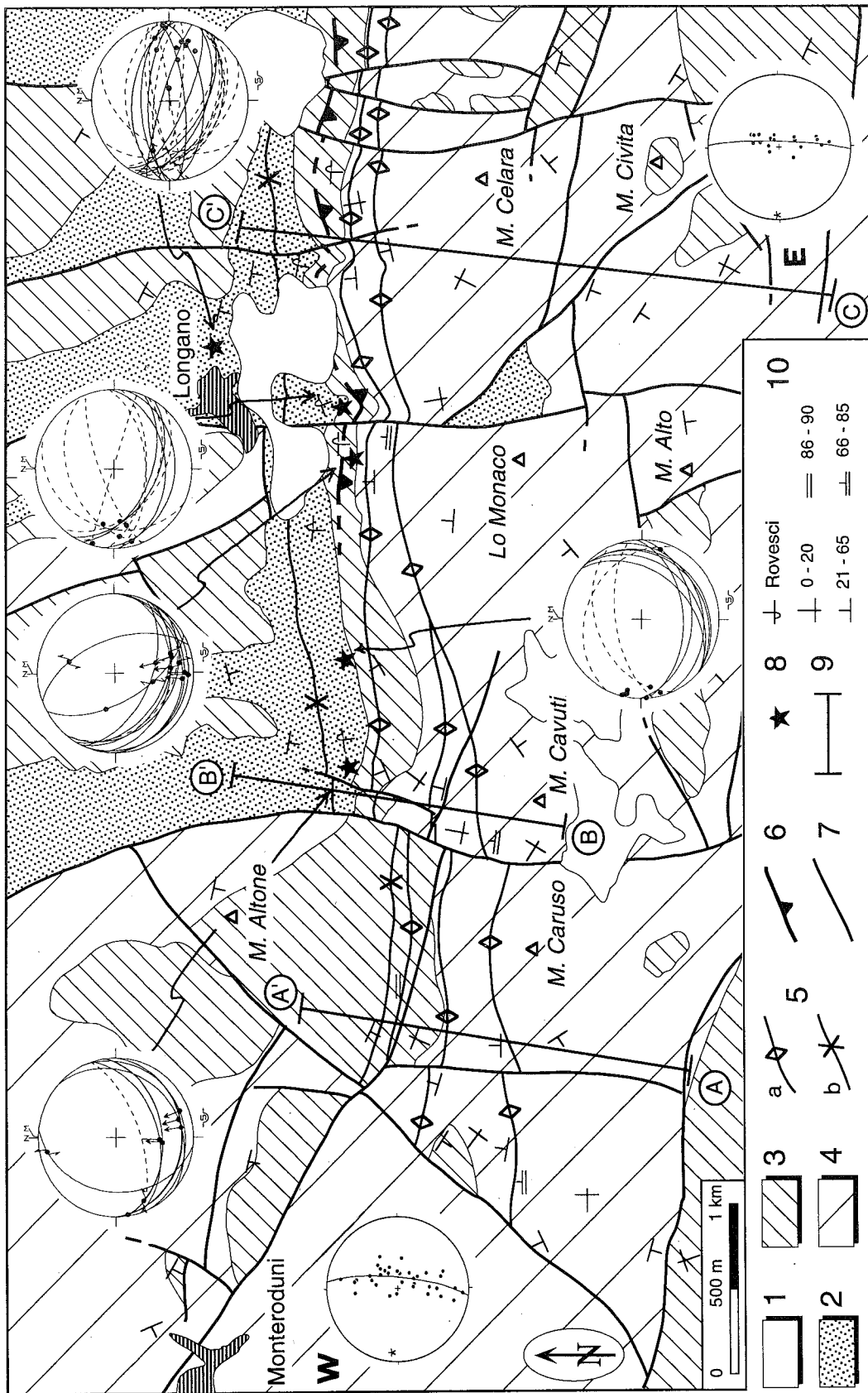


Fig. 4 - Schema geologico-strutturale del settore centro-occidentale dell'anticlinale del Matese.

Legenda: 1) coperture (Quaternario); 2) *F. di Longano* e *F. di Cusano* (Miocene medio-superiore); 3) *F. di Macchiagodena* e *F. di Monaci* (Eocene - Miocene inferiore); 4) *F. di M. Cavello* (Cretacico superiore - Paleocene ?); 5) traccia di superficie assiale: a - anticlinale; b - sinclinale; 6) faglie inverse e zone di taglio associate; 7) faglie dirette e trascorrenti; 8) ubicazione di stazioni di misura mesostrutturale (proiezioni su reticolo di Schmidt, emisfero inferiore); 9) traccia delle sezioni geologiche riportate in figura 5; 10) stratificazione. Le due proiezioni stereografiche contrassegnate da W e E rappresentano i *p-diagrams* (l'asterisco rappresenta il *p-axis*) ricostruiti rispettivamente per il settore occidentale e centrale dell'anticlinale principale. Gli altri diagrammi stereografici di Schmidt (emisfero inferiore), in cui i cerchi neri isolati indicano i poli della stratificazione, le ciclografiche a tratto pieno i piani di faglia, quelle a tratto interrotto i piani di strato e i cerchi neri con le frecce la direzione e il verso di movimento delle faglie, rappresentano gli elementi deformativi misurati nell'area.

