

TETTONICA PLEISTOCENICA TRA IL MONTE SORATTE E I MONTI CORNICOLANI (LAZIO)^(*)

C. Faccenna⁽¹⁾ - R. Funicello⁽²⁾

⁽¹⁾ Dottorato di ricerca, Dipartimento di Scienze della Terra, Università "La Sapienza", Roma

⁽²⁾ Dipartimento di Scienze della Terra, Università "La Sapienza", Roma

RIASSUNTO - *Tettonica pleistocenica tra il Monte Soratte e i Monti Cornicolani (Lazio)* - Il Quaternario, 6(1), 1993 p. 103-118 - Lo studio sistematico delle strutture presenti lungo la bassa Valle del Tevere, tra il Monte Soratte e i Monti Cornicolani, ha messo in luce la presenza di una tettonica complessa, evoluta secondo differenti direttrici strutturali. Il rilievo del Monte Soratte rappresenta un *horst* impostato sulla culminazione di una struttura composta da accavallamenti miocenici a direzione NNW-SSE e vergenza nordorientale, ed è bordato sul lato settentrionale e sul lato meridionale da sistemi di faglie distensive a direzione N50°-70°W, che talvolta riutilizzano le strutture preesistenti. La componente del tensore di minima compressione è orientata mediamente tra N20°-40°E. Queste direttrici tettoniche sono state attive a partire dal Pliocene inferiore sino agli inizi del Pleistocene medio. A meridione del rilievo stesso è presente una zona di taglio caratterizzata da un sistema di segmenti discreti, a direzione N-S disposti "en échelon" destrale. Gli indicatori cinematici dei piani di taglio mostrano una successione di eventi prima distensivi e poi trascorrenti destri. Questa zona di taglio, attiva anche successivamente ai sistemi distensivi a direzione N50°-70°W, ha delle caratteristiche geometriche simili a quella riscontrata nell'area delle Acque Albule. In quest'area, infatti, è stata riconosciuta un'altra zona di taglio, estesa poco meno di 30 km, composta da segmenti di faglia trascorrenti destri e piani ausiliari obliqui divergenti, la cui interazione permette la formazione di bacini subsidenti. In tutte e due le aree, la presenza di tali discontinuità è sottolineata dalla risalita di fluidi mineralizzati e da manifestazioni a bassa termalità. L'attività della tettonica trascorrente, ricavata dall'età dei depositi interessati, è più recente di 360 ka. Lungo i singoli segmenti le dislocazioni sono dell'ordine della decina di metri. Confrontando le geometrie delle due zone di taglio e la cinematica delle discontinuità è possibile affermare che esiste una transizione tra una zona di taglio trascorrente (Acque Albule) ad una transtensiva (Monte Soratte), spostandosi da est verso ovest.

ABSTRACT - *Pleistocene tectonics of the area between Mount Soratte and Cornicolani Mts. in Latium (central Italy)* - Il Quaternario, 6(1), 1993 p. 103-118 - Systematic analyses of the tectonic structures of the Pliocene-Pleistocene units of the Tiber lower valley, between Mount Soratte and Cornicolani Mts. in central Italy, show a complex neotectonic framework. Mount Soratte is a horst, which developed on the culmination of a northeastern vergent thrust sequence. Northeastwards and southwards it is bordered by N50°-70°W striking normal faults, with reconstructed minimum compressive stress axis oriented N20°-40°E. On the Mt Soratte southwestern slope normal faults reutilize the ramps of thrust planes. This tectonic system was active from Lower Pliocene up to early Middle Pleistocene, and brought about the formation of NW-SE oriented basins which would be filled by a thick sedimentary sequence. On the south of Mt. Soratte, en échelon N-S striking discrete tectonic elements affected both sedimentary and volcanic deposits. Slickensides along fault planes show a sequence of right-lateral strike-slip events superimposed on a dip-slip extensional event. The maximum compressive stress axis of this strike-slip tectonic system is oriented N20°-N40°E. These discrete tectonic elements are 3 km long and slightly overlap each other with average separation of 4 km; the right-stepping en-échelon array forms a 15 km long shear zone. A well defined N20° right-lateral strike-slip fault ("Sabina fault", Alfonsi *et al.*, 1991), active from post-Upper Miocene times, represents the continuation of this shear zone in the Apennines. On the SE of Mt. Soratte, in the Acque Albule area (Tivoli), a 30 km long dextral strike-slip shear zone affects the Upper Pleistocene deposits. This shear zone contains N-S striking strike-slip segments and N20° oblique divergent splays; their interaction brought forth well-defined releasing features (Acque Albule pull-apart basin). Strike-slip tectonic structures are there still active after 360 ka, and their connection with the Colli Albani volcanic evolution is still a matter of discussion. In both the areas (Acque Albule and Mt. Soratte), the strike-slip structures are marked by both the rising up of mineralized fluids and by travertine deposition. The evolution of the shear zones has been reconstructed on the basis of the geometric pattern of such structures. The comparison with sand-box models shows that the Mt. Soratte shear zone is less evolved than the Acque Albule one, in terms of horizontal displacement along the buried master fault. This conclusion, which is confirmed by the kinematic characters of tectonic elements, indicates that there is a transition from a strike-slip shear zone (Acque Albule) to a transtensional one (Mt. Soratte). Different geodynamic hypotheses could be proposed in order to explain the relation between strike-slip and extensional tectonics. Strike-slip elements might develop as transfer faults of areas undergoing different extension rates; strike-slip tectonics might be generated by an inversion of stress axes in Upper Pleistocene; the two shear zones, strictly connected with the "Sabina fault", have discontinuously been active since post-Upper Miocene times: their regional elongation and their possible connection with volcanic features suggest that the strike-slip tectonic pattern is linked to the complex geodynamic evolution of the Latium Tyrrhenian margin.

Parole chiave: Lazio, tettonica trascorrente, zone di taglio, fluidi mineralizzati
Key words: Latium, strike-slip tectonics, shear zones, mineral springs

^(*) Lavoro eseguito nell'ambito del Centro di studio per il Quaternario e l'Evoluzione Ambientale del C.N.R.-Roma; presentato alle Giornate di studio dell'AIQUA sul tema "La neotettonica a 10 anni dalla fine del P.F. Geodinamica", Roma il 2-3 marzo 1992.

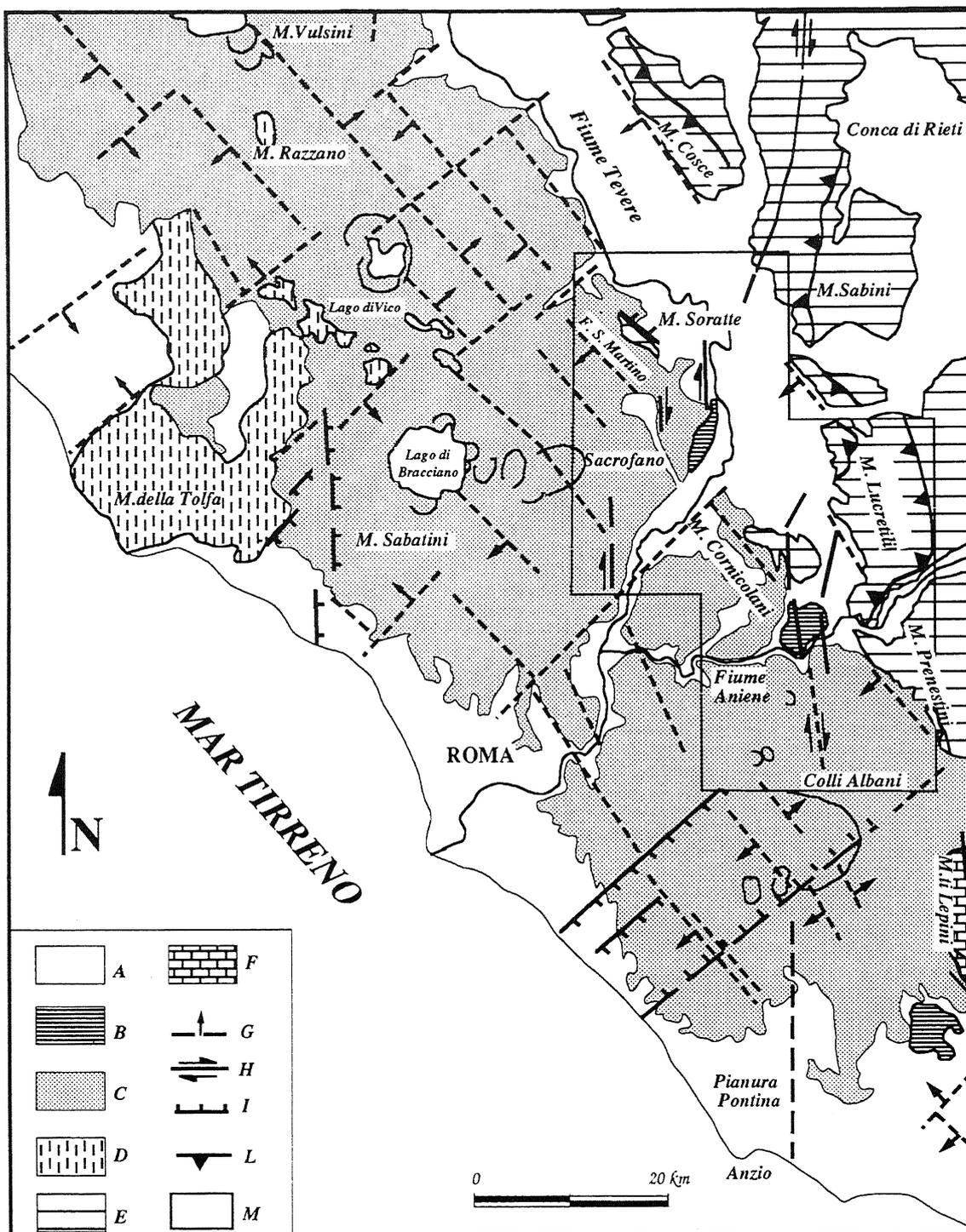


Fig. 1 - Schema strutturale del margine tirrenico laziale. Legenda: A) sequenze sedimentarie dei cicli "neo-autoctoni" (Messiniano-Pleistocene); B) depositi travertinosi (Quaternario); C) sequenze vulcaniche (Pliocene-Pleistocene); D) unità dei Monti della Tolfa (Cretacico superiore-Eocene); E) unità sabine (Triassico superiore-Miocene superiore); F) unità dei Monti Lepini (Cretacico); G) principali faglie sepolte, le frecce indicano la parte ribassata; H) faglie trascorrenti; I) faglie normali; L) sovrascorrimenti; M) area illustrata in Figura 9.

