

EVOLUZIONE TETTONICA E PALEO GEOGRAFICA PLIO-PLEISTOCENICA DELL'AREA DI ROMA

M. Feroci⁽¹⁾ - R. Funicello⁽²⁾ - F. Marra⁽¹⁾ - S. Salvi⁽¹⁾

⁽¹⁾ Istituto Nazionale di Geofisica, Roma

⁽²⁾ ITABC - CNR Area della Ricerca di Roma, Montelibretti (Roma)

RIASSUNTO - *Evoluzione tettonica e paleogeografica plio-pleistocenica dell'area di Roma.* Il Quaternario, 3(2), pp. 141-158 - L'Istituto Nazionale di Geofisica è da alcuni anni impegnato in ricerche sulla valutazione della risposta sismica locale nell'area di Roma (Boschi et al., 1987; Funicello et al., 1987; Basili et al., 1987). Per la definizione dei caratteri geologici del sottosuolo della città è stata quindi curata la raccolta, revisione e analisi originale di 1650 stratigrafie di perforazioni.

I dati litostratigrafici già memorizzati nella banca dati dell'ING (Funicello et al., 1987) e relativi all'area del Centro Storico, sono stati integrati estendendo l'area di indagine fino ai limiti del Grande Raccordo Anulare.

La ricostruzione delle superfici strutturali delle principali unità litostratigrafiche ha consentito di presentare un quadro dell'evoluzione paleogeografica recente dell'area e di mettere in evidenza alcuni elementi legati al vulcanismo e alla tettonica recente. Si è quindi inteso portare un contributo alla conoscenza della struttura profonda dell'area romana ed alla ricostruzione dell'evoluzione geodinamica del margine tirrenico dell'Italia centrale.

ABSTRACT - *Plio-Pleistocene tectonic and paleogeographic evolution of the Rome area (Latium - Italy)* - Il Quaternario, 3(2), pp. 141-158 - Since 1986 the Istituto Nazionale di Geofisica has started a research project for the assessment of possible local site effects in the urban area of Rome in view of its economical and social relevance, the peculiar geological situation and the potential for the occurrence of medium to large earthquakes in the surrounding areas (Boschi et al., 1987).

We present in this paper the results of the analysis and geologic interpretation of 1650 well logs collected from various sources. The detailed study of the subsurface geology, integrated with field observations, allowed us to restore the tectono-stratigraphic evolution of the Rome area since Upper Pliocene. Our attention was especially focused on the complex role the volcanic products and the recent tectonic movements had in the Quaternary palaeogeographic evolution of the area.

It is also possible to identify from the presented subsurface data, the areas where, given a medium-size seismic input, local seismic response may be amplified to a considerable amplitude and thus become potentially dangerous.

Parole chiave: Paleogeografia, neotettonica, Roma, Italia
Key-words: Palaeogeography, neotectonics, Rome, Italy

1. INTRODUZIONE

Durante gli ultimi cinque anni, prendendo spunto da una ricerca condotta per conto dell'ENEA-PAS sulla sicurezza sismica dell'area monumentale di Roma, l'Istituto Nazionale di Geofisica e il Dipartimento di Scienze della Terra dell'Università di Roma "La Sapienza", hanno raccolto, analizzato ed elaborato un insieme di dati geologici del sottosuolo e della superficie dell'area romana. In particolare è stato possibile raccogliere, grazie al notevole sviluppo che hanno avuto le opere di ingegneria civile negli ultimi anni e soprattutto all'aiuto fattivo delle società private ed enti pubblici coinvolti nei lavori (vedi Appendice), un numero considerevole di stratigrafie relative a nuove perforazioni e sondaggi di vario tipo.

Alla luce di questi nuovi dati è stato possibile ricostruire in maniera dettagliata gli andamenti delle principali superfici strutturali che caratterizzano la geologia del sottosuolo, anche al fine di fornire utili elementi allo studio della valutazione della risposta sismica locale. Tali superfici strutturali, coincidendo con le variazioni litostratigrafiche che marcano il passaggio tra le diverse unità presenti, individuano altresì delle

paleomorfologie i cui andamenti, così come oggi ci appaiono, rappresentano il risultato delle azioni geodinamiche (ed ovviamente erosive) cui sono stati sottoposti i terreni in questione dal Pliocene ad oggi. Il loro studio, unitamente alle indicazioni di carattere stratigrafico ricavate dall'analisi micropaleontologica dei campioni raccolti in sondaggio, fornisce quindi degli elementi originali al fine della comprensione degli eventi che hanno determinato l'evoluzione tettonica e paleogeografica dell'area romana.

La città di Roma sorge in una zona collinare erosa dal Tevere e dai suoi affluenti, al limite tra i complessi vulcanici Sabatini (a NW) e Albani (a SE), in corrispondenza del margine tirrenico dell'Appennino Centrale. Quest'area è bordata a NE dai rilievi carbonatici mesozoici, ampiamente deformati da pieghe e pieghe-faglie aventi generalmente direzione meridiana e vergenza orientale, le quali si accavallano verso E sulla piattaforma laziale-abruzzese. Quest'ultima risulta anch'essa disarticolata in scaglie embricate da strutture da *thrust*, a direzione appenninica e vergenza nord-orientale.

Le propaggini più occidentali delle unità appenniniche si ribassano verso SW e costituiscono il

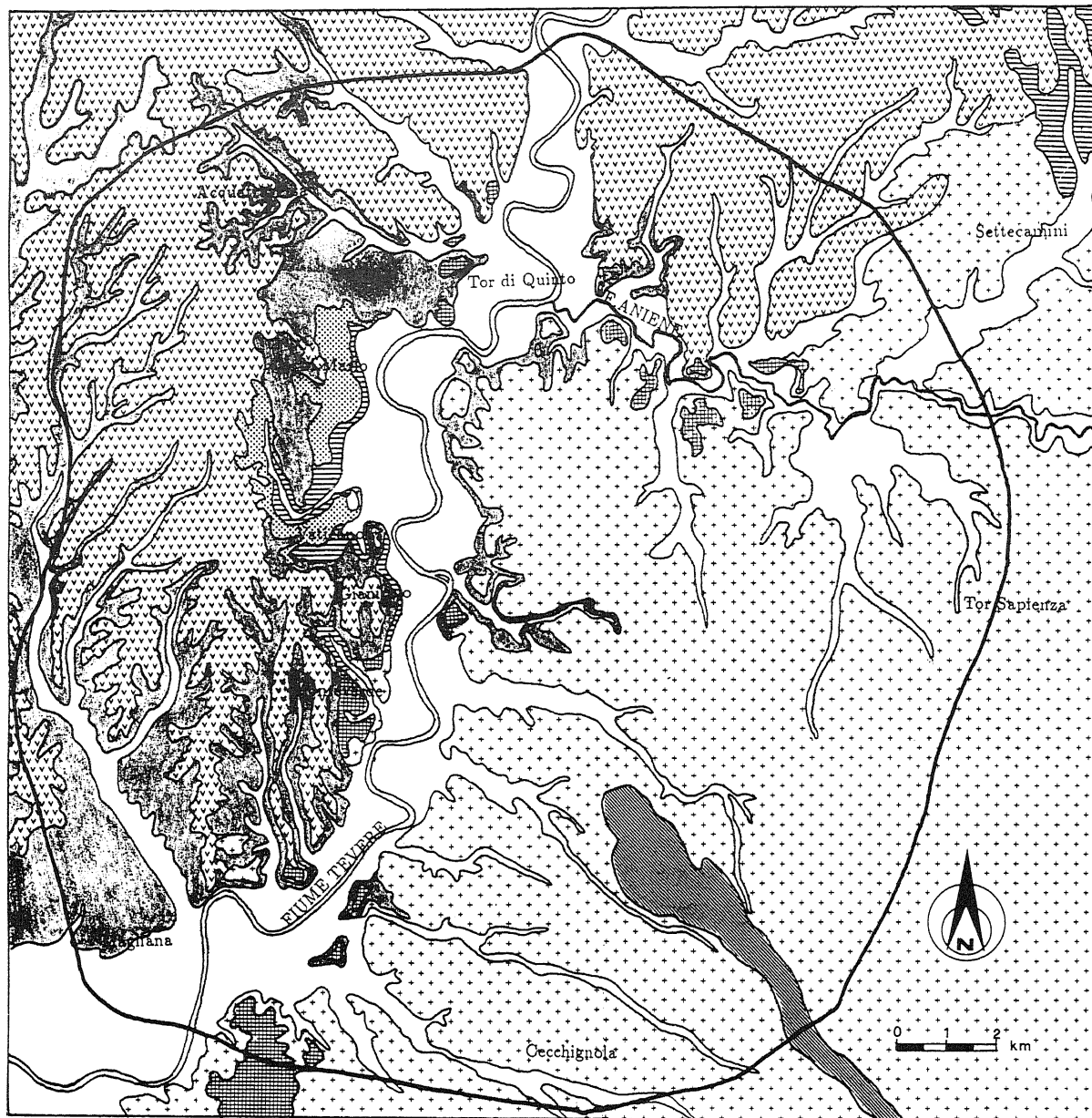


Fig. 1 - Schema geologico dell'area di Roma

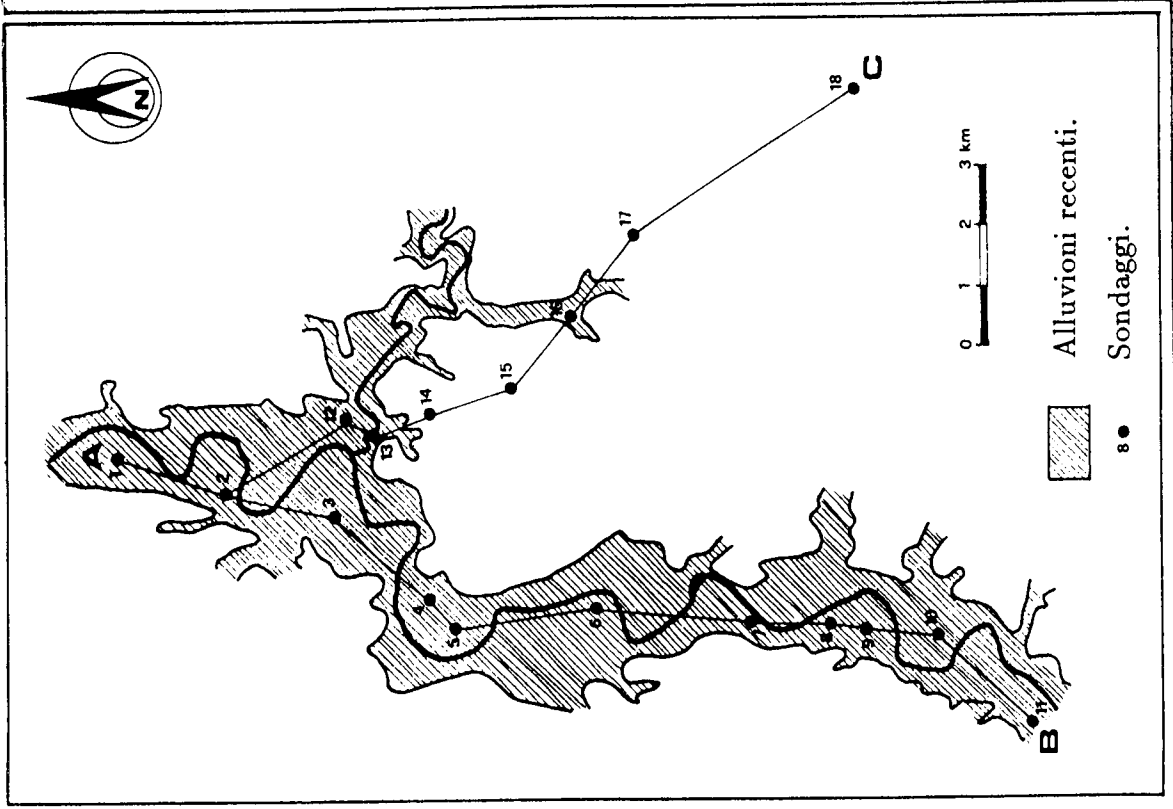
1) Alluvioni recenti (post-würmiane); 2) "Formazione Aurelia"; sedimenti argillosi, diatomitici; sabbie e ghiaie; lenti di concrezioni travertinose e livelli tuffitici; 3) Vulcaniti albane; 4) Vulcaniti sabatine; 5) Colata lavica di Capo di Bove; 6) "Formazione di Ponte Galeria": limi lacustri e palustri con sabbie ricche di concrezioni calcaree e livelli travertinosi; argille, sabbie con livelli ghiaiosi; ghiaie fluviali e deltizie; 7) Serie di M. Mario: sabbie marine grigie e gialle con livelli argillosi; 8) Formazione delle Marne Vaticane: sedimenti argillosi marini pliocenici