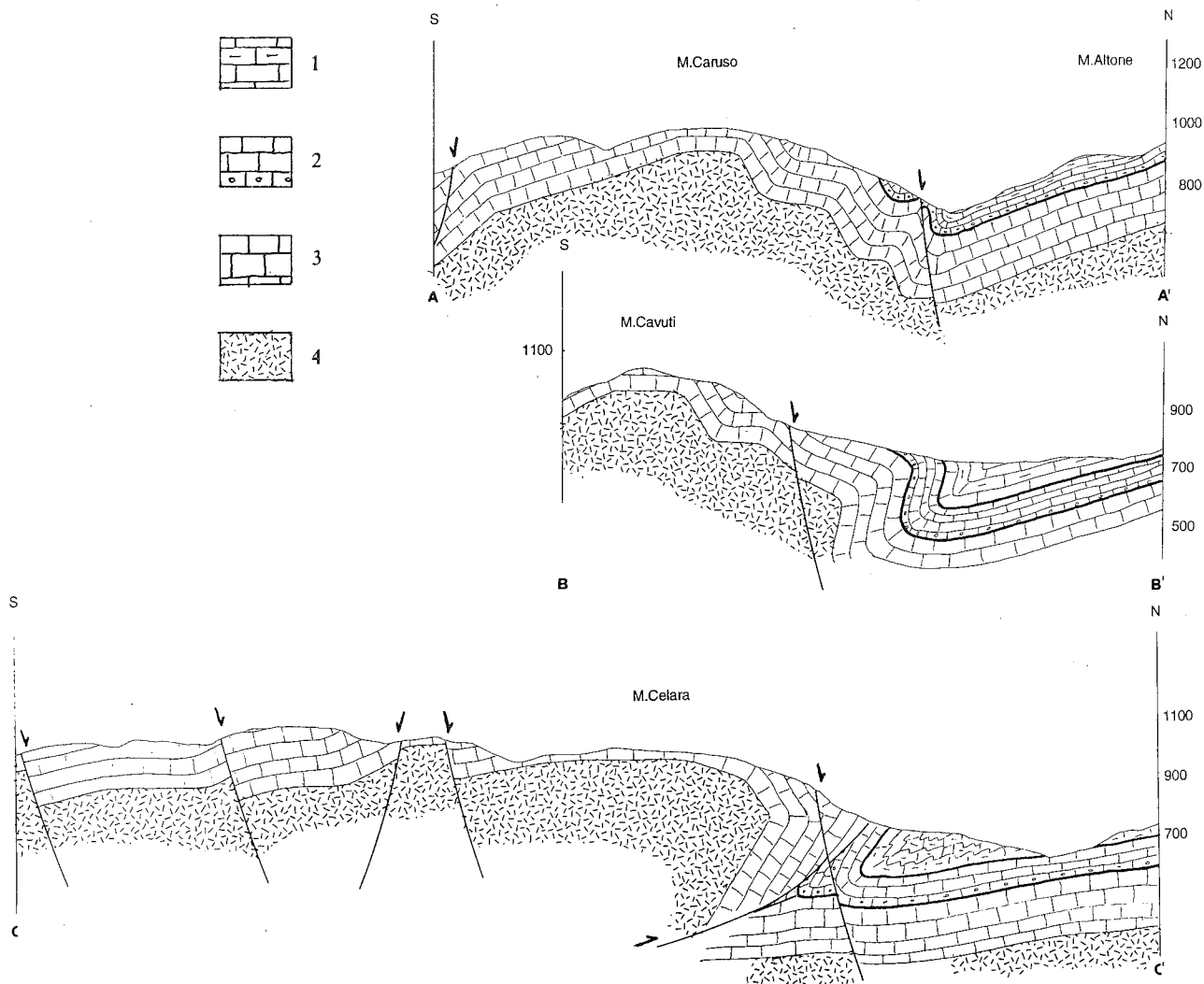


Fig. 5 - Profili geologici attraverso l'anticlinale del Matese (per l'ubicazione v. figura 4).

Legenda: 1) *F. di Longano*; 2) *F. di Monaci* e *F. di Macchiagodena*; 3) *F. di M. Calvello*; 4) substrato: può essere costituito da termini compresi tra le dolomie del Lias inferiore (*F. di Fontegreca*), più probabili nei settori meridionali, e alternanze di calcari e calcari detritici con livelli di selce del Cenomaniano - Turoniano (*F. di M. Coppe* e *F. di Costa Chiaravine*), ipotizzabili nelle aree più settentrionali.

ce, riportato in SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA, 1971). Al contrario è stato possibile verificare la presenza della successione stratigrafica completa, compresa tra la *F. di M. Calvello* e la *F. di Longano*, in normali rapporti stratigrafici (Fig. 6). Le facies e gli spessori delle unità riconosciute (*F. di Monaci*, *F. di Macchiagodena* e *F. di Cusano* - vedi Fig. 3), sono comparabili con quelle descritte da PIRONON (1980), in una regione che comprende tutto il Matese settentrionale e l'unità di Frosolone. Poco sopra la base della *F. di Longano* è stata osservata la zona di cerniera della più settentrionale delle anticlinali minori, il fianco verticalizzato di quest'ultima e il passaggio alla sinclinale sottostante. Quest'ultima porzione della struttura si presenta diffusamente interessata da mesopieghe e da *shear veins* inverse intraformazionali, entrambe nord-vergenti (Fig. 5).

Solo a partire dalla zona di Longano - M. Celara si assiste al progressivo sviluppo, sul fianco rovesciato dell'anticlinale, di una zona di taglio inversa, probabilmente già esistente nella porzione occidentale in livelli stratigrafici più profondi. Questa zona di taglio, che causa solo una parziale elisione dei termini strati-

grafici paleogenici, è caratterizzata comunque da rigetti molto modesti, dell'ordine del centinaio di metri (Fig. 5).

Per quanto riguarda il settore centro-occidentale la configurazione geometrica della struttura plicativa maggiore è del tipo "piega a scatola" (*box-fold*), caratterizzata da un'ampia zona di cresta e da fianchi tendenzialmente planari. Simili geometrie sono tipiche anche delle macropieghe di ampiezza minore presenti immediatamente a nord della struttura principale.

L'orientazione media della macro-anticlinale principale è stata definita utilizzando il metodo del *p-diagram* (RAMSAY, 1967). In figura 4 sono stati messi in luce gli andamenti locali ricostruendo i *p-axis* nella zona d'intersezione tra la struttura principale e le tracce di due dei tre profili geologici. L'elevato grado di cilindrisimo delle principali pieghe analizzate e la generale orizzontalità delle zone di cerniera, insieme all'andamento tendenzialmente omogeneo della superficie topografica, danno luogo ad una sostanziale coincidenza tra l'andamento in pianta delle tracce delle superfici assiali e l'orientazione reale delle cerniere stesse.