Structural sketch map of the Latium Tyrrhenian margin. Legend: A) sedimentary sequences of the "neo-autochthonous cycles" (Messinian-Pleistocene); B) travertine deposits (Quaternary); C) volcanic sequences (Pliocene-Pleistocene); D) Tolfa units (Upper Cretaceous-Eocene); E) Sabina units (Upper Triassic-Upper Miocene); F) Lepini Mts. units (Cretaceous); G) main buried faults, arrows on the downthrow limb; H) strike-slip faults; I) normal faults; L) thrust faults; M) area shown in Figure 9.

1. INTRODUZIONE

Il riconoscimento di differenti sistemi deformativi lungo il margine tirrenico laziale pone delle problematiche sullo stile evolutivo della tettonica estensionale. Questo studio si propone di analizzare le relazioni esistenti tra le direttrici "appenniniche" NW-SE o NNW-SSE e le direttrici "tirreniche" N-S.

In questa nota vengono presentati i risultati di uno studio geologico-strutturale, eseguito prevalentemente su unità plioceniche e pleistoceniche, lungo una fascia che dalle propaggini settentrionali del rilievo del Monte Soratte si estende lungo la Valle del Tevere, bordando i rilievi dei Monti Cornicolani (Fig.1).

Quest'area, infatti, rappresenta un buon sito per l'osservazione dei rapporti geometrici tra i diversi sistemi deformativi e il riconoscimento di sistemi trascorrenti di estensione regionale, rende più complessa la ricostruzione dei processi estensionali che hanno agito lungo questo tratto di margine.

2. CARATTERI GEOLOGICO-STRUTTURALI

I rilievi del Monte Soratte e dei Monti Cornicolani mostrano caratteri stratigrafici simili, con una successione condensata calcareo-silico-marnosa "umbro-sabina" con *hiatus* al livello del Giurassico superiore e del Cretacico inferiore (Parotto & Praturlon, 1975). La somiglianza tra le facies del Monte Soratte e dei Monti Cornicolani (Maxia, 1954; Chiocchini *et al.*, 1979) ha permesso di congiungere i due rilievi in un' unica struttura denominata "dorsale tiberina" (Chiocchini *et al.*, 1975), a direzione NW-SE (Fig.1). Il rilievo del Monte Soratte è costituito da almeno due scaglie tettoniche sovrapposte mediante piani di accavallamento, di età miocenica, a direzione NNW-SSE (Beneo, 1947; Parotto & Praturlon, 1975; Cavinato & Tozzi, 1986). Queste strutture risultano meno evidenti sui rilievi dei Monti Cornicolani dove, tuttavia, le osservazioni strutturali (Mattei *et al.*, 1986) e gravimetriche (Di Filippo & Toro, 1991) hanno permesso di ipotizzare la presenza di un piano di scollamento basale, coperto da depositi pleistocenici.

L'area di raccordo tra i due rilievi è posta in corrispondenza dell' attuale Valle del Tevere, ed è coperta da depositi appartenenti ai cicli neautoctoni; gli assi delle due strutture a direzione NNW-SSE appaiono, dall' indagine gravimetrica (Di Filippo *et al.*, 1992; Toro, 1976), dislocati da un sistema di discontinuità a direzione N-S. Poco più a nord, nei rilievi dei Monti Sabini, un elemento regionale ("faglia sabina") a direzione N20° trascorrente destro, è stato recentemente definito nei caratteri strutturali e geochimici (Alfonso *et al.*, 1991; Maiorani *et al.*, 1992).

A NW del Monte Soratte, nell' area ricoperta dai prodotti vulcanici del distretto vicano e sabatino, è stato ricostruito un settore subsidente a direzione NNW-SSE,

che ad oriente borda i Monti di Amelia-Monte Cosce ed ad occidente costeggia l'alto strutturale di Monte Razzano (Brandi *et al.*, 1970) (Fig.1). In questo bacino sono presenti depositi argillosi ascrivibili alla parte sommitale del Pliocene inferiore-Pliocene medio al di sopra dei quali si sono depositi, con discordanza angolare, depositi del Pleistocene inferiore (Ambrosetti *et al.*, 1987); solamente lungo il suo bordo occidentale sono presenti depositi in facies più sabbiosa ascrivibili al Pliocene medio su cui poggiano depositi del Pliocene superiore-Pleistocene inferiore mediante una lacuna stratigrafica (Brandi *et al.*, 1970; Piccardi, 1993). Poco più a sud, il bacino prosegue bordando ad occidente la dorsale del Monte Soratte; il suo margine orientale è posto all'altezza del Fosso di San Martino: questo Fosso rappresenta, infatti, un limite di facies e gradino tettonico, attivo nell'intervallo Pliocene inferiore-Pleistocene, che ribassa ad occidente il substrato meso-cenozoico (Bortolani & Carugno, 1979; Conti *et al.*, 1980; Funicello *et al.*, 1992). La discontinuità che borda ad occidente questo bacino, le cui geometrie sono state ricostruite mediante indagini geofisiche e pozzi profondi dovrebbe essere posto al di sotto dell' area di Sacrofano, esercitando un ruolo primario nel controllo dell'attività vulcanica (Baldi *et al.*, 1975; 1976; Funicello *et al.*, 1976; 1979; De Rita *et al.*, 1983; 1988). L'esordio dell'attività del distretto vulcanico sabatino, datato intorno a 600 ka (Fornaseri, 1985) è localizzabile in un piccolo centro nell'area di Morlupo-Castelnuovo di Porto (Fig. 2).

La continuità del bacino verso sud sembra essere confermata dalla presenza di una successione argillosa simile, ascrivibile al Pliocene medio-superiore (Carboni, 1975), affiorante lungo il margine dei Monti Cornicolani, su cui poggiano depositi di cicli successivi.

Meno dettagliata è la ricostruzione paleogeografica e tettonica del margine nord-orientale del Monte Soratte: la successione è costituita da depositi sabbioso-argilloso-ghiaiosi. La mancanza in affioramento di depositi attribuibili al Pliocene inferiore ad oriente del rilievo, lascia ipotizzare che questo bacino abbia ritardato la sua formazione sino al Pliocene medio-superiore, in accordo con la migrazione verso oriente dell' asse della tettonica distensiva. In quest'area, inoltre, sono praticamente assenti i depositi piroclastici del distretto vulcanico sabatino, estesamente affioranti ad occidente della soglia morfologica del Monte Soratte.

A settentrione e a meridione della dorsale del Monte Soratte sono presenti, inoltre, depositi travertinosi (Fig. 2): la placca settentrionale, con spessore di una decina di metri, è ricoperta da depositi vulcanici di ricaduta (età maggiore di 200 ka) mentre la più meridionale (Fiano Romano) si è cominciata a depositare circa 170 ka (Funicello *et al.*, 1990) ed ha uno spessore più cospicuo. Altre piccole placche travertinose sono presenti nel Fosso di San Martino e nell'area di Monterotondo.

Per comprendere i caratteri strutturali dell'area è stata eseguita un'analisi strutturale, preferenzialmente nei