Geological sketch of the Rome area

1) Recent (post-Würmian) alluvial sediments; 2) Aurelia Formation: clay, diatomitic mud, sand and gravel; layers of concretionary travertine and tuffite; 3) Volcanic products of the Albani complex; 4) Volcanic products of the Sabatini complex; 5) Capo di Bove lava flow; 6) Ponte Galeria Formation: lacustrine and marshy mud, clay, sand with gravel and travertine layers; fluvial and deltaic gravels; 7) M. Mario series: gray and yellow marine sand with clay intercalations; 8) Marne Vaticane Formation: Pliocene marine clay

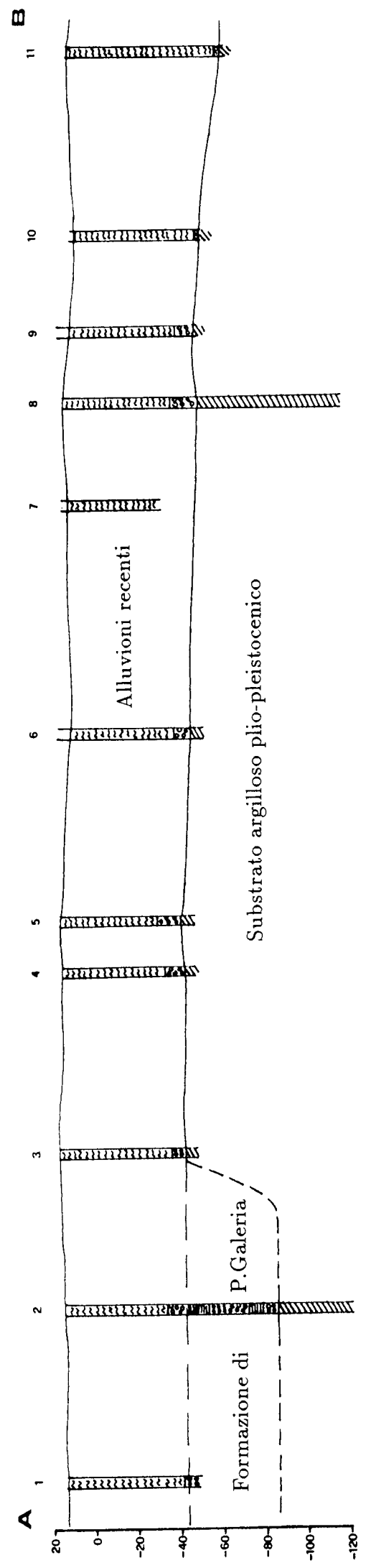
basamento su cui poggiano i termini sedimentari neogenici. La distribuzione delle anomalie gravimetriche (Toro, 1977; Maino et al., 1969) mostra come le unità profonde siano disarticolate in una serie di alti e bassi strutturali ad andamento appenninico che assumono direzione N-S ed E-W in corrispondenza dei Colli Albani.

L'attività tettonica responsabile di questo assetto si è esplicata lungo tutto il margine tirrenico a partire dalla fine del Miocene, portando alla differenziazione di aree rilevate a sedimentazione scarsa o nulla ed aree depresse in cui si sono impostati i bacini sedimentari plio-pleistocenici. Al loro interno si sono depositati, fino



- a □ Riporti.
- b ▨ Vulcaniti.
- c ▩ Sabbie travertinose.
- d ▤ Argille e limi piu' o meno sabbiosi.
- e ▥ Ghiaie con sabbie.
- f ▧ Argille e limi.
- g ▨ Argille fortemente precompresse.

ASSE DEL TEVERE



ASSE DEL "PALEOTEVERE"

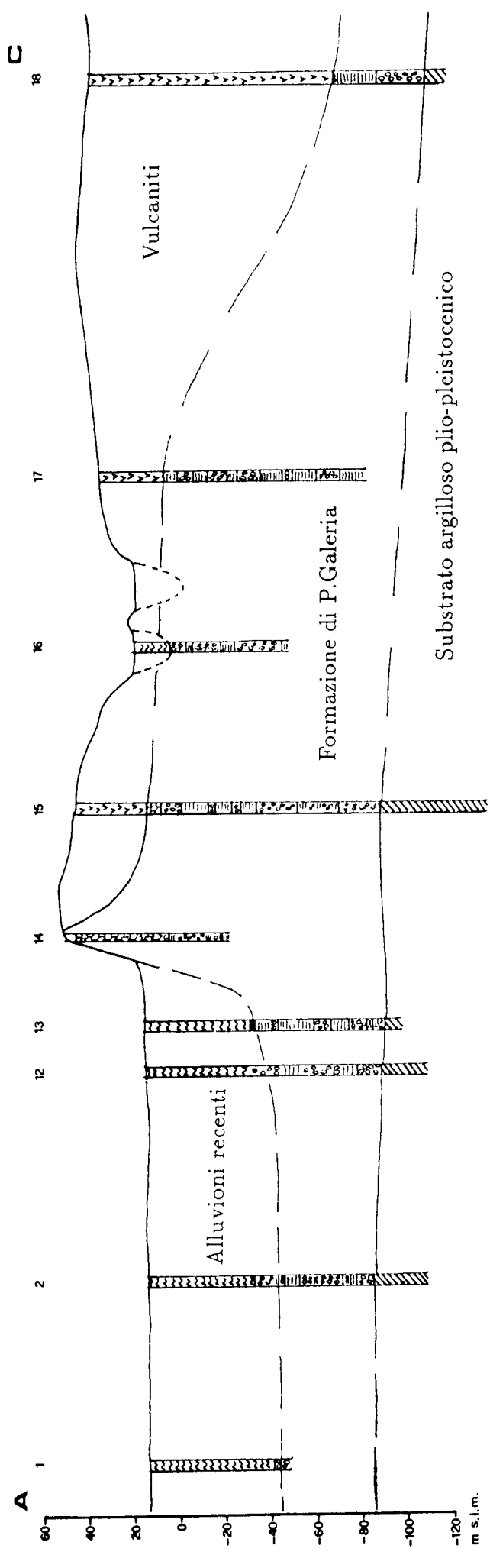


Tavola 1 - Descrizione litologica e attribuzioni cronostatigrafiche dei terreni incontrati in sondaggio lungo l'asse del Tevere (profilo A-B) e lungo il presunto corso del Paleotevere (profilo A-C)
 Litho-stratigraphic cross-sections across the Tiber (A-B) and Palaeo-Tiber (A-C) valleys

alla fine del Pleistocene inferiore, i terreni prevalentemente argillosi che costituiscono il substrato di tutta l'area romana, osservabile attualmente solo in alcune zone (Formazione delle Marne Vaticane Auct.; "Formazione di M. Mario" (Conato et al., 1980). Ad essi seguono i sedimenti della "Formazione di Ponte Galeria" (Ambrosetti e Bonadonna, 1967; Conato et al., 1980) i quali sono caratterizzati da facies che da deltizie evolvono in litorali nel settore occidentale, mentre conservano più a lungo caratteri fluvio-palustri nel settore orientale.

I terreni del Pliocene sono osservabili in affioramento in vicinanza della zona di Settecamini (estremo settore nord-orientale della Fig. 1), alle pendici dei Monti Cornicolani, e in riva destra del Tevere, dove costituiscono una dorsale allungata in direzione N-S, rappresentata dai rilievi di M. Mario, del M. Vaticano e del Gianicolo. Il motivo morfologico rappresentato da questo

rilievo sembra condizionare la deposizione dei termini piroclastici sabatini, i quali in corrispondenza di esso si arrestano, senza riuscire a superare la riva destra del Tevere, cosa che fanno invece ampiamente a N di M. Mario. D'altra parte il settore sud-orientale dell'area interna al Grande Raccordo Anulare (G.R.A.) è caratterizzato dalla presenza delle vulcaniti albane, le quali raggiungono la riva destra del Tevere in più punti.

La messa in posto delle vulcaniti, avvenuta sotto forma di più colate piroclastiche, viene influenzata sia dalla morfologia preesistente che dall'ambiente di deposizione; canalizzate dalle depressioni, le colate si spingono fino a notevole distanza dal centro di emissione colmando le valli e provocando spesso l'inversione della morfologia originaria. In particolare, lo studio condotto ha messo in evidenza come alla messa in posto delle coltri piroclastiche vada attribuita la modificazione dell'intero reticolo idrografico e la