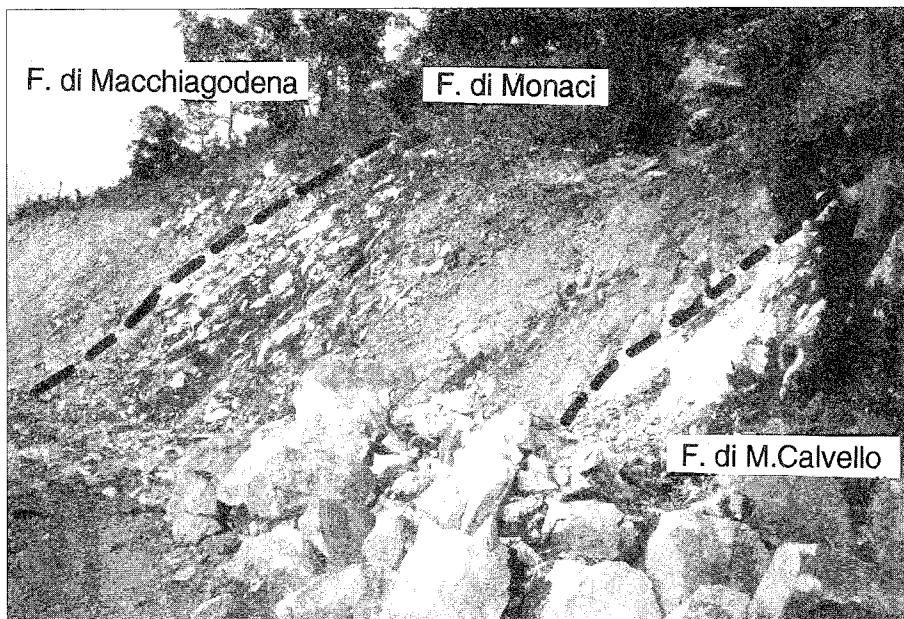


Fig. 6 - Fianco settentrionale dell'anticlinale del Matese (nord a sinistra). E' possibile riconoscere il passaggio stratigrafico tra i calcari cristallini della *F. di M. Calvello*, i calcari detritici della *F. di Monaci* e le marne della *F. di Macchiagodena*.

In definitiva, nella porzione centro-occidentale dell'anticlinale del Matese non è stata riscontrata alcuna evidenza di significativi fenomeni di sovrascorrimento della piega sulle sue presunte unità di letto. E' emersa, al contrario, una sostanziale continuità strutturale, almeno nei livelli stratigrafici in affioramento, dell'anticlinale del Matese settentrionale con i settori presenti immediatamente a nord di questa (M. Altone e M. Longano).

Anche nel settore NE del Matese settentrionale sono stati rilevati elementi strutturali di I° ordine riferibili ad una tettonica da *thrust*. Ma, anche in questi tre casi, i rigetti attribuibili alle strutture risultano contenuti (centinaia di metri al massimo).

Nella prima area (NE di Castelpizzuto, presso La Difensola) è possibile osservare una chiara zona di taglio che sovrappone i calcari della *F. di Monaci* sulle marne della *F. di Macchiagodena* (già segnalata da CLERMONTÉ & PIRONON, 1979), con una direzione media di trasporto tettonico orientata circa N-S, con un rigetto massimo di qualche centinaio di metri.

Anche la seconda area (a nord di Roccamandolfi sul versante settentrionale di M. Crivari) era già stata studiata (IETTO, 1969): lungo questo versante, a differenza di quanto precedentemente segnalato, il contatto tra calcari del Cretacico superiore e le alternanze argilloso arenacee della *F. di Frosolone* non avviene tramite la sovrapposizione dei primi sulle seconde, ma con un contatto tettonico orientato circa E-W chiaramente subverticale che ribassa il settore nord. Nella stessa zona è stata tuttavia osservata una struttura compressiva che si ritiene rappresentativa dello stile deformativo tipico di tali successioni stratigrafiche assimilabile ad una *fault-propagation-fold* delle dimensioni di una piccola collina; la *tip-line* della faglia è ubicata all'interno della *F. di Macchiagodena* e, dunque, il suo rigetto massimo è dell'ordine del centinaio di metri (*slip vector* concentrati prevalentemente tra N 345° e N 360°).

Nella terza zona (versante NE di Serra Soda, a sud di Roccamandolfi) il contatto tra le strutture carbonatiche e i depositi miocenici lungo tutta la fascia

compresa tra Roccamandolfi e S. Massimo avviene, nella generalità dei casi, tramite vistose superfici di faglia, con orientazioni medie tra E-W e WNW-ESE immergenti verso NE o subverticali, caratterizzate da una cinematica distensiva e, più raramente, trascorrente sinistra. Tuttavia, in più punti, sono stati osservati indizi della possibile sovrapposizione tettonica dei calcari della *F. di M. Calvello* sui depositi del Miocene medio-superiore, con direzione di trasporto tettonico generalmente verso nord. La progressiva riduzione dei rigetti stratigrafici da est verso ovest, associata all'assenza di altre tracce di possibili fenomeni di accavallamento nel settore immediatamente più occidentale, suggeriscono anche per queste strutture rigetti molto contenuti (probabilmente dell'ordine delle centinaia di metri) e, comunque, un loro rapido riassorbimento muovendo longitudinalmente alle strutture in direzione ovest. Tali strutture, all'altezza di Roccamandolfi, sono state dislocate e ribassate verso NE dagli importanti sistemi di faglie normali ed oblique già citati.

Lungo il perimetro nord del massiccio carbonatico del Matese (nella fascia compresa tra S. Massimo e Castellone) non sono state rilevate in affioramento evidenze di fenomeni di accavallamento delle unità carbonatiche sui depositi terrigeni miocenici. La natura del contatto, nella generalità dei casi, è tettonica e si realizza su superfici di faglia subverticali, con orientazione prevalente tra E-W e NW-SE, che provocano il ribassamento dei settori settentrionali e, cioè, dei termini terrigeni.