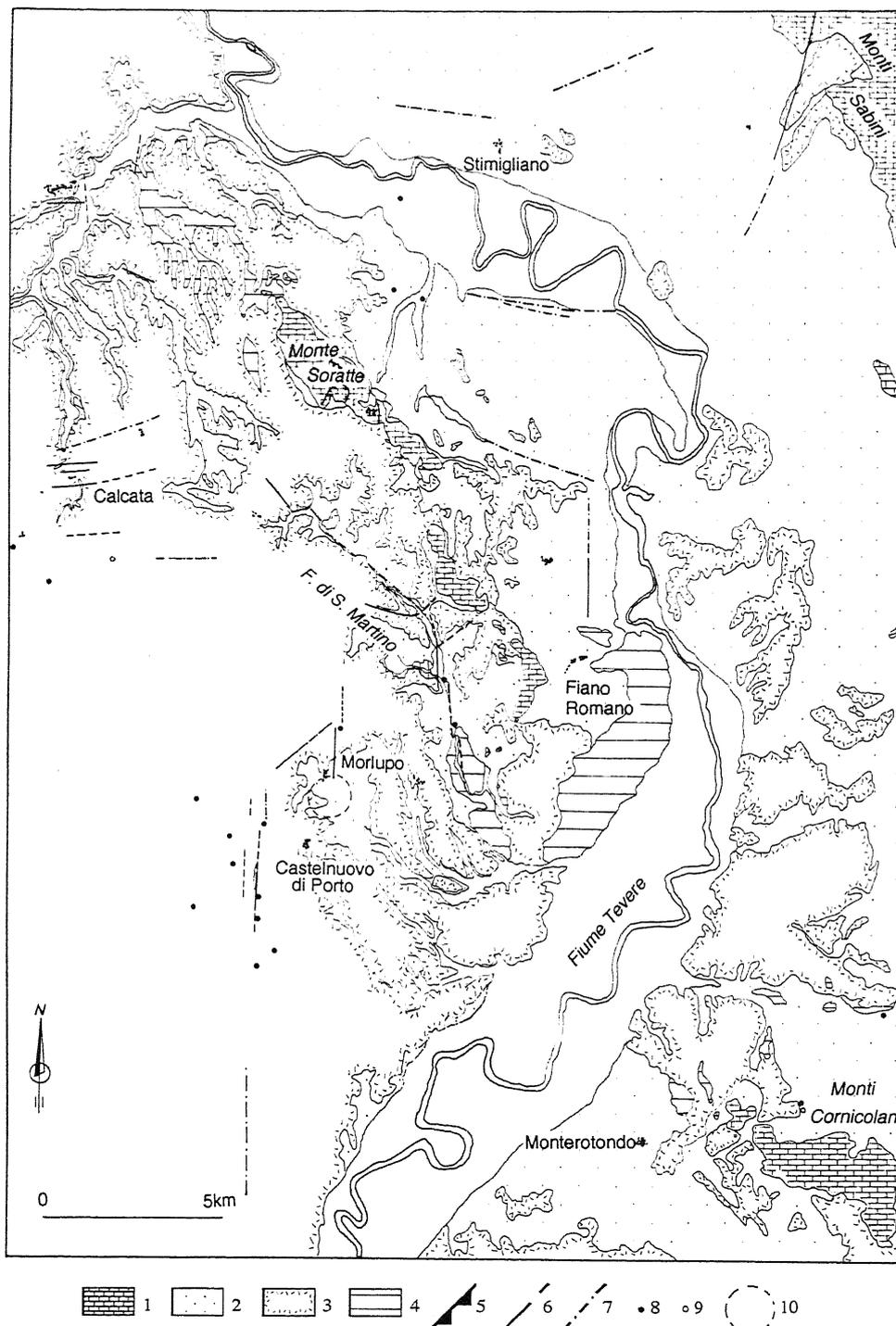


Fig. 2 - Schema geologico semplificato dell'area del Monte Soratte. Legenda: 1) successione sabina (Triassico superiore-Miocene superiore); 2) sequenze sedimentarie dei cicli "neo-autoctoni" (Pliocene-Pleistocene); 3) sequenze vulcaniche (Pleistocene); 4) depositi travertinosi (Quaternario); 5) sovrascorrimenti; 6) faglie; 7) faglie dedotte da elementi morfotettonici; 8) sorgenti mineralizzate; 9) emissione di gas; 10) centro vulcanico.

Geological sketch map of the Mt. Soratte area. Legend: 1) Sabina units (Upper Triassic-Upper Miocene); 2) sedimentary sequences of the "neo-autochthonous cycles" (Pliocene-Pleistocene); 3) volcanic sequences (Pleistocene); 4) travertine deposits (Quaternary); 5) thrusts; 6) faults; 7) faults inferred from morphotectonic elements; 8) mineral springs; 9) gas; 10) volcanic centre.

depositi pleistocenici, al fine di evidenziare le geometrie, la cinematica e l'età dei sistemi deformativi. Particolare attenzione è stata rivolta alla descrizione di elementi tettonici trascorrenti. Le caratteristiche geometriche e cinematiche di questi sistemi sono stati messi a confronto

con altri sistemi trascorrenti riconosciuti a SE dell'area studiata. Nelle conclusioni vengono avanzate alcune ipotesi sul ruolo della tettonica trascorrente nel contesto regionale e in particolare delle sue relazioni con la tettonica distensiva.

3. ANALISI STRUTTURALE

Lo studio del campo deformativo superficiale è stato effettuato prendendo in considerazione in massima parte deformazioni fragili con indicatori cinematici e subordinatamente fratture estensionali. I dati sono stati raccolti essenzialmente lungo macro-lineamenti tettonici evidenziati da rilevamenti geologici di dettaglio e da indizi morfo-tettonici foto-interpretati. I dati sono stati elaborati secondo il programma di inversione dati di Angelier & Goguel (1979) che permette la ricostruzione dell'orientazione spaziale delle componenti del tensore degli sforzi. Nella Figura 3 sono illustrati i dati con le relative stazioni effettuate.

Lungo i margini della struttura del Monte Soratte sono presenti faglie normali che riutilizzano o tagliano i precedenti piani di discontinuità. Questa tettonica distensiva, in accordo con quanto osservato da Cavinato & Tozzi (1986), rappresenta l'ultimo episodio deformativo registrato sui calcari meso-cenozoici. In particolare le strutture distensive osservabili lungo il margine sud-occidentale del rilievo, sono composte da superfici di faglia di modesta estensione, che riutilizzano dei piani preesistenti, e non rendono possibile l'identificazione di una struttura bordiera principale. La componente di massima estensione ricostruita è sub-orizzontale, con direzione N207° (Staz. 1). Differente è la situazione lungo il margine nord-orientale del rilievo, dove le strutture bordiere distensive risultano costituite da piani di faglia normali a direzione N330° ed inclinazione variabile tra 39° e 81°, mediamente intorno ai 50°, che bordano tutto il rilievo per alcune centinaia di metri (Fig. 4). La componente di massima estensione è orientata N50° (Staz. 2).

Lungo il Fosso di San Martino, in una cava di prestito in località Miciano, si nota la presenza di un disturbo tettonico a direzione N110° che mette a contatto depositi ghiaioso-conglomeratici con sabbie grossolane (Staz. 3). Il letto della faglia risulta deformato con sistemi di faglie minori trascorrenti destre N270°. Epivolcaniti e prodotti di ricaduta, poggianti su questi depositi, risultano interessati da fratture estensionali, riempite di calcite, con direzione oscillante intorno a N100°.

Queste deformazioni, associate con altre discontinuità rilevate in stazioni vicine (Staz. 4), interessano anche i prodotti del distretto vulcanico dei Monti Sabatini ("Tufi stratificati varicolori de' La Storta" *auct.*) con direzione oscillante tra N80°-130°; la distribuzione di queste deformazioni permette di associarle alla struttura principale distensiva presente lungo il tratto NW-SE del Fosso di San Martino. Quest'incisione fluviale è posta, come accennato, lungo un limite di facies, suggerendo la presenza di un gradino tettonico già presente durante l'ingressione marina pliocenica (Bortolani & Carugno, 1979; Conti *et al.*, 1980). Esiste tuttavia uno scarto medio di circa 20° tra la direzione del lineamento morfo-tettonico e la direzione media dei piani osservati in superficie. La locale presenza di una componente trascorrente, indotta dal processo estensionale, non permette una

definizione esatta dell'orientazione del tensore degli sforzi; tuttavia è ipotizzabile, dalle geometrie delle strutture principali, che la componente di massima estensione abbia un'orientazione oscillante intorno a N20°-30°E.

Presso l'abitato di Civita Castellana, nei depositi ghiaiosi fluviali, (attribuiti da Alvarez (1972) al "Paleotevere") correlabili con i depositi del Galeriano, è presente un sistema di faglie con direzione oscillante intorno a N260° (Staz. 5; Fig. 5); lo studio delle impronte dei ciottoli lungo i piani di faglia mostra una componente trasversiva del movimento. Queste faglie presentano dei rigetti verticali apparenti che tendono a diminuire verso l'alto senza interessare i depositi vulcanici soprastanti. Il loro carattere sinsedimentario è reso evidente dalla presenza di incisioni fluviali, presenti solo al letto della faglia, formatesi durante l'attività della faglia stessa, successivamente riprese nel movimento tettonico.

Nei pressi di Civita Castellana e di Calcata, sistemi di faglie normali a direzione N60°-70°W, interessano depositi diatomitici pre-vulcanici, il "Tufo Giallo della Via Tiberina" *auct.*, e il "Tufo Rosso a Scorie Nere" sabatino (Staz. 6, 7, 8; Fig. 6). La componente di minima compressione ricostruita è orientata N20°-30°E, in accordo con quella ricostruita per i sistemi di faglie bordiere del Monte Soratte.

Lungo il margine nord-orientale del Monte Soratte la scarsa consistenza dei depositi sabbiosi impedisce una buona osservazione delle mesostrutture. L'indagine morfotettonica ha evidenziato, tuttavia, alcuni segmenti tettonici estesi per qualche km, a direzione N50°-60°W.

Le osservazioni effettuate lungo il Fosso di San Martino, nella Valle del Treia (Staz. 9) e nelle altre stazioni, in sintesi, indicano una direzione media dei piani di faglia intorno a N110°, con una componente di massima estensione a direzione N20°E; è interessante notare, inoltre, che spesso sui piani di faglia si riscontrano componenti oblique del movimento. La discrepanza di circa 20° tra le mesostrutture e l'andamento delle morfo-strutture e la componente obliqua del movimento lascia pensare che queste strutture siano state indotte da processi di riattivazione, durante il Pleistocene, di discontinuità sepolte disposte a direzione N40°E.

A meridione del rilievo, nell'area compresa tra Fiano Romano e Castelnuovo di Porto, un sistema di deformazioni, a direzione preferenziale N-S, interessa sia i depositi sedimentari che vulcanici. Gli elementi mesostrutturali appartenenti a questo sistema sono presenti solamente lungo evidenti lineamenti morfologici meridiani, la maggior parte dei quali presenta un movimento prima distensivo e poi trascorrente.