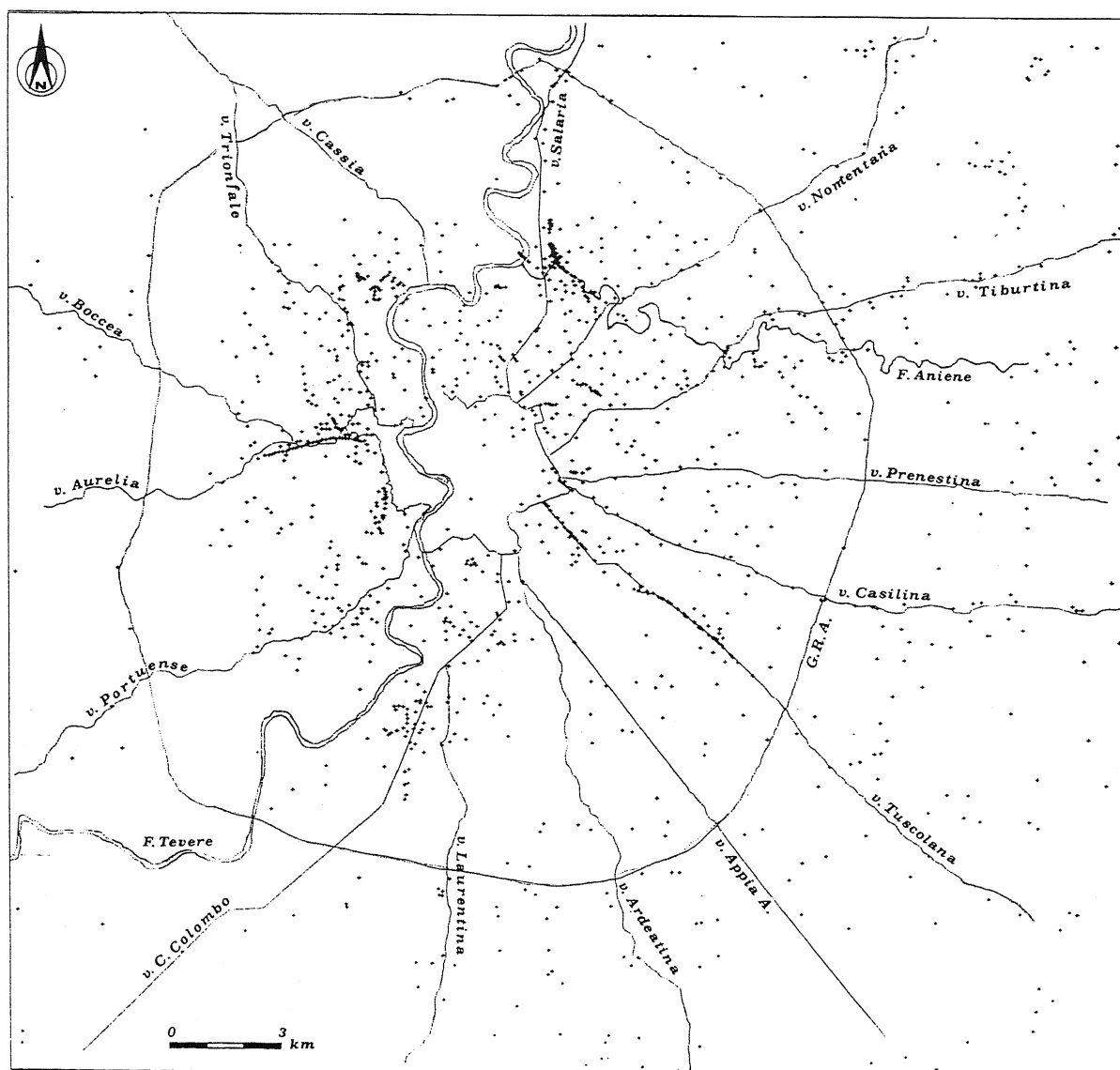


Fig. 2 - Localizzazione dei sondaggi
Location of the wells used in the study

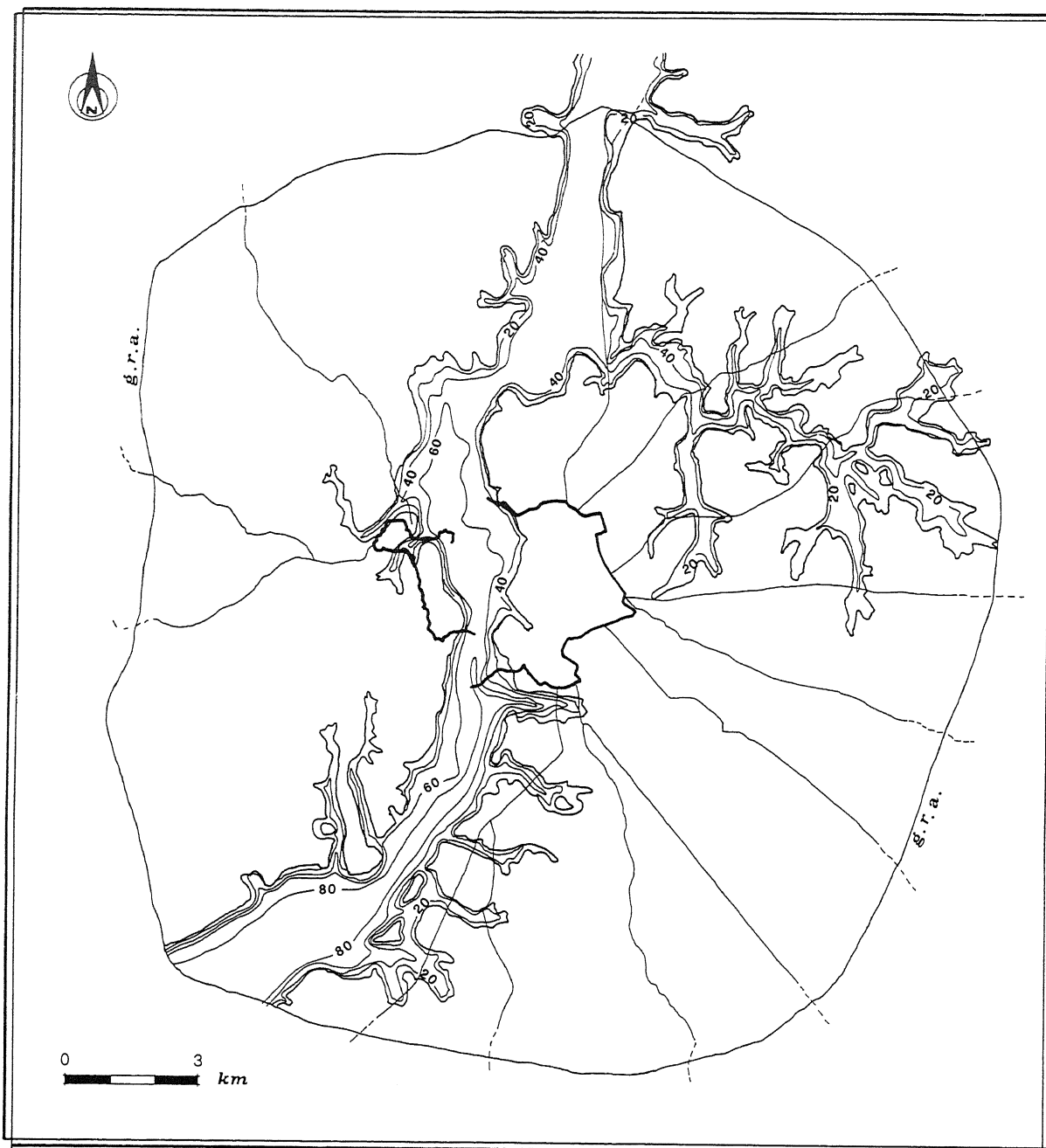


Fig. 3 - Carta delle isopache delle alluvioni post-würmiane
Isopach map of post-würmian alluvial sediments

conseguente deviazione del Tevere, o di un corso d'acqua proveniente dalla struttura dell'Appennino centrale, dal suo alveo originario, il quale, all'incirca all'altezza dell'attuale confluenza dell'Aniene, proseguiva con andamento appenninico, spingendosi in direzione dell'area ove attualmente sorge il Complesso vulcanico Albano e da qui forse verso la Pianura Pontina. In questo lavoro non si intende trattare delle evidenti modificazioni dei reticoli fluviali al di fuori dell'area romana (Alvarez, 1972) e si definisce con il

termine specifico di "Paleotevere" il corso d'acqua principale dell'area di Roma.

2. DATI E METODOLOGIA

La procedura di indagine utilizzata, basata sulla gestione automatizzata dei dati, è la medesima adottata in un precedente lavoro relativo al Centro Storico della città (Funicello et al., 1987). Sono stati selezionati 1267



Fig. 4 - Processi di liquefazione nei sedimenti argilloso-diatomitici della "Formazione Aurelia". Tagli della Tangenziale Est di Roma all'altezza del Fosso di S. Agnese (Valle del Fiume Aniene)
Liquefaction processes in the Aurelia Formation sediments. Outcrop along the Tangenziale Est, at Fosso di S. Agnese (Aniene valley)

dati di perforazioni eseguite nell'area romana da società private ed enti pubblici che sono andati ad ampliare la banca dati preesistente (vedi Fig. 2). Per i log dei sondaggi ripresi dal lavoro di Ventriglia (1971), (circa 450) è stata effettuata una revisione critica alla luce delle più recenti vedute sulla stratigrafia del Pleistocene dell'area romana (Conato et al., 1980); mentre per i restanti 800 sono state determinate le attribuzioni stratigrafiche ex-novo.

I dati raccolti sono stati integrati da osservazioni di campagna, rese possibili anche dai numerosi cantieri aperti in questi ultimi anni; il totale delle informazioni acquisite ha permesso di effettuare la ricostruzione delle principali superfici strutturali del sottosuolo della città di Roma fino ai limiti del G.R.A. In particolare vengono qui presentate: la superficie superiore del substrato argilloso plio-pleistocenico e la rappresentazione dello spessore dei sedimenti alluvionali recenti delle valli del Tevere e dell'Aniene.

La superficie strutturale che costituisce il "tetto" delle unità argillose plio-pleistoceniche è stata identificata in base al carattere di omogeneità che questi terreni presentano dal punto di vista litologico, idrogeologico e geotecnico. L'elevata consistenza, dovuta a precompressione ed il notevole spessore

(valutabile in parecchie centinaia di metri; (Signorini, 1939) permettono di considerare questo substrato argilloso come *bedrock* per ciò che riguarda il suo comportamento rispetto alla propagazione delle onde sismiche (Boschi et al., 1989). La ricostruzione di dettaglio del suo andamento costituisce, quindi, una base importante per la valutazione della risposta sismica locale.

Un'altra informazione importante da questo punto di vista, è rappresentata dalla definizione delle geometrie dei corpi sedimentari costituiti da terreni poco consolidati, tali cioè da poter indurre fenomeni di amplificazione delle onde sismiche. Nel caso di Roma, essi sono per lo più rappresentati da depositi lentiformi, di origine genericamente alluvionale, molto recenti (post-würmiani), costituiti prevalentemente da argille, sabbie e limi, con un livello basale di ghiaie, e caratterizzati da notevoli eteropie laterali. Nella valutazione delle caratteristiche geotecniche di questi terreni, di per sé già scadenti, bisogna poi tener conto del fatto che tali sedimenti sono costantemente al di sotto del livello di falda, e quindi soggetti agli effetti delle sovrappressioni idrostatiche che possono crearsi a seguito di sollecitazioni esterne (variazioni di carico, vibrazioni, etc.).



Fig. 5 - Faglia diretta N310 nei terreni diatomitici della "Formazione Aurelia". Tagli della Tangenziale Est in località Fosso di S. Agnese (Valle dell'Aniene)
Normal fault striking N310 in the Aurelia Formation diatomitic sediments. Outcrop along the Tangenziale Est, at Fosso di S. Agnese (Aniene valley)

Nelle ricostruzioni eseguite la superficie che costituisce la base dei depositi alluvionali è stata facilmente riconosciuta nella porzione meridionale della valle del Tevere, dove questi sedimenti poggiano direttamente sul substrato argilloso plio-pleistocenico; nel tratto a N della zona di Tor di Quinto e lungo la valle dell'Aniene (Tav. 1) le alluvioni recenti poggiano sui depositi della "Formazione di Ponte Galeria", rappresentati dai sedimenti fluvio-palustri del *Paleotevere*. Il passaggio tra queste due unità non è distinguibile in base ai puri caratteri litologici descritti in sondaggio: le alluvioni antiche sono infatti costituite prevalentemente da ghiaie e sabbie, così come i terreni che costituiscono la base delle alluvioni recenti. Si è stabilito quindi di fissare il limite inferiore delle alluvioni in corrispondenza della base dei depositi prevalentemente limoso-argilloso-sabbiosi immediatamente sovrastanti le suddette ghiaie e sicuramente attribuibili al ciclo recente. Questo fornisce una profondità approssimata per difetto: a tale ciclo appartiene infatti anche la porzione sommitale dei depositi a carattere prevalentemente ghiaioso immediatamente sottostanti al limite considerato. Lo spessore delle ghiaie attribuibili alle alluvioni recenti è stato stimato in

base alle osservazioni effettuate sui sondaggi nel tratto meridionale del Tevere e risulta compreso tra 5 e 10 metri.

Al fine di rendere più precisa l'elaborazione della carta degli spessori delle alluvioni post-würmiane, i dati dei sondaggi sono stati integrati con un insieme di valori ottenuti digitalizzando per punti il limite di affioramento delle alluvioni ed attribuendo a tali punti spessore zero.

3. PRESENTAZIONE DEI RISULTATI E MODELLI INTERPRETATIVI

I dati raccolti sono stati elaborati al calcolatore secondo la procedura descritta in Funicello et al. (1987), ed utilizzati per produrre carte ad isolinee (isobate ed isopache) che mostrano l'andamento delle superfici strutturali del sottosuolo nell'area romana.

3.1 Carta dello spessore dei sedimenti alluvionali recenti

La carta delle isopache delle alluvioni recenti, ricostruita per le valli del Tevere e dell'Aniene, mostra che gli spessori in corrispondenza dell'asse mediano delle due valli raggiungono valori cospicui.

In particolare per il Tevere lo spessore dei sedimenti alluvionali va aumentando gradualmente da N verso S. Nella porzione settentrionale lo spessore aumenta molto rapidamente in corrispondenza dei fianchi della valle per poi assumere un valore pressoché costante nella parte centrale (attorno ai 50 metri). Il profilo d'erosione nei terreni pre-alluvionali è caratterizzato da fianchi ripidi che si raccordano ad un settore centrale pianeggiante. Procedendo verso S tale profilo varia: il settore centrale ha subito evidentemente una maggiore erosione e l'incisione assume la più caratteristica morfologia a "V". Lo spessore delle alluvioni nel tratto più meridionale dell'area in esame raggiunge valori superiori agli 80 m (Fig. 3).

Il profilo d'erosione dell'Aniene evidenzia un'incisione stretta e profonda riempita da alluvioni recenti di spessore che, per gran parte del suo sviluppo, si mantiene pressoché costante con valori attorno ai 40 metri.