Anche lungo tutto il bordo NE del Matese settentrionale (tra la zona di Serra del Termine - M. Patalechia e quella di Colle di Mezzo) sono stati osservati sistemi di faglie distensive a prevalente orientazione appenninica, con ribassamento dei settori nord-orientali, al contatto tra le unità del Cretacico, o anteriori (PESCATORE, 1965), e termini paleogenico-miocenici; all'interno di queste ultime unità (nei pressi di Cifelli) su elementi strutturali ugualmente orientati sono state riscontrate anche cinematiche trascorrenti.



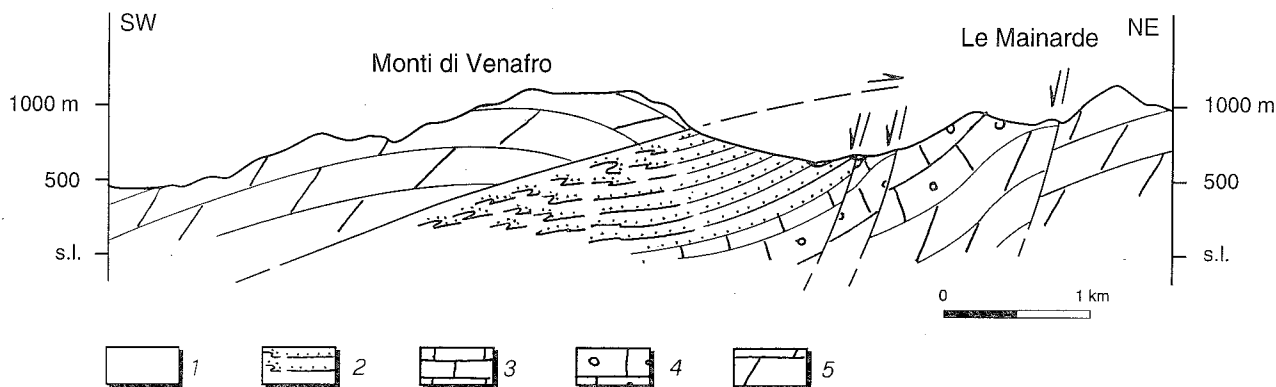


Fig. 7 - Sezione geologica illustrante le relazioni strutturali tra i Monti di Venafro e Le Mainarde (per l'ubicazione v. figura 2).  
 Legenda: 1) coperture continentali plestoceniche; 2) depositi terrigeni sintettonici del Miocene superiore; 3) depositi di rampa carbonatica dell'Eocene - Miocene medio; 4) unità di piede di scarpata - rampa carbonatica del Cretacico - Paleocene; 5) dolomie di piattaforma carbonatica del Lias inferiore.

### CARATTERI STRUTTURALI DEL MARGINE SETTENTRIONALE DEI MONTI DI VENAFRO

I rilievi di terreno hanno confermato la natura di sovrascorrimento del margine settentrionale dei Monti di Venafro, tra Villa Latina e Colli al Volturno ed hanno permesso di meglio precisarne la geometria e la cinematica.

L'assetto di questo settore (rappresentato in Fig. 7) è caratterizzato dal sovrascorrimento delle unità calcaree meso-cenozoiche dei Monti di Venafro sui depositi terrigeni alto miocenici che rappresentano la parte superiore della successione presente al letto del sovrascorrimento stesso, come è osservabile in affioramento in diversi punti nei dintorni di S. Biagio Saracinisco. Il margine meridionale de Le Mainarde, inoltre, è dislocato e ribassato verso sud da un imponente sistema di faglie su cui sono stati misurati indicatori di movimento sia distensivi (trastensivi), prevalenti, che trascorrenti sinistri; tale sistema è composto da diversi elementi minori, vicarianti e coalescenti.

La presenza dei depositi terrigeni (flysch pelitico-arenacei del Miocene superiore) risulta continua al letto del sovrascorrimento lungo tutta la fascia che collega gli abitati di Vicalvi, Villa Latina, S. B. Saracinisco e Colli al Volturno (Fig. 2). Anche nel settore meridionale de Le Mainarde (tra La Selva e Cerasuolo Vecchio) sono state riscontrate, al letto del sovrascorrimento, alternanze argilloso-arenacee alto-mioceniche e non la presunta sovrapposizione delle unità calcaree meso-cenozoiche dei Monti di Venafro su quelle de Le Mainarde (segnalata in SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA, 1971).

Infine, l'analisi dell'assetto geometrico delle strutture di tetto del sovrascorrimento mette in luce la presenza di strutture interpretabili come anticlinali decapitate nel bordo NE dei Monti di Venafro.

In definitiva, la chiara depressione strutturale verso sud del gruppo Meta - Le Mainarde al di sotto del sovrascorrimento in oggetto e la costante presenza al letto dello stesso di depositi terrigeni del Miocene superiore implicano necessariamente per questa superficie di accavallamento rigetti significativi (come peraltro confermato dalla presenza del Pozzo Trevi 1 nella zona simbruino - ernica di cui questo tratto di sovrascorrimento costituisce la naturale prosecuzione meridionale).

### CONSIDERAZIONI SULL'EVOLUZIONE DEL SISTEMA DI SOVRASCORRIMENTI E DISCUSSIONE

Gli elementi tettonici sopra descritti testimoniano l'esistenza nel Matese settentrionale di strutture compressive (macro-pieghe e zone di taglio inverse), riferibili ad una tettonica da *thrust*. Tali strutture mostrano una orientazione prevalentemente E-W e sono distribuite in una fascia lunga almeno 10-15 km, di ampiezza variabile da circa 2-3 km verso ovest (Monteroduni) a circa 5 km verso est (Castelpizzuto - Roccamandolfi). Il progressivo aumento dell'ampiezza della fascia è probabilmente dovuto alla enucleazione di un secondo gruppo di strutture nella zona immediatamente da ovest di Roccamandolfi, in posizione più meridionale, con analoga orientazione e con una distribuzione *en-échelon* rispetto all'insieme principale. All'interno di queste fasce zone di taglio inverso si sviluppano gradualmente muovendo in senso longitudinale alle strutture verso ovest, insieme con un progressivo aumento, da ovest verso est, dei rigetti ad esse attribuibili.