Lungo la sponda destra del fiume Tevere, poco a nord dell'abitato di Fiano Romano, depositi sabbioso-ghiaiosi del Pleistocene inferiore, sono interessati da due sistemi deformativi. Si osservano faglie distensive minori e fratture estensionali a direzione N-S (Staz. 12), spesso riutilizzate con movimento trascorrente destro. Sono presenti, inoltre, piani sub-verticali a direzione N-S,

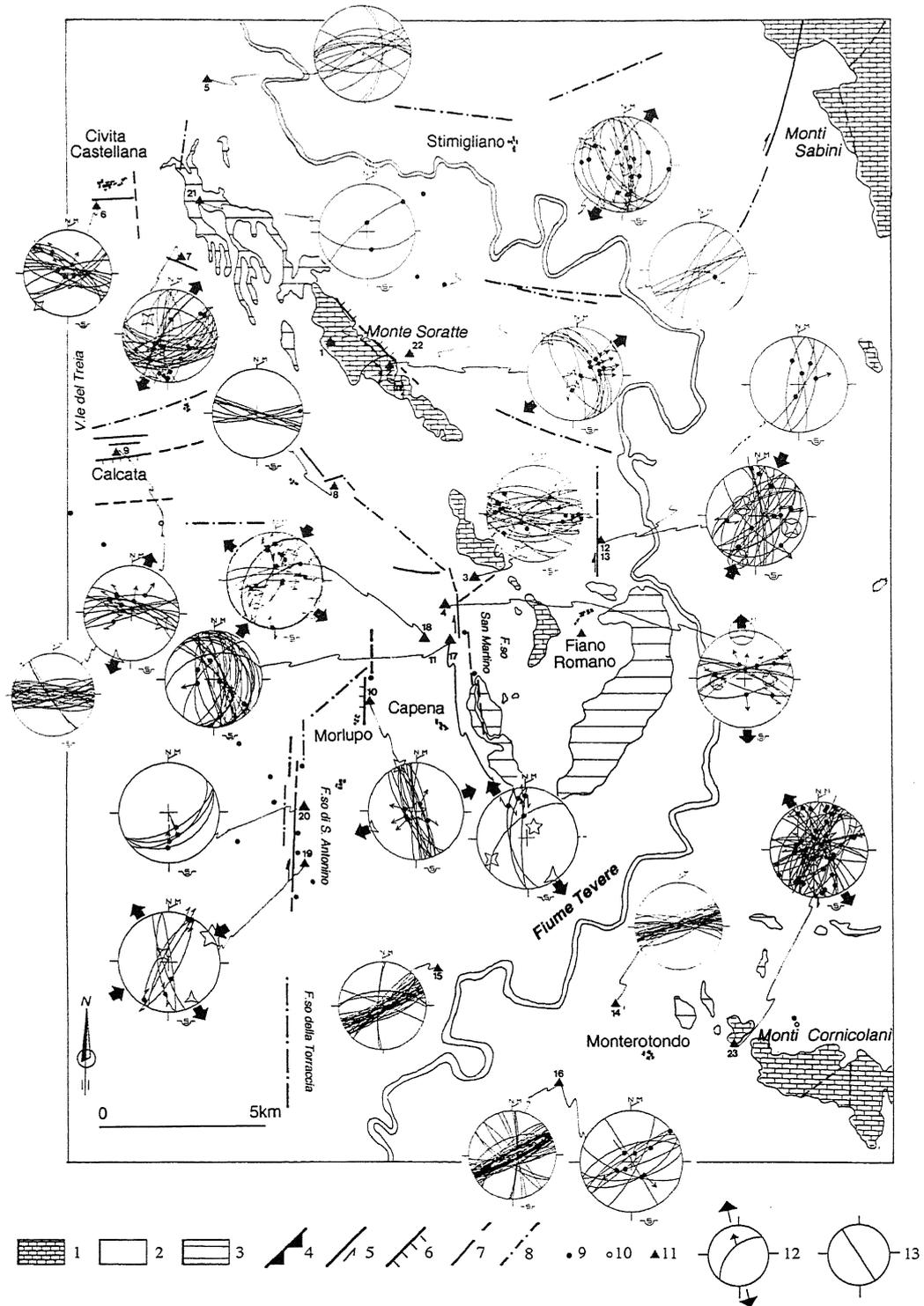


Fig. 3 - Schema strutturale. Legenda. 1) successione sabina (Triassico superiore-Miocene superiore); 2) sequenze sedimentarie dei cicli "neo-autoctoni" (Pliocene-Pleistocene) e sequenze vulcaniche (Pleistocene); 3) depositi travertinosi (Quaternario); 4) sovrascorrimenti; 5) faglie a componente trascorrente; 6) faglie a componente normale; 7) faglie dedotte da rigetti stratigrafici; 8) faglie dedotte da elementi morfotettonici; 9) sorgenti mineralizzate; 10) emissioni di gas; 11) Stazioni del rilievo meso-strutturale; 12) Diagramma di Schmidt, emisfero inferiore: sono rappresentati i piani di faglia, il cerchietto indica la giacitura delle striae, la freccia il verso di movimento. Le frecce nere fuori dal diagramma indicano la direzione del s1 (in compressione) e del s3 (in estensione) ricavati con il programma di inversione dati (Angelier & Goguel, 1979); 13) Diagramma di Schmidt, emisfero inferiore: sono rappresentati i piani di frattura.

Structural sketch map. Legend: 1) Sabina units (Upper Triassic-Upper Miocene); 2) sedimentary sequences of the "neo-autochthonous cycles" (Pliocene-Pleistocene) and volcanic sequences (Pleistocene); 3) travertine deposits (Quaternary); 4) thrusts; 5) strike-slip faults; 6) normal faults; 7) faults inferred from stratigraphic offsets; 8) faults inferred from morphotectonic elements; 9) mineral springs; 10) gas; 11) Meso-structural survey stops; 12) Schmidt net (lower hemisphere). Lines represent fault planes; circle indicates strike and dip of striae; and the arrow indicates the direction of movement. Big arrows outside the net indicate s1 and s3 directions (as estimated with the Angelier & Goguel (1979) programme); 13) Schmidt net (lower hemisphere). Lines indicate joint planes.



Fig. 4 - Importante piano di faglia distensivo a direzione $N321^{\circ}/46^{\circ}$, visibile in alcune cave di prestito lungo il bordo nord-orientale del Monte Soratte (Staz. 2).

$N321^{\circ}/46^{\circ}$ oriented master normal fault bordering the NE slope of Mt. Soratte (Stop 2).

senza evidenti elementi cinematici e con rigetti verticali apparenti decimetrici, da cui dipartono *splays* a direzione $N240^{\circ}$ e inclinazione variabile intorno ai 65° , con movimento prevalentemente obliquo-distensivo (*pitch* intorno a 45°) e rigetti orizzontali e verticali di circa 4 m (Staz. 13; Fig. 7). Queste strutture, a piccola scala, possono esser definite tipo "fiore negativo". Associate a queste deformazioni sono presenti rilevanti faglie distensive e un sistema deformativo pervasivo di fratture estensionali a direzione $N30^{\circ}E-40^{\circ}E$. Un campo di fratturazione simile, oscillante tra $N40^{\circ}E$ e $N70^{\circ}E$ (Staz. 14, 15, 16), è presente lungo tutta la bassa Valle del Tevere da Fiano Romano a Monterotondo ed interessa i depositi sedimentari pliocenici e i prodotti vulcanici.

Poco più ad ovest, lungo l'asta meridiana del Fosso di San Martino, sono presenti sistemi di faglie trastensive destre (*pitch* intorno a 150°) a direzione N-S che interessano le "Diatomiti di Fontana Ciocci" *auct.*, deposte sia contemporaneamente che successivamente ai depositi vulcanici dei "Tufi stratificati varicolori de' La Storta" *auct.* (Staz. 17, 18). Questo sistema di faglie mette a contatto i depositi diatomitici con il "Tufo Rosso a Scorie nere" *auct.* con rigetti tuttavia non calcolabili. Anche in questo caso, come già notato per l'area di Fiano Romano, gli indicatori cinematici orizzontali sono sovrapposti a quelli verticali (Staz. 11) e la componente di minima compressione oscilla tra $N50^{\circ}W$ e $N30^{\circ}W$.

Nel Fosso di S. Antonino, all'altezza di Castelnuovo di Porto, nei depositi piroclastici appartenenti al centro di Morlupo e nella colata piroclastica di Sacrofano (De Rita *et al.*, 1988a), è presente un sistema, a scala dell'affioramento, di segmenti disposti *en échelon* destrale, composto da faglie trascorrenti destre, a direzione $N200^{\circ}$ (Staz. 19; Fig. 8): i singoli segmenti sono lunghi 20-30 m e distanziati

di 4-7 m, e presentano rigetti verticali pressochè nulli; gli indicatori cinematici, peraltro molto evidenti, mostrano la sovrapposizione del movimento trascorrente su quello distensivo. La componente di massima estensione del tensore degli sforzi è sub-orizzontale con direzione $N147^{\circ}$. Lungo lo stesso Fosso sono presenti piccole faglie inverse a basso angolo (da 30° a 50°) con azimuth variabile tra $N150^{\circ}$ e $N180^{\circ}$ (Staz. 20).

In sintesi la geometria complessiva di questo sistema è costituita da segmenti trascorrenti, estesi mediamente 3-4 km, disposti *en échelon* destrale; la separazione dei vari segmenti oscilla intorno ai 4 km ed è di gran lunga superiore alla loro sovrapposizione, spesso inferiore al km. Questa disposizione geometrica permette di ricostruire un zona di taglio principale a direzione $N20^{\circ}$, estesa per circa 15 km, composta da segmenti N-S tipo "Riedel", la cui prosecuzione nella catena appenninica è rappresentata dalla "faglia sabina" (Alfonsi *et al.*, 1991).