Nel complesso le aree descritte occupano una estesa fascia dell'area urbana e la conoscenza di dettaglio della geometria dei corpi sedimentari recenti costituisce un elemento indispensabile anche ai fini di una valutazione della risposta sismica locale. In questo tipo di sedimenti l'amplificazione locale delle onde sismiche può dar luogo, in condizioni particolari, a fenomeni di liquefazione. A testimonianza di ciò è stata osservata la presenza di strutture convolute (Fig. 4) in depositi fluvio-lacustri della "Formazione Aurelia" (0.40+0.23 Ma); (Malatesta, 1978) affioranti sulle alture

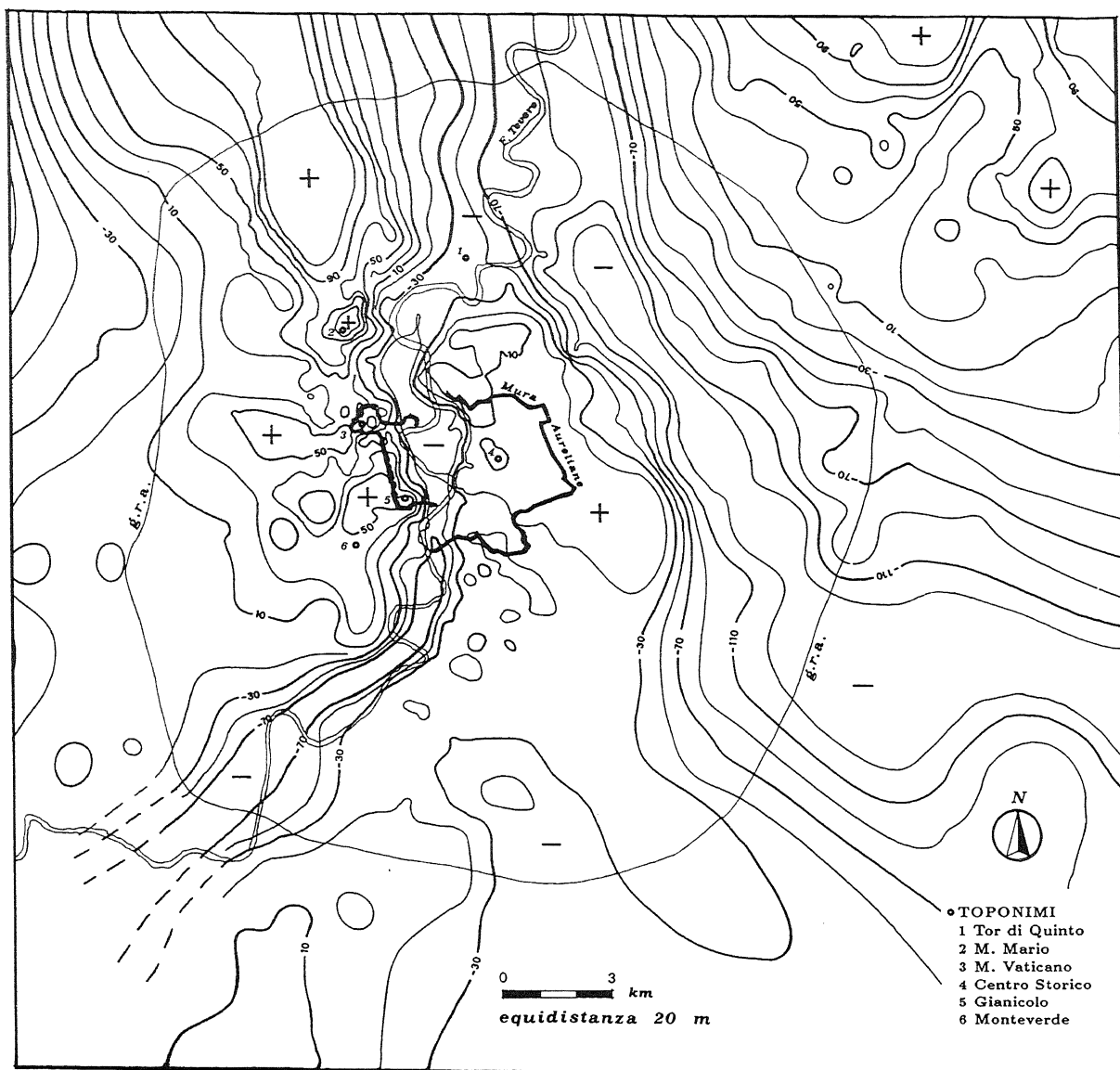


Fig. 6 - Carta strutturale delle isobate del tetto del substrato argilloso plio-pleistocenico
Isobath map of the top of the plio-pleistocenice clay

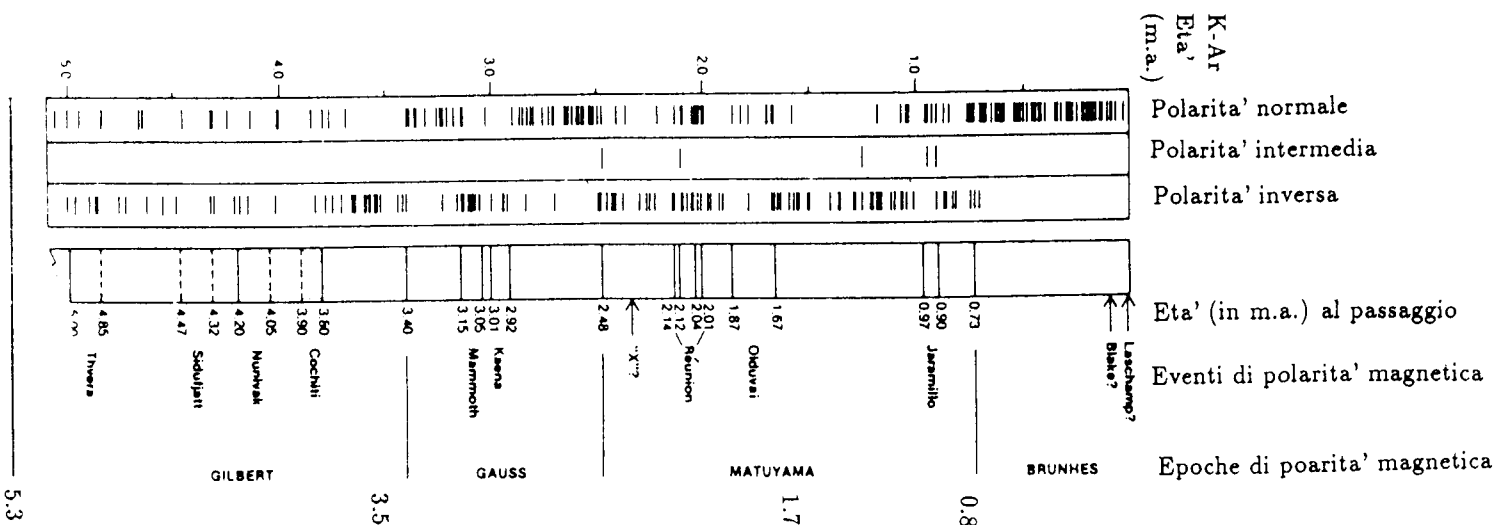
lungo il tratto finale della valle dell'Aniene. Queste strutture sono interpretabili come un rimescolamento degli strati di sedimento non ancora consolidato, forse causato da un evento sismico legato alla tettonica della vicina catena appenninica. Prove evidenti di un'attività tettonica recente sono rappresentate altresì dalle numerose dislocazioni rinvenute in questi e in altri terreni del Pleistocene superiore (Fig. 5).

3.2 Carta del substrato plio-pleistocenico

La carta delle isobate del "tetto" del substrato argilloso plio-pleistocenico mostra la presenza di due depressioni allungate che separano aree maggiormente rilevate (Fig. 6). La più profonda di queste incisioni (da -90 fino a poco meno di -150 m s.l.m.) attraversa tutta l'area con direzione che da N-S devia subito verso SE, e prosegue poi verso i Colli Albani. La seconda, a

profondità minore (da -40 a -70 m s.l.m.), si dirama verso SW dalla prima nel tratto più settentrionale e prosegue poi con andamento meridiano. Questa seconda depressione, coincidente con il corso attuale del Tevere, si presenta quindi come una valle sospesa circa 50 m al di sopra della più profonda incisione che prosegue in direzione appenninica, abbandonando il corso attuale del fiume.

Appare evidente che il corso del *Paleotevere* doveva coincidere in passato (Pleistocene inferiore) con la più profonda delle due valli (Fig. 7). Successivamente i depositi della "Formazione di Ponte Galeria" hanno parzialmente colmato il paleoalveo determinando la risalita del letto del fiume (Fig. 9). La deviazione del corso del *Paleotevere* nella sua posizione attuale sarebbe avvenuta a causa del colmamento definitivo delle depressioni costituenti la porzione sud-orientale



MIOCENE	PLIOCENE		PLEIST.	ETA'
	INFERIORE	SUPERIORE	INF.	
	ZANCLEANO	PIACENZIANO		
				PIANI
				ZONE
	<i>Sphaeroidinellopsis seminulina</i> s.l.			
	<i>Globorotalia margaritae</i>			
	<i>Globorotalia puncticulata-Globorotalia margaritae</i>			
		<i>Globorotalia puncticulata</i>		
		<i>Globorotalia aemiliana</i>		
		<i>Globorotalia inflata</i>		
		<i>Globigerina carriacoensis</i>		
		<i>Globorotalia truncatulinoides exci</i>		
				<i>Globigerina apertura</i>
				<i>Sphaeroidinellopsis nseminulina</i>
				<i>Globigerinoides obliquus obliquus</i>
				<i>Globigerinoides obliquus extremus</i>
				<i>Globorotalia acostaensis</i>
				<i>Globigerina decoraperta</i>
				<i>Globigerina falconensis</i>
				<i>Globigerinoides elongatus</i>
				<i>Globigerinoides ruber</i>
				<i>Globorotalia margaritae</i>
				<i>Globorotalia puncticulata</i>
				<i>Globorotalia bononiensis</i>
				<i>Globorotalia aemiliana</i>
				<i>Globorotalia crassaformis crassaformis</i>
				<i>Globorotalia inflata</i>

Tabella 1 - Cronostratigrafia del Pliocene e del Pleistocene inferiore
 Chronostratigraphy of Pliocene and lower Pleistocene