L'analisi dei caratteri specifici delle strutture compressive individuate indica chiaramente che i rigetti attribuibili alle zone di taglio ad esse collegate sono al massimo di qualche centinaio di metri. Questi rigetti sono dunque tali da escludere, almeno relativamente ai settori descritti in questa nota nel Matese settentrionale, la possibilità di accavallamenti di importanza regionale (cioè con rigetti almeno chilometrici).

Inoltre, l'assetto geometrico delle strutture presenti a sud di Monteroduni - Longano è, in prima approssimazione, comparabile con quello descritto per strutture tipo pieghe per propagazione di faglia (*fault-propagation-fold*) (SUPPE & MEDWEDEFF, 1990). Sul bordo NE del Matese settentrionale questa fascia di strutture compressive è dislocata e ribassata verso NE da importanti sistema di faglie a prevalente orientazione appennica (o WNW-ESE), con cinematica distensiva e/o trascorrente (quasi sempre sinistra).

Sulla base degli elementi discussi in questa nota risulta evidente, a nostro avviso, l'impossibilità di correlare il sovrascorrimento che delimita il margine settentrionale dei Monti di Venafro (tra Villa Latina e Colli al Volturno), che mostra tutti i caratteri di un sovrascorrimento di tipo regionale con rigetti probabilmente molto elevati (dell'ordine di diversi chilometri) con

l'anticlinale del Matese (a sud di Monteroduni) e sul cui fianco nord si sviluppano zone di taglio caratterizzate da rigetti massimi dell'ordine delle centinaia di metri.

Di conseguenza, verrebbero meno anche gli argomenti a favore della supposta dislocazione destra di queste due strutture messa in relazione alla già ricordata linea tettonica Ortona - Roccamonfina (Cocco, 1971; PATACCA *et alii*, 1992). Tale conclusione, basata su considerazioni di tipo strutturale, è in buon accordo anche con la effettiva corrispondenza tra le facies paleogeniche presenti nel Matese settentrionale e nei Monti di Venafro (RENAUD *et alii*, 1990); corrispondenza confermata anche dall'allineamento, nei due gruppi montuosi, tra le fasce caratterizzate dalla sovrapposizione stratigrafica dei depositi di rampa carbonatica del Cretacico superiore - Paleogene su unità di piattaforma carbonatica di età variabile tra il Trias superiore ed il Lias inferiore (DEVOTO, 1963; ACCORDI *et alii*, 1967; IETTO, 1969; Cocco, 1971).

Le caratteristiche strutturali del sovrascorrimento che borda a nord i Monti di Venafro, invece, sono in gran parte comparabili con quelle del fronte di accavallamento che borda a NE i Monti Ernici tra Rendingara e Sora (PAROTTO, 1971), che si prosegue nella zona di Vicalvi, e con cui, di conseguenza, può essere correlato. La sua prosecuzione verso est può essere rintracciata nel settore di Castelromano e lungo il bordo NW della Montagna di Frosolone, presso Miranda, dove è stata descritta la sovrapposizione tettonica di unità carbonatiche analoghe su depositi terrigeni del Miocene superiore (BOEHM, 1983; NASO *et alii*, 1995) per poi rimanere sepolto sotto le coltri sannitiche (PATACCA *et alii*, 1992). Una simile correlazione, fortemente suggerita dalle analogie strutturali tra i segmenti dei sovrascorrimenti citati, permette di evidenziare il carattere regionale del fronte di accavallamento descritto. Infatti questo sovrascorrimento delimiterebbe un *thrust sheet* di I° ordine e contribuirebbe in modo determinante alla definizione dell'architettura generale di questa parte della catena appenninica, causando la sovrapposizione tettonica dell'insieme Monti Ernici, dei Monti di Venafro, della Montagna di Frosolone, e per quanto sinora noto, del Matese settentrionale sui domini della Marsica occidentale, de Le Mainarde e sulle unità molisane (Fig. 8).

La proposta di una sostanziale continuità strutturale tra il dominio del Matese centro-orientale, settentrionale e il settore della Montagna di Frosolone, contrasta con le ricostruzioni che prevedono l'accavallamento del settore centro-orientale del massiccio del Matese (a sud della zona di S. Massimo - Boiano) sul Matese nord-occidentale (zona compresa tra Roccamandolfi, Gallo, Monteroduni e Castelpizzuto) (SGROSSO, 1994). In quest'ultima ricostruzione il Matese nord-occidentale viene ritenuto contiguo, dal punto di vista paleogeografico, con il dominio molisano (unità di Frosolone), mentre si avrebbe l'elisione di un sistema piattaforma bacino tra Matese centro-orientale e il Matese nord-occidentale. Tale ipotesi è fondata sulla diversa età di inizio della sedimentazione silicoclastica nel Matese orientale (Tortoniano inferiore, in seguito attribuita al Tortoniano superiore da PATACCA *et alii* (1990), nord-occidentale (Messiniano inferiore) e nelle unità molisane (Messiniano inferiore) (CIAMPO *et alii*, 1987; AMORE *et alii*, 1988; SGROSSO *et alii*, 1988) e sulla presenza del contatto stratigrafico tra arenarie del

Messiniano inferiore e formazioni calcaree mesozoiche nella zona di S. Massimo (SGROSSO, 1978; CIAMPO *et alii*, 1983). Questo modello prevede necessariamente la presenza di un fronte di accavallamento caratterizzato da rigetti chilometrici lungo cui si dovrebbe verificare l'accostamento tettonico tra Matese centro-orientale e Matese nord-occidentale. La presenza di un tale motivo strutturale non è però confermata né da quanto noto in letteratura né dai risultati dei rilievi esposti in questa nota.