L'attività dell'episodio tettonico trascorrente, dedotta dall'età dei depositi interessati da queste deformazioni, è sicuramente successiva ad un intervallo di tempo 430-360 ka.

Pochi km a sud del Monte Soratte, lungo il margine dei Monti Cornicolani, nell'area delle Acque Albule, è stata evidenziata la presenza di una tettonica con caratteristiche geometriche simili a quella precedentemente descritta. Lo schema strutturale dell'area, ricostruito mediante uno studio geologico-strutturale di dettaglio è riportato in Figura 9. In questa nota si intende riportare solamente la sintesi degli elementi strutturali riscontrati, per esteso descritti in Faccenna *et al.* (1993b).

Gli elementi strutturali che caratterizzano l'area del bacino delle Acque Albule sono costituiti da piani di taglio trascorrenti destri e obliqui, a direzione rispettivamente

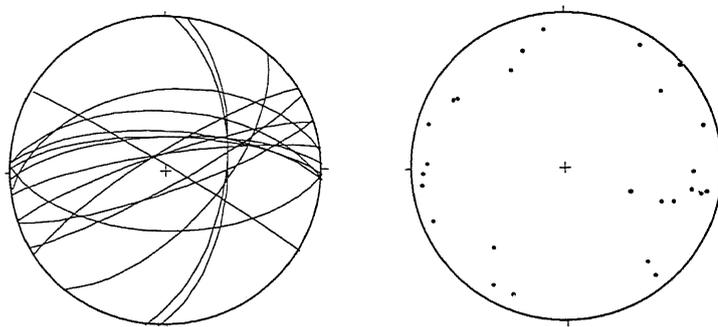


Fig. 5 - Poco a nord dell'abitato di Civita Castellana, al km 56 della s.s. n° 3 Flaminia, in una cava di prestito, si osservano deformazioni in depositi ghiaiosi fluviali (Staz. 5). Il carattere sinsedimentario delle deformazioni è visibile per la presenza al letto del piano di faglia di canali fluviali colmati di sabbie. Nei diagrammi di Schmidt, oltre ai piani di faglia, sono rappresentate le giaciture delle strie (cerchietti neri), presenti nei ciottoli lungo i piani di faglia.

North of the town of Civita Castellana, at km 56 ch. on the n° 3 Flaminia statai route, "Palaeotiber" (Alvarez, 1972) gravel deposits are affected by sinsedimentary faults (Stop 2). Sand-filled fluvial channels are clearly visible at the foot of the fault hanging wall. Schmidt net (lower emisphère) shows the fault planes (lines) and slickensides (dots) in the gravels near the fault planes.

N-S e N20°E, a cui si associano faglie normali e un intenso campo di fratturazione estensionale a direzione oscillante tra N40°E-N70°E. Le deformazioni interessano la serie calcarea meso-cenozoica dei Monti Cornicolani, i depositi sedimentari del ciclo neautoctono (Pliocene inferiore-Pleistocene inferiore), le colate piroclastiche del distretto vulcanico albano e anche i depositi travertinosi. Lungo il margine nord-orientale del bacino sono presenti, inoltre, blande anticlinali e sinclinali ad assi orientati N10°W-20°W che interessano depositi ascrivibili al Pleistocene inferiore (Girotti, com. pers.).

Lo studio geologico-strutturale e morfo-tettonico ha permesso di ricostruire una zona di taglio estesa per poco meno di 30 km: questa è costituita da un faglia principale, composta da segmenti discreti N-S trascorrenti destri da cui dipartono *splays* divergenti obliqui, a direzione N20°E. L'interazione dei diversi segmenti è capace di provocare la formazione di bacini subsidenti: il bacino delle Acque Albule è il più rappresentativo ed è

caratterizzato dalla deposizione di una ingente coltre di travertino. La strutturazione dei bacini è avvenuta durante e successivamente la messa in posto delle colate piroclastiche albane (530-360 ka, De Rita *et al.*, 1988b). Dunque, il sistema trascorrente è stato attivo durante il Pleistocene superiore e la sua azione si è protratta anche durante gli ultimi 30 ka. In quest'area inoltre, è stato possibile effettuare una stima dei rigetti applicando il modello di Rodger (1980): ad un rigetto verticale minimo di 250 m corrisponde un rigetto orizzontale teorico di almeno 30 m, durante gli ultimi 360 ka.

4. DISCUSSIONE

In accordo con le interpretazioni già effettuate (Parrotto & Praturlon, 1975) è possibile definire il Monte Soratte come un *horst* probabilmente impostato su di una culminazione del sistema a *thrust*. I processi di

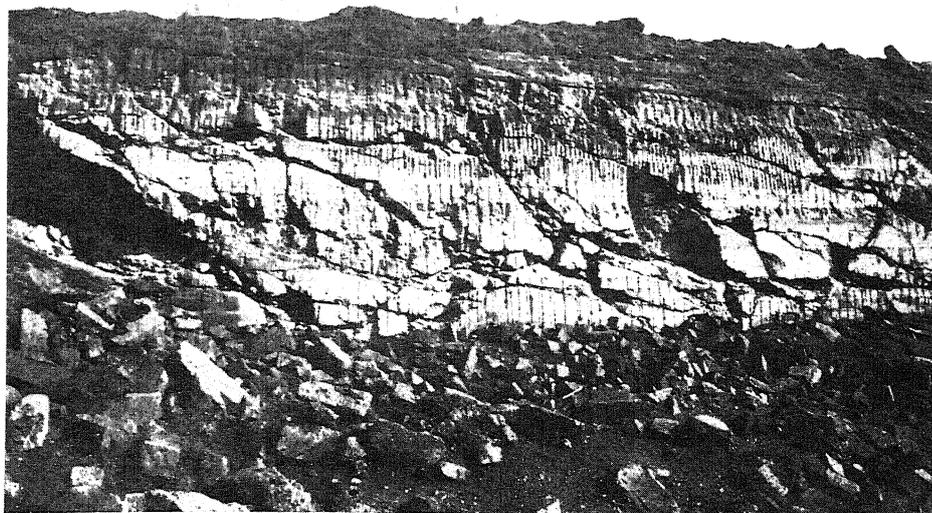


Fig. 6 - Poco a sud dell'abitato di Civita Castellana, lungo il F.so di Stabia, in corrispondenza del km 48 della s.s. n°3 Flaminia, il "Tufo Rosso a scorie Nere" *auct.* sabatino è intensamente deformato con piani di faglia distensivi anastomizzati a basso angolo (Staz. 7). Questa peculiare giacitura è probabilmente dovuta alla presenza di un passaggio di facies del Tufo stesso da litoide a pozzolanaceo.

*South of Civita Castellana, along the Stabia valley, low angle normal faults in "Tufo Rosso a scorie Nere" *auct.* (Stop 7). These unusual structures are probably due to the tuff lithological transition from lithoidal to incoherent facies.*

riutilizzazione di discontinuità preesistenti, infatti, hanno un ruolo primario soprattutto lungo il bordo sud-occidentale del rilievo; secondo questa interpretazione il gradino tettonico distensivo, persistente dal Pliocene, posto in corrispondenza del Fosso di San Martino, può corrispondere ad una delle rampe principali dei sovrascorrimenti. Ad oriente del rilievo, al contrario, le strutture compressive risultano tagliate da faglie normali che immergono in verso opposto ai piani di sovrascorrimento, e bordano il versante. La geometria e la cinematica delle deformazioni osservate nei depositi pleistocenici, inoltre, dimostra che durante una fase tardiva è avvenuta una ripresa degli elementi distensivi principali a direzione NW-SE con direzione di massima estensione N20°E. Queste stesse direttrici estensionali sono state osservate in aree limitrofe (De Rita *et al.*, 1993). L'età di quest'episodio tettonico distensivo, dedotto dai riempimenti dei bacini subsidenti e dai depositi interessati dalla tettonica, è grossolanamente compresa in un intervallo Pliocene inferiore-Pleistocene superiore, almeno sino alla deposizione del "Tufo rosso a Scorie nere" *auct.*

Diverse evidenze, dirette e indirette, dimostrano che le deformazioni a direzione N-S si sovrappongono a quelle a direzione NW-SE. L'interpretazione dei dati gravimetrici (Di Filippo *et al.*, 1992) ha messo in risalto la presenza di almeno due dei tre segmenti N-S individuati dall'analisi strutturale (Fosso di S. Antonino, Fiano Romano): le strutture gravimetriche ad assi N-S, in corrispondenza della Valle del Tevere, dislocano gli assi appenninici delle strutture Monte Soratte-Monti Cornicolani.

Morfologicamente i segmenti fluviali a direzione NW-SE vengono troncati, con brusche catture, dalle aste

fluviali meridiane. L'indagine morfologica condotta nell'area da Ciccacci *et al.* (1988), oltre a confermare la presenza dei lineamenti citati, mostra chiaramente come le aste fluviali dell'ultimo ordine, verosimilmente le ultime a formarsi, siano a direzione N-S.

Dal punto di vista idrogeologico risorgenze di fluidi mineralizzati e manifestazioni a bassa termalità risultano allineate preferenzialmente lungo le discontinuità meridiane rispetto alle appenniniche (Fig. 3). Depositi travertinosi, sono presenti, infatti, a sud del segmento trascorrente di Fiano Romano: questa placca di travertino, lunga circa 7 km e larga da 1 a 4 km, ha cominciato a depositarsi circa 170 ka (Funicello *et al.*, 1990). Lungo il tratto meridionale del Fosso di San Martino, in corrispondenza dell'altro segmento trascorrente, oltre ad una serie di modeste sorgenti solfuree mineralizzate fredde, è presente una placca di travertino. Nella stessa asta del fosso, inoltre, si osservano numerosi *sinkholes*, manifestazioni indirette di un circuito carsico attivo (Faccenna *et al.*, 1993a). Infine lungo il Fosso di S. Antonino e lungo la sua prosecuzione meridionale (Fosso della Torraccia), sono presenti numerose emergenze mineralizzate fredde. Ulteriori indicazioni di un circuito di fluidi attivo lungo le discontinuità tettoniche meridiane, in tutta l'area sabatina orientale, deriva dall'allineamento dei picchi di distribuzione dell'elio nel suolo (De Rita *et al.*, 1991).