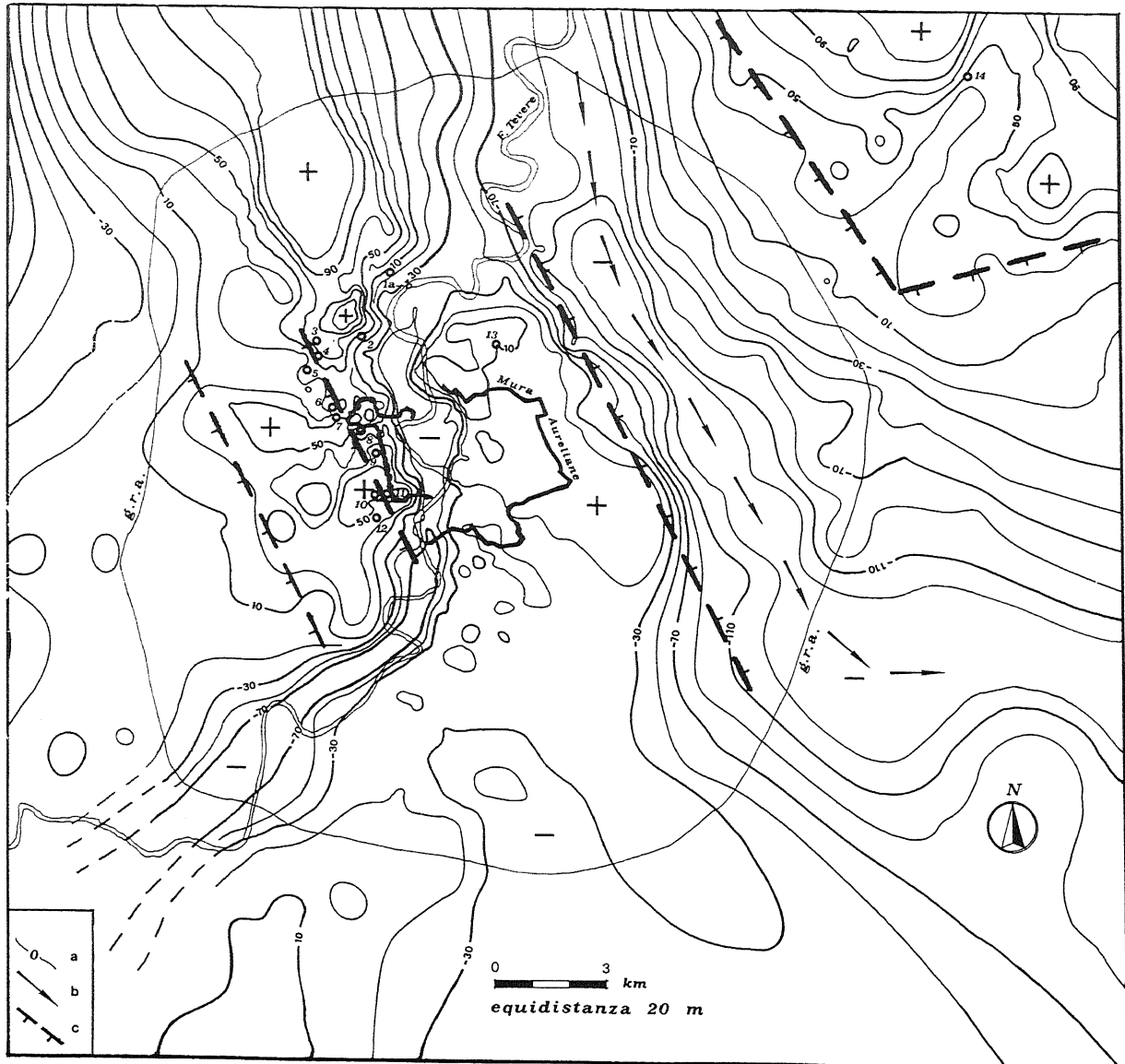


Fig. 7 - Schema di evoluzione tettonica e paleogeografica nell'intervallo Pliocene superiore-Pleistocene inferiore. Determinazioni micropaleontologiche; salvo ove indicato la quota di prelievo del campione coincide con la superficie del substrato argilloso plio-pleistocenico (isobate in carta).

1a) campioni con *G. inflata* ed esemplari rimaneggiati di *G. punctulata* (prelevati da un sondaggio tra le quote 0 m e +10 m s.l.m.); 1b) campioni con *G. punctulata* (prelevati da un sondaggio tra le quote 0 m e +20 m s.l.m.); 2) campione con microfauna ad affinità con la zona a *G. inflata*; 3,4,8,9,11) campioni con *G. punctulata*; 5,6,7,10,12) campioni con *G. inflata* ed esemplari rimaneggiati di *G. punctulata*; 13) campione con *G. inflata*; 14) campione con *G. aemiliana*; a) Isobate del tetto del substrato argilloso plio-pleistocenico; b) Direzione di probabile scorrimento del Paleotevere; c) Diretrici di possibile discontinuità tettonica

Sketch of the tectonic and palaeogeographic evolution during Upper Pliocene-Lower Pleistocene. Microfossil identification (if a different elevation is not specified the samples are taken from the top of the Plio-pleistocene clay): 1a) Samples with *Globorotalia inflata* and reworked specimens of *G. punctulata* (from a well at depths between 0 m and +10 m a.s.l.); 1b) Samples with *G. punctulata* (from a well at depths between 0 m and +20 m a.s.l.); 2) Sample with microfauna showing affinity with the *G. inflata* zone; 3,4,8,9,11) Samples with *G. punctulata*; 5,6,7,10,12) Samples with *G. inflata* and reworked specimens of *G. punctulata*; 13) Sample with *G. inflata*; 14) Sample with *G. aemiliana*; a) Isobaths of the top of the Plio-pleistocene clay; b) Probable flowing direction of the Palaeo-Tiber; c) Directions of probable tectonic displacement

del suo bacino idrografico, ad opera dei prodotti vulcanici emessi durante le fasi esplosive parossistiche dei Colli Albani (Fig. 10), e quindi in un lasso di tempo compreso tra 0.53 e 0.36 Ma (De Rita et al., 1984).

Il *Paleotevere* separava due zone rilevate: la prima a NE coincidente con le pendici dei Monti Cornicolani, dove i termini pliocenici risultano ampiamente affioranti a

quote massime intorno ai 120 m s.l.m.; la seconda, comprendente tutta la porzione occidentale dell'area in esame, fu successivamente suddivisa dalla attuale valle del Tevere in due settori. Per quello in riva sinistra, corrispondente all'area ove sorge il Centro Storico, il "tetto" delle unità argillose plio-pleistoceniche mostra un andamento uniforme, con quote comprese tra 0 e 20 m

s.l.m. Esso degrada ad E verso la valle del *Paleotevere* con una superficie a direzione costante e pendenza più accentuata rispetto agli andamenti generali, la quale potrebbe identificare una linea di discontinuità tettonica ad andamento appenninico, che ha causato il ribassamento del settore orientale, compreso tra la città e le pendici dei M.ti Cornicolani (Fig. 7). Appare infatti verosimile che il corso del *Paleotevere* si sia impostato lungo una depressione tettonica a decorrenza appenninica, la cui genesi possa essere ricondotta ai movimenti distensivi tardo-pleiocenici (Figg. 12a-b).

Il settore rilevato, sopra descritto, si allunga in direzione S, mantenendo la sua culminazione a quote

comprese tra 0 e 10 m s.l.m., da esso si dirama verso SE una blanda dorsale ad andamento appenninico che rappresentava lo spartiacque tra il bacino del Tevere a NE e l'area meridionale, la quale drenava probabilmente a S, verso la vicina costa tirrenica.

La zona di alto morfologico in riva destra del Tevere è dominata da una dorsale meridiana che culmina nel M. Mario (119 m s.l.m.) e da qui si allunga verso il Gianicolo e Monteverde, deprimendosi fino a quote prossime ai 40 m s.l.m. Più a S appare erosa dal Tevere e scompare. L'andamento N-S di questo alto, a ridosso del quale si è impostato il nuovo corso del Tevere, sembrerebbe indicare la presenza di un'altra direttrice strutturale (Fig. 8)

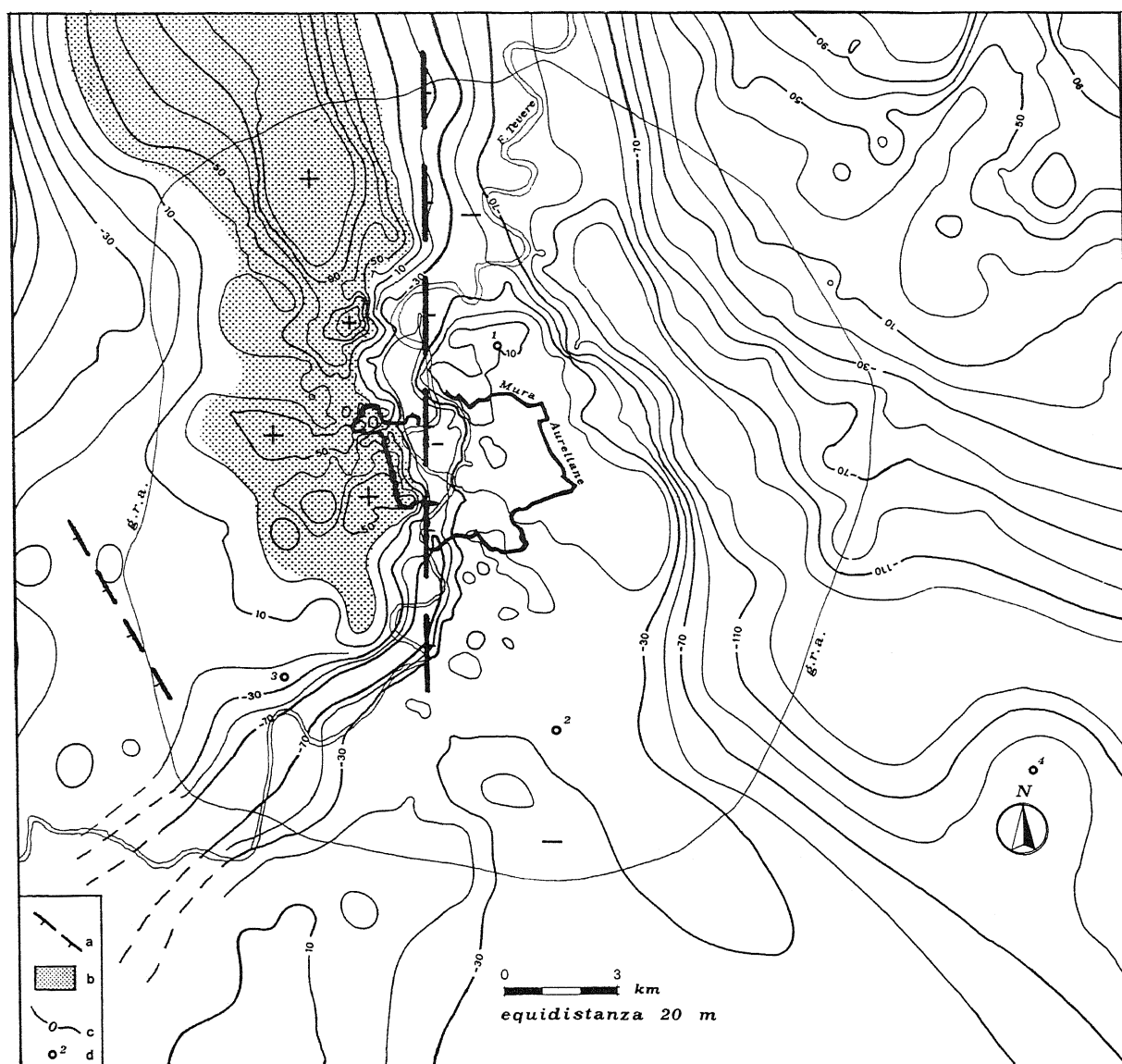


Fig. 8 - Schema di evoluzione tettonica e paleogeografica nel Pleistocene inferiore. Determinazioni micropaleontologiche; la quota di prelievo del campione coincide con la superficie del substrato argilloso plio-pleistocenico. 1) campione con *G. inflata*; 2) campione di età santerriana; 3,4) campioni con *Hyalinea balthica* (età emiliana); a) Direttrici di possibile discontinuità tettonica; b) Area di deposizione delle sabbie santerriane (Serie di M. Mario); c) Isobate del tetto del substrato argilloso plio-pleistocenico; d) Localizzazione dei sondaggi

Sketch of the tectonic and palaeogeographic evolution during Lower Pleistocene. Microfossil identification (all the samples are taken from the top of the Plio-pleistocene clay): 1) Sample with *G. inflata*. 2) Sample of Santerrian age; 3, 4) Samples with *Hyalinea balthica* (Emilian age); a) Directions of probable tectonic displacement; b) Deposition area of the Santerrian sand (M.Mario series); c) Isobaths of the top of the Plio-pleistocene clay; d) Location of the wells