In accordo con quanto discusso in PATACCA *et alii* (1990) e PATACCA *et alii* (1992), nel Messiniano inferiore il fronte della catena era costituito dall'insieme già deformato Monti Simbruini - Ernici e massiccio del Matese che costituiva il margine interno dell'avanfossa sviluppata nell'antistante dominio molisano-abruzzese.

Sulla base di quanto esposto in precedenza si deve ritenere che nel Messiniano inferiore la prima deformazione del dominio Matese settentrionale si sia realizzata con lo sviluppo di una fascia relativamente ampia di macrostrutture plicative, diffuse probabilmente in tutto il settore compreso tra Matese settentrionale e l'unità di Frosolone. Tali macrostrutture, caratterizzate da uno stile deformativo di tipo pieghe per propagazione di faglia, erano associate con l'enucleazione di sovrascorrimenti con un rigetto contenuto. La buona concentrazione degli *slip vector* misurati nelle zone di taglio inverse identificate nei monti del Matese settentrionale induce a ritenere che esse si siano sviluppate o in un unico evento deformativo o, in alternativa, in più eventi coassiali e dunque probabilmente vicini nel tempo. A tale evento deformativo, collocabile al limite Tortoniano - Messiniano (PATACCA *et alii*, 1992), può aver corrisposto la genesi, nel settore del Matese a sud di Roccamandolfi, di un pronunciato rilievo morfologico dovuto allo sviluppo di una struttura di tipo *fault-bend fold* a grande scala. Un processo, quest'ultimo, probabilmente collegato con la presenza di una "rampa" nella geometria della zona di taglio principale, su cui si raccordano le macrostrutture da thrust più superficiali citate, nel suo graduale approfondimento verso sud. A tale fenomeno potrebbe essere messa in relazione la fase erosiva testimoniata dai depositi trasgressivi messiniani a diretto contatto con i termini carbonatici mesozoici del Matese (CIAMPO *et alii*, 1983).

Le strutture interpretabili come anticlinali decapitate messe in luce lungo il bordo settentrionale dei Monti di Venafro, presenti anche nella zona di Castelromano e nel margine NW della Montagna di Frosolone, comportano che la propagazione del sovrascorrimento si debba essere verificata attraverso una successione già deformata. I dati disponibili sull'evoluzione geodinamica di questo settore della Catena appenninica suggeriscono un primo evento deformativo nel Matese settentrionale al limite Tortoniano - Messiniano. Di conseguenza, la genesi di questo sovrascorrimento regionale potrebbe essersi realizzata durante il successivo evento deformativo del Messiniano superiore - Pliocene inferiore, come suggerito dalle deformazioni compressive dei depositi attribuiti al Messiniano sommitale - Pliocene inferiore (?) (CIPOLLARI & COSENTINO, 1994) presenti nella Val Roveto (puddinghe poligeniche di Canistro). La sua propagazione si è dunque probabilmente realizzata quando il fronte della catena era già migrato verso settori più esterni (PATACCA *et*