Nell'area delle Acque Albule sono presenti le più grosse risorgenze idrotermali dell'Italia centrale associate ad una placca travertinoso con uno spessore medio di 50 m. Questi fluidi, con portata complessiva di poco meno di 5 m³/sec e temperatura oscillante intorno a 22.5°C, presentano un'elevata concentrazione di CO₂ e

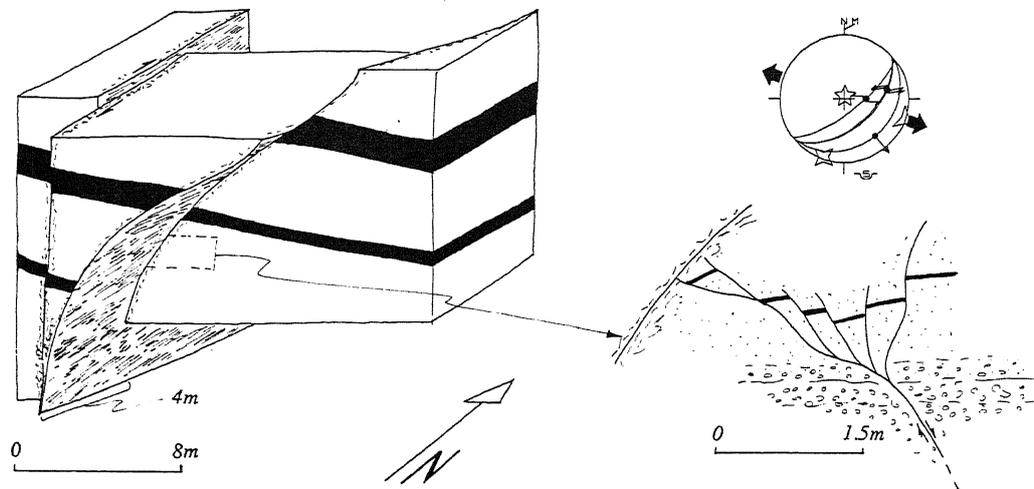


Fig. 7 - Poco a nord di Fiano Romano, nelle cave di prestito che bordano l'Autostrada Roma-Firenze, depositi limoso-sabbioso-ghiaiosi, ascrivibili al ciclo Pleistocene inferiore, sono interessati da deformazioni tipo "fiore negativo" (Staz. 13). Lungo lo *splay* divergente (vedi figura) sono presenti piani distensivi decimetrici con geometrie *ramp-flat-ramp* (vedi diagramma di Schmidt), indotte dai passaggi litologici.

North of Fiano Romano, in the quarries along the Florence-Rome highway, sand-gravel deposits, probably Lower Pleistocene in age, are affected by "negative flower-like" structures (Stop 13). The master strike-slip fault is N-S oriented and minor normal faults (see Schmidt net) in staircase trajectories are present near the divergent splay.

H₂S; le principali risorgenze sono posizionate in corrispondenza della faglia principale trascorrente, ben evidenziata anche dall'allungamento delle isoterme.

L'età di uno dei principali episodi tettonici (180 ka; +44, -66), dedotta mediante metodi radiometrici (Facenna *et al.*, 1993b), coincide, in prima approssimazione, con l'inizio della deposizione del travertino (circa 170 ka) sia nell'area di Fiano Romano che nell'area delle Acque Albule: è possibile ipotizzare, dunque, l'esistenza di una stretta relazione tra la mobilizzazione di fluidi profondi e gli eventi tettonici. E' dunque plausibile pensare che le linee trascorrenti possano rappresentare una via

preferenziale di risalita dei fluidi profondi, come già osservato in altri contesti geologici da Aydin *et al.* (1990). Queste considerazioni, assieme a considerazioni di tipo geometrico, permettono di rafforzare l'ipotesi, già avanzata da Funicello *et al.* (1976), sulla possibile relazione tra le direttrici tettoniche trascorrenti e il vulcanismo dei Colli Albani.

Di seguito verranno effettuate alcune considerazioni circa l'assetto geometrico delle due zone di taglio (Fig. 9). I segmenti trascorrenti a direzione N-S, riconosciuti nell'area delle Acque Albule, seguono una disposizione geometrica piuttosto regolare e il rapporto distanza/

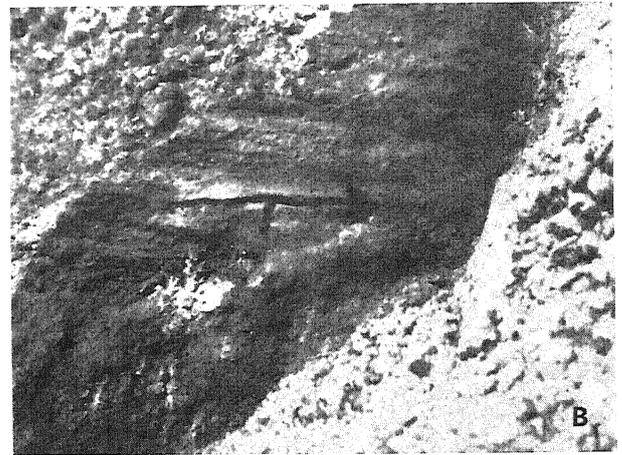
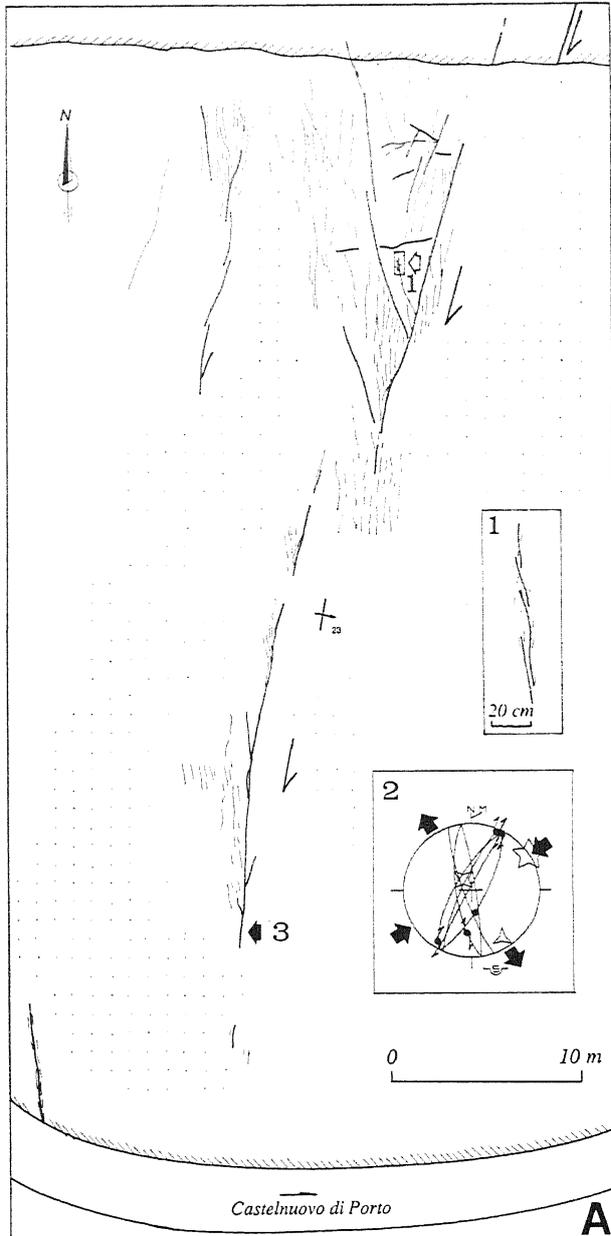


Fig. 8 - (A) Pianta raffigurante la disposizione "en échelon", alla scala dell'affioramento, delle faglie trascorrenti a direzione N200° presenti nelle "Piroclastiti di Morlupo" auct. e nel "Tufo Giallo di Sacrofano" auct. affioranti nel Fosso di S. Antonino (il puntinato indica le aree coperte) (Staz. 19). Si noti che la disposizione "en échelon" è presente a tutte le scale (vedi inserto 1). I piani di faglia con i relativi indicatori cinematici sono rappresentati nel diagramma di Schmidt assieme al tensore ricostruito (2). La freccia in basso (3) indica il punto in cui è stata scattata la foto (B), dove sono riprese le strie di abrasione. Il segno indica l'orizzontale.

(A) En-échelon array (for the scale, see inset 1) of N200°-striking right-lateral strike-slip faults affecting the Morlupo pyroclastic deposits ("Piroclastiti di Morlupo" auct.) and the Sacrofano yellow tuff ("Tufo giallo di Sacrofano" auct.) deposits (Stop 19). Schmidt net (2) shows fault planes and reconstructed tensor axes. The arrow (3) marks the site from where photo B was taken. The photo shows horizontal slickensides on a fault plane (the arrow indicates the horizontal).

definitiva, nell'area del Monte Soratte, questa differente organizzazione non permette l'interazione dei singoli segmenti e la formazione nelle zone di *overstep* di aree subsidenti.