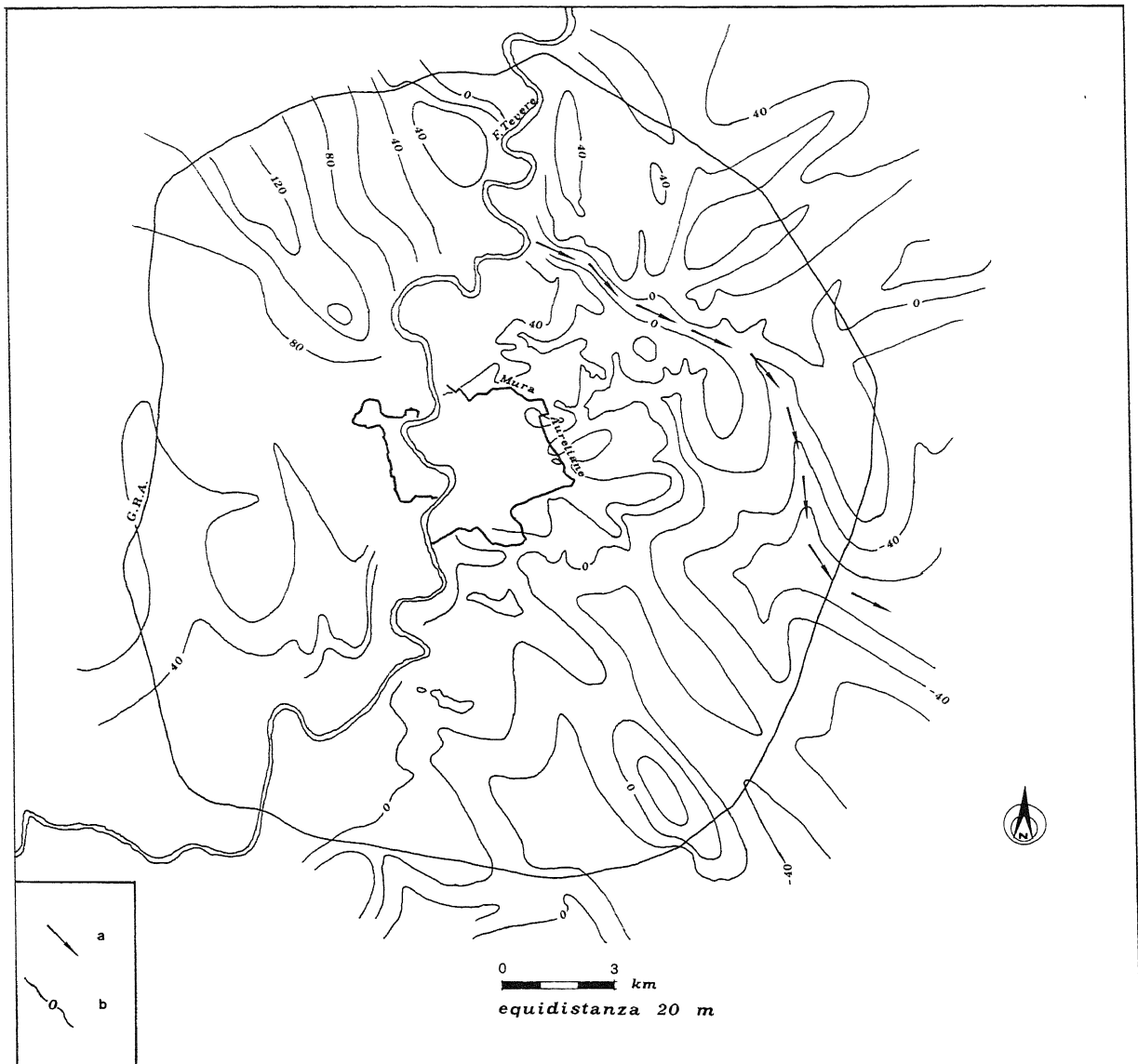


Fig. 9 - Schema di evoluzione tettonica e paleogeografica nel Pleistocene medio. a) Direzione di probabile scorrimento del Paleotevere; b) Isobate del tetto della "Formazione di Ponte Galeria"
Sketch of the tectonic and palaeogeographic evolution during Middle Pleistocene; a) Probable flow direction of the Palaeo-Tiber; b) Isobaths of the top of the Ponte Galeria Formation

che ha ribassato l'area orientale, attualmente in riva sinistra, ed ha obliterato l'originale andamento appenninico della dorsale, ancora evidente nel settore a SE e ripreso a NO di M. Mario.

3.3 Schema di evoluzione tettonica

La sintesi dei dati cronostratigrafici relativi al substrato argilloso plio-pleistocenico ha permesso di ipotizzare che la sua struttura sia stata disarticolata, fin dal Pliocene, da una serie di dislocazioni tettoniche ad andamento NW-SE che riflettono lo stile delle unità mesocenoiche (Toro, 1977). I risultati dell'analisi micropaleontologica su campioni prelevati in sondaggio e in affioramento sono sintetizzati nella Figura 8, nella quale sono state introdotte le possibili direttrici tettoni-

che lungo le quali si sarebbe disarticolato il substrato pliocenico prima della successiva ingressione pleistocenica. Queste direttrici sono state desunte in base ai dati stratigrafici e agli andamenti morfologici, nonché tenendo conto delle geometrie che caratterizzano l'evoluzione tettonica del margine tirrenico nell'Italia centrale (Funciello e Parotto, 1978). Gli stessi motivi sono illustrati nel profilo a di Figura 12. La cronologia cui si fa riferimento è quella più recente che prevede una bipartizione del Pliocene, in cui vengono definite due unità formali: lo Zancleano per il Pliocene inferiore e il Piacenziano per quello superiore (Rio et al., 1984; Iaccarino, 1985; Berggren et al., 1986; Rio et al., 1986; Rio et al., 1988); si veda la Tab. 1.

Il profilo gravimetrico (Fig. 11) comparato con gli

andamenti altimetrici del substrato plio-pleistocenico mostra una non coincidenza tra le zone di rispettivo massimo. Questo, unitamente all'osservazione in campagna di elementi tettonici compressivi in terreni pliocenici (Fig. 13), induce a pensare che l'evoluzione tettonica dell'area romana sia stata alquanto complessa. L'interpretazione dei dati illustrati suggerisce comunque che verso la fine del Piacenziano abbia agito una tettonica distensiva che ha determinato il ribassamento di quel settore in cui si imposterà il corso del *Paleotevere*. L'analisi micropaleontologica dei campioni pliocenici raccolti ha infatti evidenziato come verso E si rinvenivano a quote via via più basse, sedimenti più recenti rispetto a quelli prelevati nel settore occidentale (Fig. 7). Un analogo fenomeno deve verificarsi a SW, dove un sistema di faglie dirette ribassa il settore verso il margine tirrenico. Infatti in quest'area lo spessore dei

sedimenti marini del Pleistocene inferiore, le argille a *Hyalinea balthica* di età emiliana (Conato et al., 1980), raggiunge valori superiori al centinaio di metri, mentre nessun sondaggio incontra i termini pliocenici.

Tra queste due aree depresse la dorsale che da M. Mario si allungava verso i Colli Albani viene a costituire un alto fondo a sedimentazione ridotta, se non addirittura, in alcuni periodi, un'area emersa così come avviene in molte aree circostanti, dove in diversi sondaggi profondi (Roma 1-2, Tre Confini) è stata riconosciuta l'esistenza di una lacuna stratigrafica nei terreni pliocenici (Malatesta et al., 1988). Tale lacuna, attribuita dagli Autori secondo la vecchia suddivisione al Pliocene medio, corrisponde, come messo in evidenza dall'analisi dei campioni prelevati nell'area di Roma (Carboni et al., 1990), alla zona a *Globorotalia aemiliana* (v. Tab. 1), cioè ad un intervallo di tempo compreso tra la

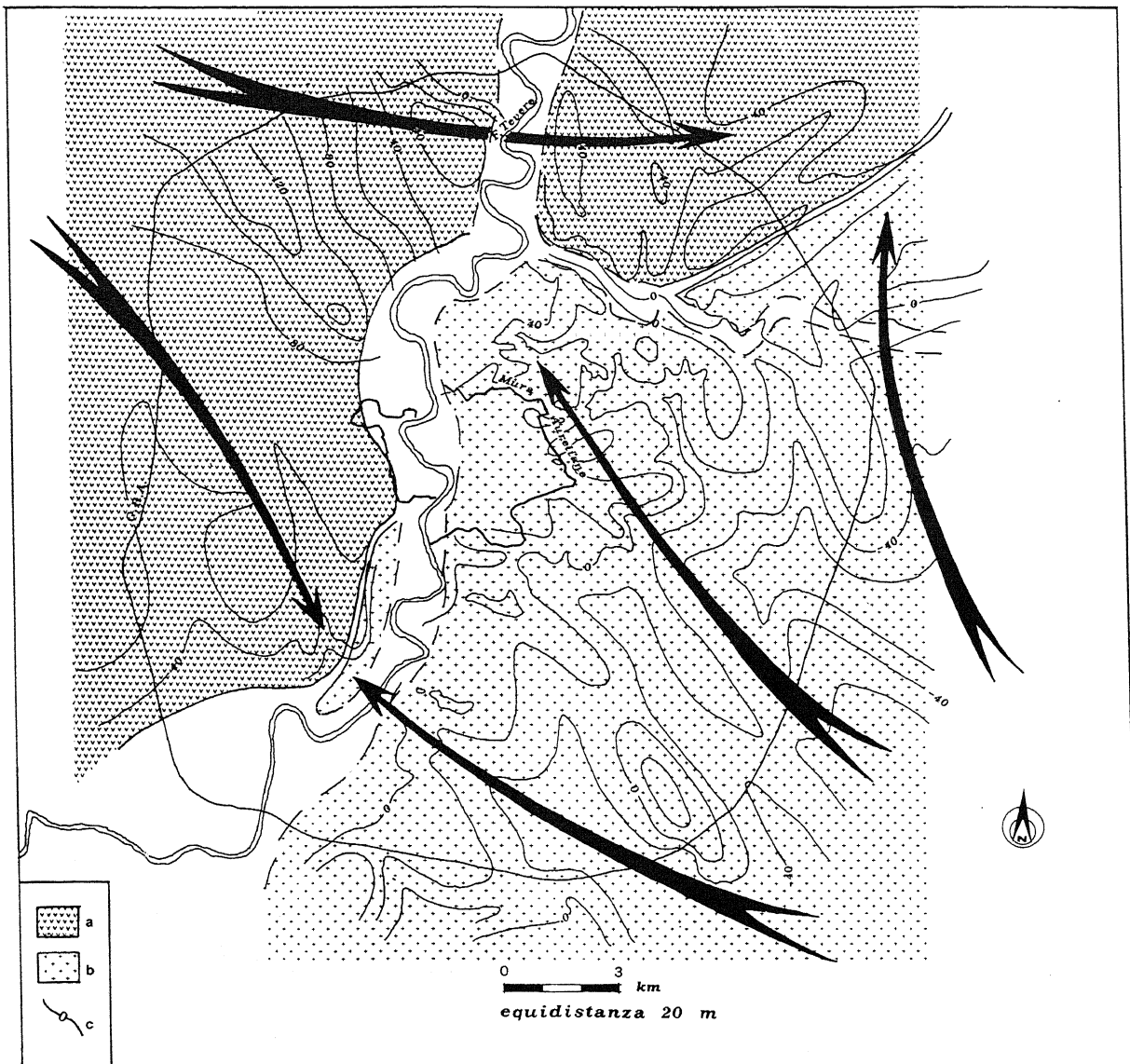
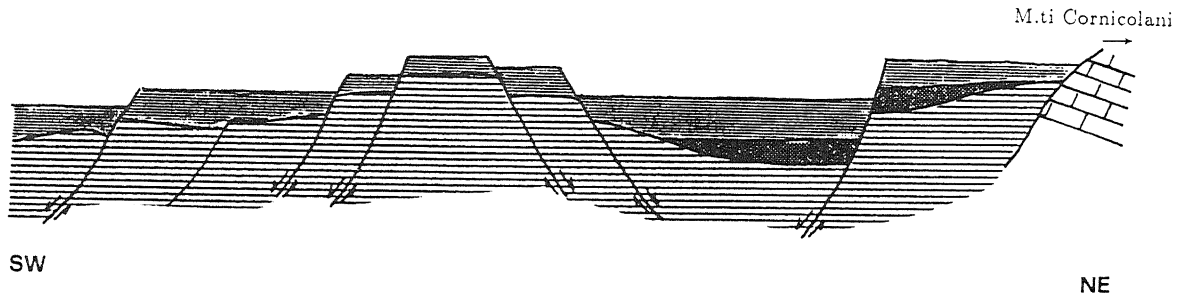
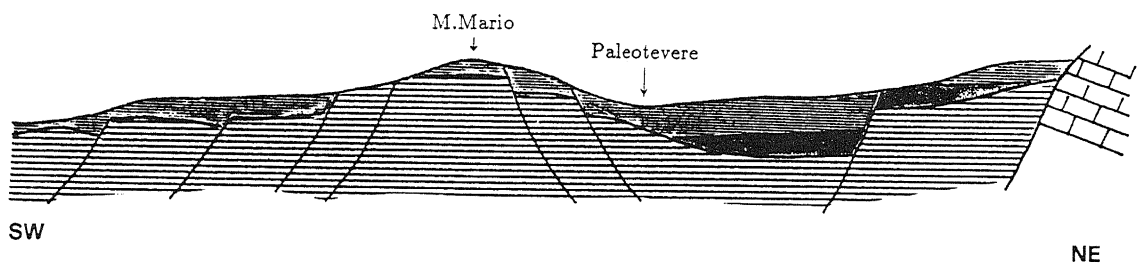