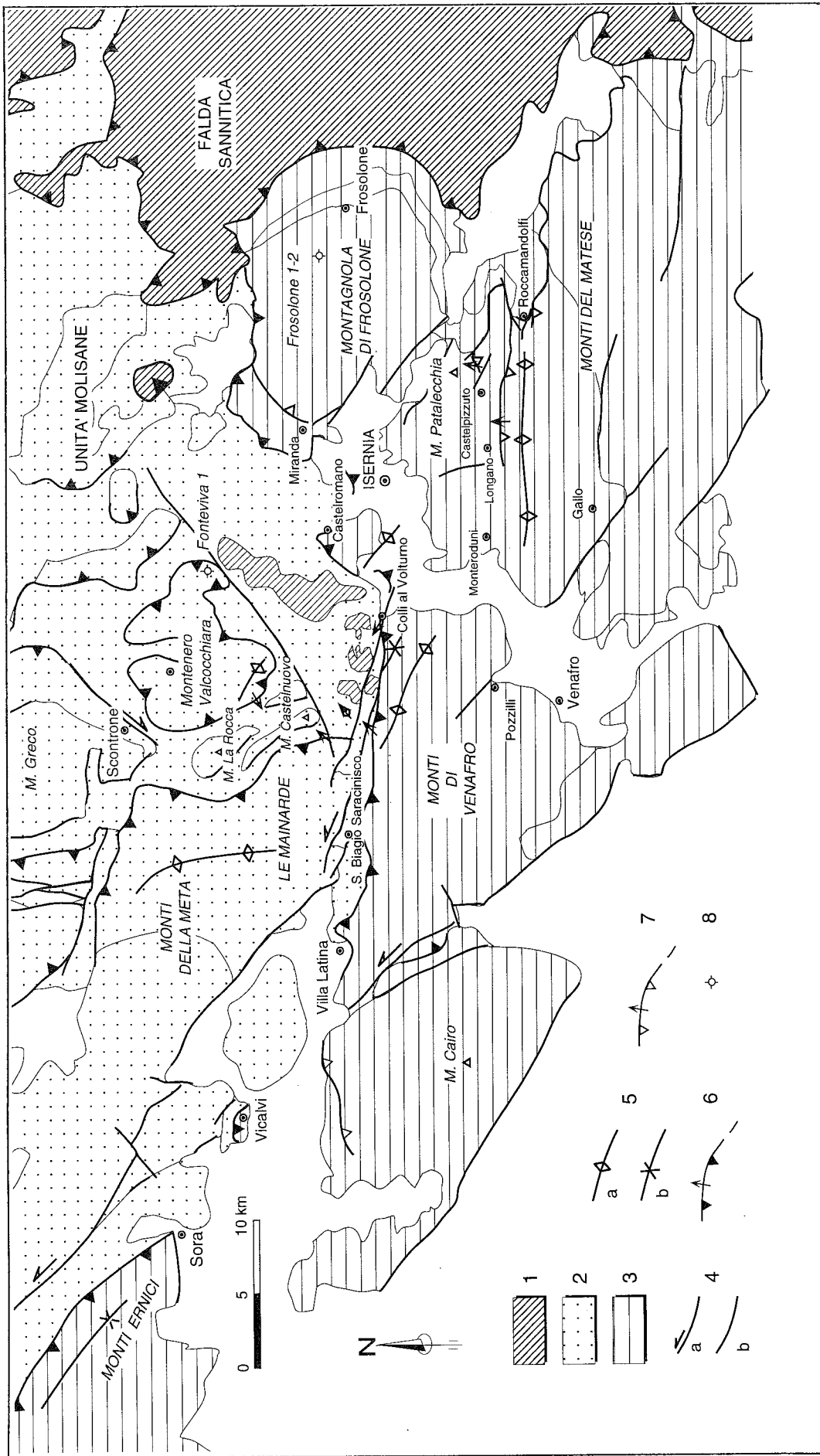


Fig. 8 - Schema strutturale-cinematico dell'area indagata. 1-3) principali unità tettoniche; 1) falda sannitica; 2) unità tettonica superiore; interessata da un primo evento deformativo durante il Messiniano inferiore e affetta da trasporto tettonico principale nel Messiniano superiore - Pliocene inferiore (?); 3) unità tettoniche inferiori; 4) principali sistemi di faglie; a - trascorrenti; b - dirette; 5) traccia di superficie assiale - anticlinali; b - sinclinali; 6) sovrascorrimenti principali (la freccia indica la direzione ed il verso di trasporto tettonico medio desunti dalle analisi mesostrutturali); 7) zone di taglio inverse minori (la freccia indica la direzione ed il verso di trasporto tettonico medio desunti dalle analisi mesostrutturali); 8) pozzo.

alii, 1992). In tale senso, ed in accordo con la definizione proposta da MORLEY (1988), questo sovrascorrimento può essere considerato "fuori-sequenza".

Dall'analisi dei caratteri geologico-strutturali regionali si può dedurre, inoltre, che nei Monti Simbruini - Ernici l'attuale traccia in affioramento del sovrascorrimento "fuori-sequenza" è circa parallela a quello che si ritiene essere stato il fronte della Catena nel Messiniano inferiore. Verso est, la traccia in affioramento del sovrascorrimento fuori-sequenza tende ad allontanarsi dal fronte del Messiniano inferiore che nel Matese è rimasto in qualche modo "fossilizzato" e trasportato passivamente al tetto di questo successivo sovrascorrimento. La possibile causa di questa differente geometria può essere individuata nella presenza di un ben conosciuto limite di facies (Fig. 2), circa perpendicolare allo sviluppo longitudinale del sovrascorrimento, ed alla presenza all'interno della successione di transizione a bacino di livelli di scollamento assenti nella successione di piattaforma.