Considerando che le due aree sono sottoposte ad un simile flusso di calore (ENEL, 1987; Mongelli & Zito, 1991), e che le deformazioni si sono sviluppate in un intervallo di età simile, la differenza geometrica tra le due zone di taglio è funzione di due variabili indipendenti:

- diversa entità di dislocazione orizzontale e di conseguenza diverso grado di evoluzione della zona di taglio (Wilcox *et al.*, 1973; Tchalenko 1968; Naylor *et al.*, 1986)
- differente spessore della coltre di sedimenti (successione pliocenico-quadernaria e depositi flyschoidi) al di sopra del substrato carbonatico rigido (Naylor *et al.*, 1986; Sylvester, 1988).

Il substrato carbonatico meso-cenozoico, nell'area delle Acque Albule, raggiunge profondità di circa 700 m in corrispondenza dell'area di Monte Falcone, con dei massimi di 1200 m a sud di Bagni di Tivoli (Amato *et al.*, 1986). Nell'area del Monte Soratte la base delle unità neogeniche parte da -700 m s.l.m., mentre la base delle unità flyschoidi oscilla tra 1000 e 1500 m di profondità e va progressivamente innalzandosi sino a raggiungere, nel Fosso di San Martino, valori prossimi a -100/-200 m s.l.m (De Riso & Nicotera, 1968; Baldi *et al.*, 1975; 1976;

sovrapposizione è intorno ad 1/3: il bacino delle Acque Albule stesso ha una lunghezza di 7 km e una ampiezza di 2.5 km. Queste relazioni geometriche sono in accordo con la casistica presentata da Aydin & Nur (1982) e da Aydin & Schultz (1990). Il sistema di segmenti osservabile nell'area meridionale del Monte Soratte presenta, al contrario, un'organizzazione sicuramente meno regolare (Fig. 9). L'ampiezza della zona di taglio è di circa 10 km rispetto ai 6 km di quella delle Acque Albule, con una maggior spaziatura dei segmenti (4 km rispetto a 2,5 km); i segmenti inoltre si sovrappongono leggermente o affatto nell'area del Monte Soratte mentre la sovrapposizione è decisamente più pronunciata nell'area delle Acque Albule. In quest'area si nota lo sviluppo, infatti, oltre che di segmenti sintetici anche di "short-lived splay faults" *sensu* Naylor *et al.* (1986) ovvero di discontinuità divergenti a componente obliqua di modesta estensione. In



Fig. 9 - Schema neotettonico dell'area esaminata. Legenda: 1) successione sabina (Triassico superiore-Miocene superiore); 2) sequenze sedimentarie dei cicli "neo-autoctoni" (Pliocene-Pleistocene) e sequenze vulcaniche (Pleistocene); 3) depositi travertinosi (Quaternario); 4) sovrascorrimenti; 5) faglie normali; 6) faglie oblique; 7) faglie trascorrenti; 8) faglie; 9) assi di sinclinali pleistoceniche; 10) assi di anticlinali pleistoceniche; 11) centro vulcanico.

Schematic neotectonic sketch map. Legend: 1) Sabina units (Upper Triassic-Upper Miocene); 2) sedimentary sequences of the "neo-autochthonous cycle" (Pliocene-Pleistocene) and volcanic sequences (Pleistocene); 3) travertine deposits (Quaternary); 4) thrust faults; 5) normal faults; 6) oblique faults; 7) strike-slip faults; 8) fault; 9) Pleistocene syncline axes; 10) Pleistocene anticline axes; 11) volcanic centre.

Toro 1976; Funicello *et al.*, 1979). In sintesi, dai dati a disposizione, è possibile affermare che non esistono significative differenze tra lo spessore medio della copertura nelle due zone di taglio: il substrato carbonatico meso-cenozoico, coperto da depositi flyschoidi e neo-autoctoni, raggiunge profondità massime variabili tra 1000 e 1500 m per poi emergere con la culminazione della dorsale Monte Soratte-Monti Cornicolani.

Confrontando la geometria delle due zone di taglio con i risultati della modellistica effettuata da Naylor *et al.* (1986), è plausibile pensare che le due zone si differenziano per il diverso ammontare dei rigetti orizzontali: secondo questa interpretazione la zona di taglio del Monte Soratte ha avuto dei rigetti orizzontali minori lungo la faglia principale sepolta, rispetto alla zona di taglio delle Acque Albule. Questa osservazione è in accordo con il movimento prevalentemente trascensivo ricostruito dagli indicatori cinematici *dip-slip* e *strike/oblique slip*.

5. CONCLUSIONI

Lungo la Valle del Tevere, nelle vicinanze dei rilievi del Monte Soratte e dei Monti Cornicolani, è stata riscontrata la presenza di due zone di taglio trascorrenti destre, mediamente estese per circa 20 km. In superficie queste zone di taglio si esprimono mediante segmenti a direzione N-S. I rigetti orizzontali lungo le singole discontinuità sono nell'ordine della decina di metri. La presenza di queste strutture rappresenta una via preferenziale di risalita di fluidi di origine profonda ed è accompagnata da manifestazioni a bassa termalità. La bassa termalità è dovuta alla prossimità delle zone di ricarica: si può infatti presumere che tali zone di taglio siano in grado di permettere la risalita di fluidi profondi la cui termalità dipende da fattori superficiali.

Dalla disposizione geometrica dei segmenti è stato possibile effettuare alcune considerazioni circa il grado di evoluzione delle due zone di taglio: la zona di taglio nord-occidentale ha subito una minore evoluzione in tempi recenti, in termini di entità di dislocazione orizzontale lungo la faglia principale sepolta. Questa considerazione di tipo geometrico, assieme alle osservazioni di tipo cinematico, permette di affermare che esiste una transizione da una zona di taglio trascorrente (Acque Albule) ad una transtensiva (Monte Soratte) spostandosi da E verso W.

Questa tettonica si sovrappone alla tettonica distensiva genericamente disposta con faglie normali NW-SE o WNW-ESE, e componente di minima compressione orientata tra N20°E40°E. L'attività della tettonica trascorrente nelle due zone, è sicuramente posteriore a 360 ka; considerando che le zone di taglio sono poste in corrispondenza dell'insieme degli elementi strutturali definiti come "faglia Sabina", appare chiaro che la sua attività va estesa in tempi precedenti.

Il significato che queste zone di taglio assumono

nel contesto regionale è sintetizzabile in almeno due punti principali ed è tuttora argomento di studio.

Una delle possibili interpretazioni consiste nel considerare le zone di taglio come manifestazione superficiale di una tettonica di trasferimento s.s. tra settori a diversa estensione; è plausibile ipotizzare infatti che la presenza di elementi tettonici preesistenti a direzione N-S possano rappresentare elementi di svincolo al processo estensionale che dal Pliocene inferiore ha investito queste aree di margine. In questo caso la riattivazione dei segmenti con cinematica trascorrente destra avviene per una distensione di entità maggiore lungo il margine della Pianura Pontina rispetto all'area sabatina. Secondo questa ipotesi non ci sarebbe alcuna relazione tra la zona di taglio destra presente nella catena sabina, la cui attività è post-Miocene superiore, e le zone di taglio destre presenti nella Campagna Romana, attive durante il Pleistocene superiore.

Al contrario, svincolando la tettonica trascorrente da un meccanismo cinematico di trasferimento, due ipotesi possono essere avanzate per giustificare la presenza degli elementi trascorrenti in un regime estensionale:

– cambiamento nel regime tettonico, avvenuto genericamente durante il Pleistocene superiore e localizzato lungo le zone di taglio. Apparentemente questo cambiamento è causato da un'inversione delle componenti del tensore degli sforzi.

– le due zone di taglio sono inserite in un contesto geodinamico più ampio e sono state attive in maniera discontinua anche in periodi precedenti. Viene quindi ad essere individuata una fascia localizzata di deformazioni trascorrenti, la cui segmentazione rappresenta la risposta alla deformazione dei depositi più superficiali ad una tettonica sviluppata lungo discontinuità sepolte. La prosecuzione delle zone di taglio N-S nelle aree di catena e la loro probabile interazione con il vulcanismo dei Colli Albani, potrebbe indicare un collegamento con strutture profonde di estensione regionale.

RINGRAZIAMENTI

Si ringraziano F. Marra, M. Mattei, P. Montone e L. Sagnotti per la revisione critica del manoscritto, O. Girotti per i suggerimenti circa la stratigrafia dell'area, e F. Florindo per il valido aiuto durante la raccolta dei dati sul terreno.