Fig. 10 - Schema di evoluzione tettonica e paleogeografica nel Pleistocene medio-superiore. Deposizione delle coltri piroclastiche: a) Vulcaniti sabatine; b) Vulcaniti albane; c) Isobate del tetto della "Formazione di Ponte Galeria"
 Sketch of the tectonic and palaeogeographic evolution during Middle-Upper Pleistocene: a) Products of the Sabatini volcanic complex; b) Products of the Albani volcanic complex; c) Isobaths of the top of the Ponte Galeria Formation

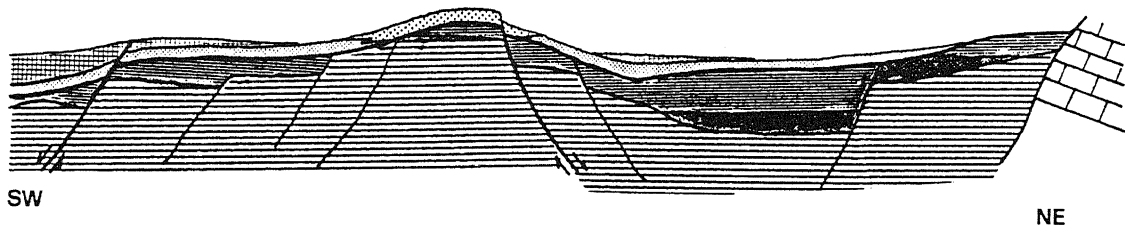
a) PLIOCENE SUPERIORE



b) FASE EROSIVA ANZIATE



c) PLEISTOCENE INFERIORE



PROFILO GRAVIMETRICO



LEGENDA

- | | | | |
|------------------------|---|---------------------|---|
| Pleistocene inferiore: | | Pliocene superiore: | |
| 1 | Argille della Serie di M. delle Piche (Emiliano) | 3 | Argille della zona a <i>G. inflata</i> |
| 2 | Sabbie e argille della Serie di M.Mario (Santerniano) | 4 | Argille della zona a <i>G. aemiliana</i> |
| | | 5 | Argille della zona a <i>G. puncticulata</i> |
| | | 6 | Basamento carbonatico meso-cenozoico |

porzione basale e quella sommitale del Pliocene superiore. E' bene notare che tale lacuna è assente più ad E, dove alle pendici dei Monti Cornicolani affiorano le argille della suddetta biozona (Carboni, 1975) (Fig. 11).

Il passaggio Plio-Pleistocene nell'area laziale è marcato da una generale regressione cui corrisponde la fase erosiva Anziante (Acquatraversa *Auct.*) (Malatesta, 1978) (Fig. 11b). Durante la successiva ingressione nel Pleistocene inferiore, l'area di M. Mario-Gianicolo si sarebbe evoluta ulteriormente come "alto fondo", divenendo sede nel Santerniano della deposizione delle sabbie della "Serie di M. Mario" (Conato et al., 1980), mentre ai lati della dorsale si sarebbe avuta la deposizione di argille. La differenziazione di questo alto appare dominata da una direttrice tettonica N-S che, ribassando il settore orientale ove sorge il Centro Storico della città, avrebbe obliterato l'originario andamento appenninico della dorsale pliocenica, conferendo all'alto M. Mario-Gianicolo l'andamento meridiano attualmente osservabile.

Questa ipotesi appare verosimile osservando la figura 9 che mostra come la culminazione della dorsale è sede della deposizione di sabbie di età santerniana (Conato et al., 1980; Carboni et al., 1990) (area punteggiata), mentre nel settore orientale, verso S, sono state incontrate in sondaggio alla quota di -20 metri s.l.m. delle argille della stessa età (Carboni, com. pers.). Più a N, alla quota di +12 metri s.l.m., sono state invece incontrate le argille plioceniche della zona a *G. inflata* (Carboni et al., 1990). Quest'ultime costituirebbero la prosecuzione della dorsale pliocenica verso SE, ribassata dal motivo tettonico precedentemente ipotizzato, mentre più a S, dove la dorsale suddetta e quindi il fondale del bacino di deposizione delle argille santerniane si approfondiva, incontriamo in sondaggio questi ultimi terreni.

La sedimentazione prosegue per tutto il Pleistocene inferiore con la deposizione di notevoli spessori, soprattutto nel settore occidentale, di argille caratterizzate dalla presenza di *H. balthica* e perciò attribuibili all'Emiliano (Conato et al., 1980). Il profilo c di figura 12 riassume i concetti esposti.

Il Pleistocene inferiore si chiude con una regressione cui corrisponde la fase erosiva Cassia (Fig. 13a - Blanc, 1955; Ambrosetti et al., 1967). Nel Pleistocene

medio l'area romana è sede della deposizione di una serie almeno inizialmente continentale: la "Formazione di Ponte Galeria". In questo periodo l'area di M. Mario-Gianicolo e quella relativa al Centro Storico di Roma sono caratterizzate da sedimentazione ridotta o assente, mentre ad W e ad E si differenziano due bacini subsidenti. Quello occidentale si evolve rapidamente da fluvio-deltizio in marino, mentre quello orientale rimane caratterizzato più a lungo da condizioni fluvio-palustri, essendo coincidente con il basso bacino idrografico del *Paleotevere*. La subsidenza, unitamente alla rapida deposizione di materiali alluvionali, fa in modo che si verifichi un progressivo colmamento delle depressioni esistenti e la conseguente risalita del paleoalveo del fiume. Probabilmente il rinvenimento di depositi della "Formazione di Ponte Galeria" a quote molto diverse nell'area romana (da +50 metri al Gianicolo a -140 metri nel settore orientale) e' da attribuire al perdurare di quegli effetti tettonici a scala locale di cui si è parlato in precedenza.

La fase erosiva Flaminia (Blanc et al., 1955; Ambrosetti et al., 1967) incide i depositi della "Formazione di Ponte Galeria" subito prima dell'emissione delle coltri piroclastiche sabatine e albane (Fig. 12b-c). La ricostruzione degli andamenti del "tetto" della "Formazione di Ponte Galeria" effettuata con i dati di sondaggio che identificano il letto delle vulcaniti, illustrata in figura 10, mette in evidenza che il supposto *Paleotevere* manteneva ancora il suo antico andamento. Appare infatti evidente che il drenaggio dell'area orientale avveniva da NW verso SE, in direzione della zona immediatamente a settentrione del futuro apparato vulcanico Albano.

Le colate piroclastiche che si sono succedute a partire da 0,53 Ma hanno progressivamente colmato le depressioni, fino ad invertire la morfologia originaria: attualmente il drenaggio dell'area avviene da SE verso N (valle dell'Aniene) e verso W (valle del Tevere).

Tutto ciò ha determinato la diversione del Tevere e dell'Aniene nei loro alvei attuali (Figg. 11-13c).

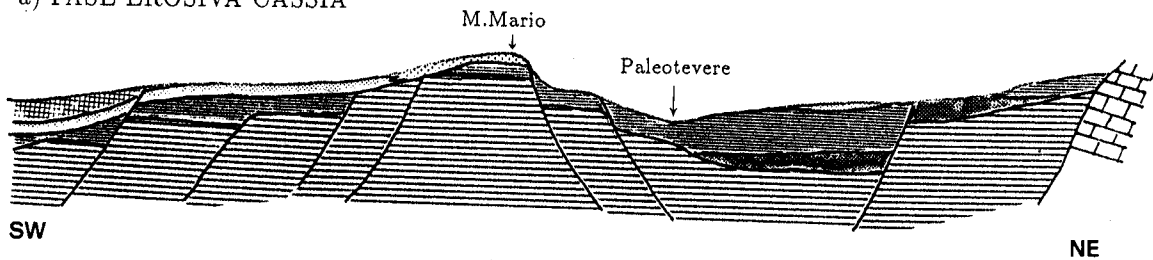
4. CONCLUSIONI

La costituzione di una estesa banca dati attraverso la raccolta, la selezione e l'interpretazione di una grande quantità di dati originali su stratigrafie di sondaggi, unitamente alla loro integrazione con quelli raccolti da altri Autori, che sono stati riesaminati criticamente, ha permesso di effettuare una determinazione di dettaglio delle superfici strutturali delle varie unità presenti nell'area romana compresa fino ai limiti del G.R.A.

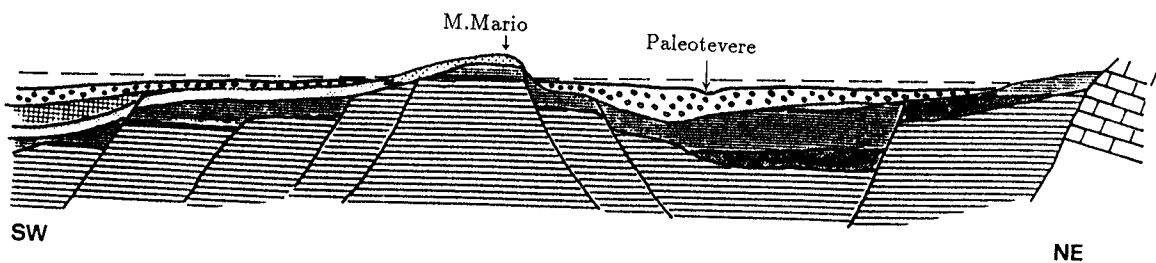
In questo lavoro sono state presentate le ricostruzioni dell'andamento del tetto delle unità argillose di base e degli spessori dei depositi alluvionali recenti, corrispondenti all'attuale reticolo superficiale del Tevere

Fig. 11 - Schema di evoluzione tettonica e paleogeografica nell'intervallo Pliocene superiore - Pleistocene inferiore
Tectonic and palaeogeographic evolution in the time interval upper Pliocene - lower Pleistocene. a) upper Pliocene; b) "Anzio" erosive phase; c) lower Pleistocene; gravimetric profile. Legend - Lower Pleistocene: 1) clay of M. delle Piche series (Emilian age); 2) sand and clay of the M. Mario series (Santernian age). Upper Pliocene: 3) clay of the G. inflata zone; 4) clay of the G. aemiliana zone; 5) clay of the G. punctulata zone. 6) Mesocenozoic carbonatic basement

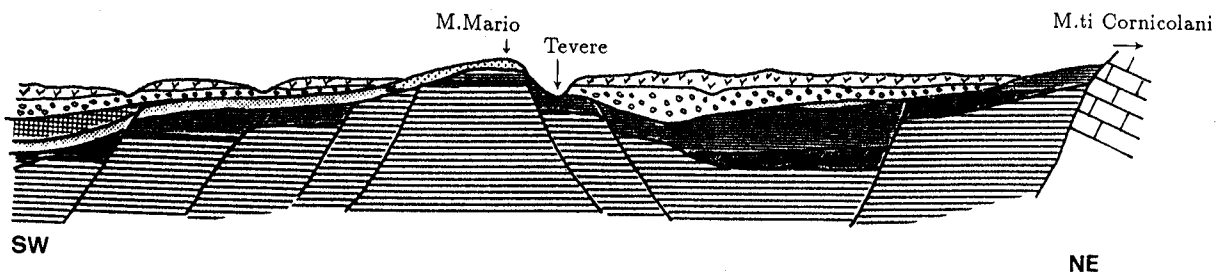
a) FASE EROSIVA CASSIA



b) DEPOSITI DELLA FORMAZIONE DI PONTE GALERIA - FASE EROSIVA FLAMINIA



c) DEPOSIZIONE DELLE VULCANITI - MORFOLOGIA ATTUALE



LEGENDA









- | | | | |
|------------------------------|--|---------------------|---|
| Pleistocene medio-superiore: | | Pliocene superiore: | |
| 1 |  Vulcaniti albane e sabatine | 5 |  Argille della zona a <i>G. inflata</i> |
| 2 |  Formazione di Ponte Galeria | 6 |  Argille della zona a <i>G. aemiliana</i> |
| Pleistocene inferiore: | | 7 |  Argille della zona a <i>G. puncticulata</i> |
| 3 |  Argille della Serie di M. delle Piche (Emiliano) | 8 |  Basamento carbonatico meso-cenozoico |
| 4 |  Sabbie e argille della Serie di M. Mario (Santerniano) | | |



Fig. 13 - Faglia inversa a direzione N53 e pendenza di 38° nei terreni argillosi pliocenici (zona a *G. puncticulata*). Versante NW del Colle del Gianicolo, Via delle Fornaci
 Reverse fault (strike N53, dip 38°) in the Pliocene clay (*G. puncticulata* zone). Northwestern slope of the Gianicolo hill, Via delle Fornaci

e dell'Aniene. Le carte relative a tali ricostruzioni costituiscono un supporto ai fini della valutazione locale della risposta sismica: la prima fornisce una immagine del *bedrock*, cioè di quello che può essere considerato il substrato compatto comune a tutta l'area romana; la seconda individua la geometria di corpi sedimentari responsabili di possibili effetti macrosismici negativi, come ha dimostrato anche lo studio della distribuzione all'interno della città dei danni conseguenti a terremoti originatisi nel vicino Appennino (Ambrosini et al., 1986).