## BIBLIOGRAFIA

- ACCORDI B., ANGELUCCI A. & SIRNA G. (1967) - Note illustrative della Carta Geologica d'Italia. Foglio 159 "Frosinone" e Foglio 160 "Cassino". Servizio Geologico d'Italia.
- ACCORDI G., CARBONE F. & SIRNA G. (1982) - Relationship among tectonic setting, substratum and benthonic communities in the Upper Cretaceous of the Northeastern Matese (Molise, Italy). Geol. Romana, **21**, 755-793.
- AMORE O., CIAMPO G., RUGGIERO TADDEI E., SANTO A. & SGROSSO I. (1988) - La successione miocenica del Matese nord-occidentale: nuovi dati biostratigrafici e conseguenti ipotesi paleogeografiche. Mem. Soc. Geol. It., **41**, 311-319.
- BOEHM C. (1983) - Etude structurale des massifs campano-abruzzais du Matese aux Ernici (Italie centro-meridionale). Thèse 3ème cycle, Nancy I, 184 pp.
- CASERO P., ROURE F., ENDIGNOUX L., MORETTI I., MUELLER C., SAGE L. & VIALLY R. (1988) - Neogene geodynamic evolution of the Southern Apennines. Mem. Soc. Geol. It., **41**, 109-120.
- CIAMPO G., SGROSSO I. & RUGGIERO TADDEI E. (1983) - Età e modalità della messa in posto del massiccio del Matese nel bacino molisano. Boll. Soc. Geol. It., **102**, 573-580.
- CIAMPO G., SGROSSO I. & RUGGIERO TADDEI E. (1987) - L'inizio della sedimentazione terrigena nel Matese, nei Monti del Casertano e nei Monti di Suio. Boll. Soc. Geol. It., **106**, 323-330.
- CINQUE A., PATACCA E., SCANDONE P. & TOZZI M. (1993) - Quaternary kinematic evolution of the Southern Apennines. Relationships between surface geological features and deep lithospheric structures. Ann. Geofisica, **36**, 249-260.
- CIPOLLARI P. & COSENTINO D. (1994) - Caratteri stratigrafico-strutturali dei bacini di piggy-back tardo miocenici dell'Italia centrale. Società Geologica Italiana - 77ª Riunione Estiva: "Geologia delle aree di avampaese" (Bari, 26-28 Settembre 1994), Riassunti, 87-88.
- CLERMONTÉ J. (1982) - Evolution paléogéographique et structurale de l'Italie centro-méridionale durant l'Alpin. Notion de promontoire apulien. Sciences de la Terre, tomo XXV, 39-64.
- CLERMONTÉ J. & PIRONON B. (1979) - La plate-forme campano-abruzzaise de la Meta au Matese (Italie méridionale): différenciations au Paléogène et a Miocène, structures, relations avec les formations molisanes. Bull. Soc. Géol. France, **21**, 737-743.
- COCCO E. (1971) - Note illustrative della Carta Geologica d'Italia. Foglio 161 "Isernia". Servizio Geologico d'Italia.
- D'ANDREA M. (1988) - Evoluzione paleogeografica di un settore del margine sud-orientale della piattaforma laziale-abruzzese durante il Mesozoico. Tesi di Dottorato in Scienze della Terra, Perugia, 175 pp.
- D'ARGENIO B., PESCATORE T. & SCANDONE P. (1972) - Schema geologico dell'Appennino meridionale (Campania e Lucania). (183), Accademia Nazionale dei Lincei, Quaderni: "Moderne vedute sulla geologia dell'Appennino", Roma 1972, 49-72.
- DEVOTO G. (1963) - La serie stratigrafica di Monte S. Croce (Vena-fro). Mem. Soc. Geol. It., **4**, 761-765.
- DI BUCCI D. & TOZZI M. (1992) - La linea "Ortona - Roccamonfina": revisione dei dati esistenti e nuovi contributi per il settore settentrionale (media valle del Sangro). In: TOZZI M., CAVINATO G.P. & PAROTTO M. (ed.) "Studi preliminari all'acquisizione dati del profilo CROP 11 Civitavecchia-Vasto". Studi Geol. Camerti, Vol. spec., 397-406.
- IETTO A. (1969) - Aspetto strutturale e ricostruzione paleogeografica del Matese occidentale (Appennino meridionale). Mem. Soc. Nat. Napoli, **78**, 441-471.
- LOCARDI E. (1982) - Individuazione di strutture sismogenetiche dall'esame dell'evoluzione vulcano-tettonica dell'Appennino e del Tirreno. Mem. Soc. Geol. It., **24**, 569-596.
- MORLEY C. K. (1988) - Out-of-sequence thrusts. Tectonics, **7**, 539-561.
- MOSTARDINI F. & MERLINI S. (1986) - L'Appennino centro-meridionale. Sezioni geologiche e proposta di modello strutturale. Mem. Soc. Geol. It., **35**, 177-202.
- NASO G., TALLINI M. & TOZZI M. (1995) - Caratteristiche geologico-strutturali dell'area di Miranda (Isernia): un contributo alla comprensione dei rapporti tra falde molisane e avanfossa del Messiniano-Pliocene inferiore. Boll. Soc. Geol. It., **115**, 423-441.
- PAROTTO M. (1971) - Stratigraphy and tectonics of the eastern Simbruini and western Marsica Ranges (Central Apennines - Italy). Atti Acc. Naz. Lincei Mem., **10**, 91-170.
- PAROTTO M. & PRATURLON A. (1975) - Geological summary of the Central Apennines. In: OGNIBEN L., PAROTTO M. & PRATURLON A. (Eds.): "Structural Model of Italy". Quaderni de "La Ricerca Scientifica", C.N.R. 90, 257-311.
- PATACCA E., SARTORI R. & SCANDONE P. (1990) - Tyrrhenian basin and Apenninic Arcs: kinematic relations since late Tortonian times. Mem. Soc. Geol. It., **45**, 425-451.
- PATACCA E., SCANDONE P., BELLATALLA M., PERILLI N. & SANTINI U. (1992) - La zona di giunzione tra l'arco appenninico settentrionale e l'arco appenninico meridionale nell'Abruzzo e nel Molise. In: TOZZI M., CAVINATO G.P., PAROTTO M. (eds.) "Studi preliminari all'acquisizione dati del profilo CROP 11 Civitavecchia - Vasto". Studi Geol. Camerti, Vol. Spec., 417-441.
- PESCATORE T. (1965) - Ricerche geologiche sulla depressione molisano - sannitica. Atti Acc. Sc. Fis. Mat. Napoli, **5**, 101-145.
- PIERI M. (1966) - Tentativo di ricostruzione paleogeografico-strutturale dell'Italia centro-meridionale. Geol. Romana, **5**, 407-424.
- PIRONON B. (1980) - La notion de zone de transition en bordure orientale de la plate-forme campano-abruzzaise de la Meta au Matese (Italie centro-meridionale). Thèse 3ème cycle, Nancy I, 175 pp.
- RAMSAY J. G. (1967) - Folding and fracturing of rocks. 560 pp.. McGraw-Hill Book Company.
- RENAUD P., BILLAUD Y., CLERMONTÉ J., LORENZ C. & PIRONON B. (1990) - Evolution paléogéographique le long de la bordure sud-orientale de la plate-forme campano-abruzzaise (Italie) du Crétacé au Néogène. Bull. Soc. Géol. France, **6**, 737-743.
- SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA (1971) - Carta geologica d'Italia. Scala 1:100.000. Foglio 161 "Isernia". II ediz..
- SGROSSO I. (1978) - Contatto stratigrafico tra le arenarie di Frosolone e i calcari del Matese. Rend. Soc. Geol. It., **1**, 19-20.
- SGROSSO I. (1994) - I rapporti tra i terreni del Massiccio del Matese ed i terreni del bacino molisano. Società Geologica Italiana - 77ª Riunione Estiva: "Geologia delle aree di avampaese", (Bari, 26-28 Settembre 1994), Riassunti, 14-17.
- SGROSSO I., AMORE F.O. & RUGGIERO TADDEI E. (1988) - L'inizio della sedimentazione terrigena nel bacino molisano. Boll. Soc. Geol. It., **107**, 73-79.
- SGROSSO I. & TORRE M. (1968) - Su alcuni affioramenti terziari dei dintorni di Monteroduni (Matese). Boll. Soc. Nat. Napoli, **77**, 131-158.
- SIGNORINI R. (1961) - Osservazioni geologiche nell'alto Molise. Boll. Soc. Geol. It., **80**, 215-224.
- SIGNORINI R. & DEVOTO G. (1962) - Il Paleogene nell'alto Molise. Mem. Soc. Geol. It., **3**, 461-514.
- STEFFENS P. (1968) - Zur Geologie der Molise-Zone nordostlich von Isernia (Provinz Campobasso, Italien). Inaugural Dissertation Zur Erlangung der Doktorwürde der Mathematisch Naturwissenschaftlichen Fakultät, Freien Universität Berlin.
- SUPPE J. & MEDWEDEFF D.A. (1990) - Geometry and kinematics of fault-propagation folding. Eclogae Geol. Helv., **83**, 409-454.