LAVORI CITATI

- Alfonsi L., Funicello R., Girotti O., Maiorani A., Martinez M.P., Mattei M., Trudu C. & Turi B, 1991 - *Structural and geochemical feature of the Sabina strike-slip fault*. Boll. Soc. Geol. It., **110**, 217-230.
- Alvarez W., 1972 - *The Treia valley North of Rome: volcanic stratigraphy, topographic evolution and geological influences on human settlement*. Geol. Rom.,

- 11, 153-176.
- Amato A., Di Filippo M., Mattei M., Montone P. & Scarpa R., 1986 - *Interpretazione congiunta di profili sismici e gravimetrici e di sismica a rifrazione nella Provincia di Roma*. Mem. Soc. Geol. It., **35**, 469-474.
- Ambrosetti P., Carboni M.G., M.A.C., Esu D., Girotti O., La Monica G.B., Landini B. & Parisi G., 1987 - *Il Pliocene ed il Pleistocene inferiore del bacino del Fiume Tevere nell'Umbria meridionale*. Geogr. Fis. Dinam. Quat., **10**, 10-33.
- Angelier J. & Goguel J., 1979 - *Sur un méthode simple de détermination des axes principaux des contraintes pour une population de failles*. C.R. Acad. Sci. Paris, (D), **288**, 307-310.
- Aydin A. & Nur A., 1982 - *Evolution of pull-apart basins and their scale independence*. Tectonics, **1**, 91-105.
- Aydin A. & Schultz R.A., 1990 - *Effect of mechanical interaction on the development of strike-slip faults with échelon patterns*. Jour. Struct. Geol., **12**, 1, 123-129.
- Aydin A., Schultz R.A. & Campagna D., 1990 - *Fault-normal dilatation in pull-apart basins: implications for the relationship between strike-slip faults and volcanic activity*. Annales Tectonicae, Sp. iussue, **IV**(2), 45-52.
- Baldi P., Cameli G.M., Locardi E., Mouton E. & Scodellari F., 1975 - *Geology and geophysics of the Cesano geothermal field*. U.N. Symp. on Geothermal Energy, San Francisco, **2**, 871-881.
- Baldi P., Decandia F.A., Lazzarotto A. & Calamai A., 1974 - *Studio geologico del substrato della copertura vulcanica laziale nella zona dei laghi di Bolsena, Vico e Bracciano*. Mem. Soc. Geol. It., **13**, 575-606.
- Baldi P., Funicello R., Locardi E. & Parotto M., 1976 - *Volcanology and structural study of the Cesano geothermal area (Rome, Italy)*. Int. Congr. on Thermal Waters, Geothermal Energy and Volcanism of the Mediterranean Area, Athens, Proc. Geoth. Ener., **1**, 43-55.
- Beneo E., 1947 - *Sulla struttura del Monte Soratte (Lazio)*. Boll. Soc. Geol. It., **65**, 69-78.
- Bortolani L. & Carugno P., 1979 - *Lineamenti geologico-strutturali dell'area a sud del Monte Soratte (Lazio centro-settentrionale)*. Boll. Soc. Geol. It., **98**, 353-373.
- Brandi G.P., Ferroni C., Decandia F.A., Giannelli L., Monforti B. & Salvatorini G., 1970 - *Il Pliocene del bacino del Tevere fra Celleno (Terni) e Civita Castellana (Viterbo)*. Stratigrafia ed evoluzione tettonica. Atti Soc. Tosc. Sc. Nat. Nem., **77**, 308-326.
- Carboni M.G., 1975 - *Biostratigrafia di alcuni affioramenti pliocenici del versante tirrenico dell'Italia Centrale*. Geol. Rom., **14**, 63-85.
- Cavinato G.P. & Tozzi M., 1986 - *Studio strutturale del Monte Soratte*. Rend. Soc. Geol. It., **9**, 3-6.
- Chiocchini M., Manfredini M., Manganelli V., Nappi G., Pannuzzi L., Tilia Zuccari A. & Zattini N., 1975 - *Note illustrative della Carta Geologica d'Italia, Foglio 138-144*. Serv. Geol. It., 127 pp.
- Chiocchini M., Manganelli V. & Pannuzzi L., 1979 - *Ricerche geologiche sul Mesozoico della Sabina (Lazio). II. I Monti Cornicolani*. Boll. Serv. Geol. d'It., **100**, 235-264.
- Ciccacci S., De Rita D. & Fredi P., 1988 - *Geomorfologia quantitativa e morfotettonica dell'area di Morlupo-Castelnuovo di Porto nei Monti Sabatini (Lazio)*. Suppl. Geog. Fis. e din. quat., **I**, 197-206.
- Conti M.A., Corda L., De Rita D. & Funicello R., 1980 - *Dati preliminari sulla neotettonica del Foglio 144 (Palombara Sabina)*. Contr. Carta Neotettonica d'It. CNR - Prog. Fin. Geod.-Neotettonica.
- De Riso R. & Nicotera P., 1969 - *I fenomeni di subsidenza del Fosso di S. Martino (Capena-Roma) in relazione alla nuova linea ferroviaria Settebagni-Orte*. Mem. Soc. Natur. in Napoli, suppl. Boll., **78**, 165-170.
- De Rita D., Bertagnini A., Carboni G., Ciccacci S., Di Filippo M., Faccenna C., Fredi P., Landi P., Rosa C. & Zarlenga F., 1993 - *Geological and petrographical evolution of Ceriti Mountains*. Memorie descrittive della carta geologica d'Italia. In stampa.
- De Rita D., Di Filippo M., Funicello R., Lombardi S., Toro B. & Sposato A., 1991 - *Strutture profonde e distribuzione dell'elio nei vulcani vulsini e sabatini*. Atti Workshop "Evoluzione dei bacini neogenici e loro rapporti con il magmatismo Plio-quadernario nell'area tosco-laziale", Pisa.
- De Rita D., Di Filippo M., Funicello R. & Sposato A., 1988a - *Carta geologica del Complesso Vulcanico Sabatino*. Prog. Fin. Geod., C.N.R..
- De Rita D., Funicello R. & Parotto M., 1988b - *Carta geologica del complesso vulcanico dei Colli Albani*. Prog. Fin. Geodinamica, C.N.R..
- De Rita D., Funicello R., Rossi U. & Sposato A., 1983 - *Structure and evolution of Sacrofano-Baccano caldera*. Journ. Volc. Geoth. Res., **17**, 219-238.
- Di Filippo M., Ruspandini T. & Toro B., 1992 - *Evidenze di shear zones in sabina meridionale*. Atti "Workshop CROP 11" - Appennino Centrale, Roma.
- Di Filippo M. & Toro B., 1991 - *Lineamenti strutturali dell'area Sabina meridionale*. Atti Workshop "Evoluzione dei bacini neogenici e loro rapporti con il magmatismo Plio-quadernario nell'area tosco-laziale", Pisa.
- ENEL, 1987 - *Inventario delle risorse geotermiche nazionali. Regione Lazio*. Rapporto Min. Ind. Comm. ed Artigianato.
- Faccenna C., Florindo F., Funicello R. & Lombardi S., 1993a - *Tectonic setting and sinkhole features: case histories from western central Italy*. Quaternary Proceedings. In corso di stampa.
- Faccenna C., Funicello R., Montone P., Parotto M. & Voltaggio M., 1993b - *An example of late Pleistocene strike-slip tectonics: the Acque Albule basin (Tivoli, Latium)*. Mem. descr. Carta Geol. d'Italia. In corso di stampa.
- Fornaseri M., 1985 - *Geochronology of volcanic rocks*

- from Latium (Italy). Rend. Soc. It. Min. Petr., **40**, 73-106.
- Funciello R., Giuliani R., Marra F. & Salvi S., 1991 - *Superfici strutturali al margine sud-orientale del distretto vulcanico sabatino*. Studi Geol. Camerti. In corso di stampa.
- Funciello R., Locardi E. & Parotto M., 1976 - *Lineamenti geologici dell'area sabatina orientale*. Boll. Soc. Geol. It., **95**, 831-849.
- Funciello R., Mariotti G., Parotto M., Preite Martinez M., Tecce F., Toneatti R. & Turi B., 1979 - *Geology, mineralogy and stable isotope geochemistry of the Cesano geothermal field (Sabatini Mts. volcanic system, Northern Latium, Italy)*. Geothermics, **8**, 55-73.
- Funciello R., Mattei M. & Voltaggio M., 1990 - *Recent strike-slip faulting and problems of possible reactivation in Rome area*. Proc. Int. School of Geophysics, 5th course: "Earthquake Prediction", Luglio 1989.
- Maiorani A., Funciello R., Mattei M. & Turi B., 1992 - *Stable isotope geochemistry and structural elements of the Sabina region (Central Apennines, Italy)*. Terra Nova, **4**, 484-488.
- Mattei M., Montone P. & Salvini F., 1986 - *Analisi strutturale dei rilievi del margine appenninico intorno a Tivoli (Roma)*. Mem.Soc.Geol. It., **35**,579-589.
- Maxia C., 1954 - *La geologia dei Monti Cornicolani (Lazio)*. Pubbl. Ist. Pal. e Geol., Univ.Roma, **11**, 1-98.
- Mongelli F. & Zito G., 1991 - *Flusso di calore nella Regione Toscana*. Studi Geol. Camerti, vol. sp. **1**, 91-98.
- Naylor M.A., Mandl G. & Sijpesteijn C.H.K., 1986 - *Fault geometries in basement-induced wrench faulting under different initial stress states*. J. Struct. Geol., **7**(8), 737-752.
- Parotto M. & Praturlon A., 1975 - *Geological summary of Central Apennines*. In: *Structural Model of Italy*. Quad. Ric. Sc., **90**, 257-331.
- Piccardi E. E., 1993 - *Il Plio-Pleistocene in sinistra del Tevere, dal Lago di Corbara a Magliano Sabina*. Tesi di Dottorato, Università di Roma "La Sapienza".
- Rodger D.A., 1980 - *Analysis of pull-apart basin development produced by en-échelon strike-slip faults*. In: Ballance and Reading (Eds). *Sedimentation in oblique-slip mobile zones*. Sp. publ., **4**, Int. Ass. Sedimentologists, 27-41.
- Sylvester A.G., 1988 - *Strike-slip faults*. Geol. Soc. Am. Bull., **100**, 1666-1703.
- Tchalenko J.S., 1968 - *The evolution of kink-bends and the development of compressional textures in sheared clay*. Tectonophysics, **6**,159-174.
- Toro B., 1976 - *Gravimetry and deep structures of the Sabatinian and Alban volcanic areas (Latium)*. Geol. Rom. **15**, 301-310.
- Wilcox N.H., Harding T.P. & Seely D.R., 1973 - *Basic wrench tectonics*. Bull. Am. Ass. Petrol. Geol., **57**, 74-96.

Manoscritto ricevuto il 22.7.1992
 Inviato all'Autore per la revisione il 22.9.1992
 Testo definitivo ricevuto il 15.2.1993