La ricostruzione degli andamenti del "tetto" delle unità argillose plio-pleistoceniche e della "Formazione di Ponte Galeria" consente inoltre di effettuare delle considerazioni sull'evoluzione paleogeografica e tettonica dell'area in esame. Tali andamenti mettono in risalto tra l'altro la struttura del reticolo idrografico prevulcanico,

che mostra un asse di drenaggio principale diverso dall'attuale, e permettono di valutare il ruolo giocato dalla morfologia sulla distribuzione delle coltri piroclastiche, le quali sono a loro volta responsabili del rimodellamento della superficie topografica, condizionando in questo modo la nuova idrografia.

A Nord del M. Soratte il Tevere ha avuto, come già dimostrato da Alvarez (1972), una notevole deviazione dall'alveo originale a causa dell'azione modellatrice delle coltri vulcaniche sabatine.

Nell'area romana il corso d'acqua principale sarebbe stato deviato solo dopo l'arrivo delle colate piroclastiche albane; fino a quel momento avrebbe utilizzato le depressioni morfologiche e tettoniche del settore orientale, con un decorso NNW-SSE, proseguendo quindi verso SE. Le colate piroclastiche albane, con il loro volume complessivo di circa 240 chilometri cubi (Feroci et al., 1987), hanno definitivamente obbligato il Tevere nell'alveo attuale, con modeste variazioni legate ad una rapida evoluzione dei meandri.

L'analisi stratigrafica e quella delle morfologie sepolte, alla luce delle conoscenze sull'evoluzione geodinamica del margine tirrenico dell'Appennino centrale, ha infine consentito un tentativo di ricostruzione schematica delle fasi tettoniche che hanno concorso a determinare l'assetto geologico attuale. Una prima fase, di età pliocenica, avrebbe determinato lo

Fig. 12 - Evoluzione paleogeografica nell'intervallo Pleistocene medio superiore attuale
 Palaeogeographic evolution in the time interval middle-upper Pleistocene-Recent. Legend - Middle upper Pleistocene: 1) products of the Sabatini and Albani volcanic complexes; 2) Ponte Galeria formation. Lower Pleistocene: 3) clay of *M. delle Piche* series (Emilian age); 4) sand and clay of the *M. Mario* series (Santernian age). Upper Pliocene: 5) clay of the *G. inflata* zone; 6) clay of the *G. aemiliana* zone; 7) clay of the *G. puncticulata* zone. 8) Mesozoic carbonatic basement

smembramento dei bacini di deposizione secondo andamenti NW-SE; successivamente l'area M. Mario-Gianicolo sarebbe stata soggetta ad un sollevamento lungo direttrici tettoniche N-S, che avrebbero conferito alla dorsale l'andamento attualmente osservabile.

Nel Pleistocene medio la ripresa dell'attività tettonica sarebbe avvenuta attraverso la riutilizzazione delle antiche linee di debolezza, determinando l'impostazione di due bacini subsidenti con caratteri diversi: uno, ad occidente della dorsale M. Mario - Gianicolo, caratterizzato da facies marine litorali, l'altro, ad oriente, a carattere fluvio-palustre. La tettonica, proseguita per tutto il Pleistocene fino a periodi recentissimi, ha lasciato evidenti testimonianze nei sedimenti più giovani, quali i depositi fluvio-lacustri della "Formazione Aurelia", dove sono state osservate numerose dislocazioni e fenomeni di liquefazione, forse legati all'attività sismica dell'Appennino centrale.

RINGRAZIAMENTI

Si riporta l'elenco degli organismi pubblici e privati che hanno gentilmente messo a disposizione i dati stratigrafici relativi a perforazioni e sondaggi in loro possesso.

Enti pubblici: ACEA; Ripartizione Tecnica dell'Amministrazione Provinciale di Roma; V Ripartizione LL.PP. del Comune di Roma; Ufficio Tecnico delle Ferrovie dello Stato; Direzione Generale dei Servizi Tecnici dello Stato della Città del Vaticano

Società private: CONSUD S.R.L.; GEOCONSOL S.P.A.; GEOROMA S.R.L.; GEOSONDA S.P.A.; GEOSUD S.R.L.; GEO TECNO SOND S.R.L.; GEOTEST S.R.L.; Ditta GERMANI; Ditta GHELLA; METROROMA S.P.A.; SCOT S.R.L.; TECNOSOL S.R.L.; UNIGEO/IDROGEOLOGIA S.R.L.

BIBLIOGRAFIA

- Alfonsi L., Funicello R., Girotti O., Maiorani A., Mattei M., Preite Martínez M., Trudu C. & Turi B. (1989) - *Elementi strutturali da tettonica trascorrente nella Sabina occidentale*. Geol. Rom., in corso di stampa.
- Alvarez W. (1972) - *The Treia Valley North of Rome: volcanic stratigraphy, topographic evolution and geological influences on human settlement*. Geol. Rom., **11**, 153-176.
- Ambrosetti P., Azzaroli A., Bonadonna F.P. & Follieri M. (1972) - *A scheme of Pleistocene chronology for the Tyrrhenian side of Central Italy*. Boll. Soc. Geol. It., **91**, 169-184.
- Ambrosetti P., Bonadonna F.P. (1967) - *Revisione dei dati sul Plio-Pleistocene di Roma*. Atti Acc. Gioenia Sc. Nat. Catania, **18**, S.6. Suppl. Sc. Geol., 32-72.
- Ambrosini S., Castenetto S., Cevolani F., Di Loreto E., Funicello R., Liperi L. & Molin D. (1986) - *Risposta sismica dell'area urbana di Roma in occasione del terremoto del Fucino del 13-1-1915*. Mem. Soc. Geol. It., **XXXV**, 445-452.
- Basili A., Favali P., Scalera G. & Smriglio G. (1987) - *Valutazione della pericolosità sismica in Italia centrale con particolare riguardo alla città di Roma*. Atti VI Convegno GNGTS, Roma, 379-394.
- Berggren W.A., Kent D.V. & Van Couvering J.A. (1986) - *Neogene geochronology and chronostratigraphy*. In Snelling N.J. Ed., *The chronology and the geological record*, Blackwell Scient. Pubbl., 211-250.
- Bernardi A., De Rita D., Funicello R., Innocenti F. & Villa I.M. (1982) - *Chronology and structural evolution of Alban Hills volcanic complex, Latium, Italy*. Workshop on explosive volcanism, Abstract. San Martino al Cimino.
- Blanc A.C., Cova G., Franceschi P., Lona F. & Settepassi F. (1955) - *Ricerche sul Quaternario laziale II. Una torba glaciale, avifauna artica e malacofauna montana nel Pleistocene medio-inferiore dell'Agro Cerite e di Roma. Il periodo glaciale Flaminio*. Quaternaria, **2**, 159-186.
- Blanc A.C., Lona F. & Settepassi F. (1955) - *Ricerche sul Quaternario laziale I. Una torba ad Abies, malacofauna montana e criosedimenti nel Pleistocene inferiore di Roma. Il periodo glaciale Cassio*. Quaternaria, **2**, 151-158.
- Boschi E., Cocco M., Rovelli A., Valensise G., Amato A., Funicello R., Seeber L. & Singh S.K. (1987) - *Misure di microtremiti e previsioni di variazioni locali della risposta sismica*. Atti VI Convegno GNGTS, Roma, 417-434.
- Boschi E., Feroci M., Funicello R., Malagnini L., Rovelli A. & Salvi S. (1989) - *Valutazione della risposta sismica in ambiente urbano: risultati per la città di Roma*. Atti VIII Convegno annuale GNGTS, in corso di stampa.
- Carboni M.G. (1975) - *Biostratigrafia di alcuni affioramenti pliocenici del versante tirrenico dell'Italia Centrale*. Geol. Rom., **14**, 63-85.
- Carboni M.G., Corazza A., Feroci M., Funicello R., Lombardi L., Marra F., Parotto M. & Salvi S. (1990) - *La geologia e l'idrogeologia della città di Roma*. In AA.VV. - *Il progetto strategico Roma Capitale*. volume a cura del C.N.R., Ed. Progetti, Milano.
- Conato V., Esu D., Malatesta A. & Zarlenga F. (1980) - *New data on the Pleistocene of Rome*. Quaternaria, **22**, 131-175.
- De Rita D., Funicello R., Parotto M. & Salvini F. (1984) - *Geologia dei Colli Albani*. Joint Venture ENEL-AGIP.
- De Rita D., Funicello R. (1986) - *Carta geologica della città di Roma, scala 1:20000*. Sessione Poster 73mo Congr. Soc. Geol. It., Roma.

- Feroci M., Funicello R., Giuliani R. & Salvi S. (1987) - *Struttura ed evoluzione del substrato delle aree vulcaniche albana e sabatina*. Boll. Gruppo Naz. Vulc., 343-348.
- Funicello R., Loria G. & Salvi S. (1987) - *Ricostruzione delle superfici strutturali del sottosuolo della città di Roma*. Atti VI Convegno GNGTS, Roma, 395-415.
- Funicello R. & Parotto M. (1978) - *Il substrato sedimentario nell'area dei Colli Albani: considerazioni geodinamiche e paleogeografiche sul margine tirrenico dell'Appennino Centrale*. Geol. Rom., **17**, 233-287.
- Iaccarino S. (1985) - *Mediterranean Miocene and Pliocene planktonic foraminifera*. In Bolli H.M., Saunders J.B., Perck-Nielsen Ed., *Plankton stratigraphy*.
- Maino, Motta, Segre (1969) - *Considerazioni sui rapporti tra gravimetria e geomorfologia per il F. 150 - Roma (Vulcano Laziale) della carta d'Italia al 100000 dell'I.G.M.* Boll. Geod. Sc. Af., **28**(2), 173-184, Firenze.
- Malatesta A. & Zarlenga F. (1986) - *Evoluzione paleo-geografico-strutturale Plio-Pleistocenica del Basso Bacino Romano a Nord e a Sud del fiume Tevere*. Atti 73mo Congr. Soc. Geol. It., Roma.
- Rio D., Sprovieri R. & Raffi I. (1984) - *Calcareous plankton biostratigraphy and biochronology of the Pliocene-lower Pleistocene succession of the Capo Rossello area, Sicily*. Marine Micropaleont., **9**.
- Rio D. & Sprovieri R. (1986) - *Biostratigrafia integrata del Pliocene-Pleistocene inferiore mediterraneo in un'ottica di stratigrafia sistemica*. Boll. Soc. Paleont. It., **25**(1).
- Rio D., Sprovieri R., Raffi R. & Valleri G. (1988) - *Biostratigrafia e paleoecologia della sezione stratotipica del Piacenziano*. Boll. Soc. Paleont. It., **27**(2).
- Signorini R. (1939) - *Risultati geologici della perforazione eseguita dall'AGIP alla Mostra autarchica del Minerale nel Circo Massimo di Roma*. Boll. Soc. Geol. It., **58**, 63.
- Toro B. (1978) - *Anomalie residue di gravità e strutture profonde nelle aree vulcaniche del Lazio settentrionale*. Geol. Rom., **17**, 35-44.
- Toro B. (1977) - *Gravimetry and deep structure of Sabatinian and Alban volcanic area*. Geol. Rom. **15**, 301-310.
- Ventriglia U. (1971) - *La geologia della città di Roma*. Amm. Prov. di Roma.

Accettato per la stampa il 30.11.1990