

## STUDI PRELIMINARI SUL SOLLEVAMENTO DELLA TOSCANA MERIDIONALE DOPO IL PLIOCENE MEDIO(\*\*\*\*)

### INDICE

|                        |      |    |
|------------------------|------|----|
| RIASSUNTO              | pag. | 88 |
| ABSTRACT               | ''   | 88 |
| INTRODUZIONE           | ''   | 88 |
| METODO DI ELABORAZIONE | ''   | 88 |
| RISULTATI PRELIMINARI  | ''   | 90 |
| BIBLIOGRAFIA           | ''   | 91 |

### RIASSUNTO

Viene proposta una carta a curve di livello, con equidistanza di 100 m, dei movimenti di sollevamento e abbassamento di alcuni settori della Toscana meridionale verificatisi dal Pliocene medio all'Attuale. Le curve di uguale sollevamento-abbassamento sono state elaborate per quei settori dove è stata riconosciuta o supposta l'esistenza di un dominio marino medio-pliocenico. Sulla carta è inoltre indicato il limite delle aree sicuramente sommerse al momento di massima estensione marina durante il Pliocene medio.

Già ad un primo esame (lo studio è ancora in fase preliminare) sono emersi alcuni risultati, che possono essere così riassunti:

- localizzazione del sollevamento massimo documentato in prossimità del M. Cetona;
- riconoscimento della direzione NW-SE della direttrice tettonica regionale;
- utilizzazione potenziale della carta per l'individuazione di faglie e calcolo del loro rigetto mediante interpolazione dei punti di flesso delle curve.

### ABSTRACT

A contoured map of the Middle Pliocene to Recent uplift of Southern Tuscany is here presented. The equal uplift contour-lines have been drawn up for sectors where the occurrence of the Middle Pliocene marine domain has been recognized or supposed. The map, additionally, shows the distribution of the surely submerged areas during the maximum flooding of the Middle Pliocene. This study has pointed out some main aspects, we have recognized:

- the maximum uplift at M. Cetona;
- the regional uplift following the NW-SE strike;
- the location of the post-Pliocene normal faults and their throws.

PAROLE CHIAVE: Toscana meridionale, Carta del sollevamento, Neogene.

KEY WORDS: Southern Tuscany, Uplift map, Neogene.

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

(\*\*)Dipartimento di Scienze della Terra - Università di Siena.

(\*\*\*)Centro di Studio per la Geologia Strutturale e Dinamica dell'Appennino, Pisa.

(\*\*\*\*)Lavoro finanziato con fondi MURST 60% e con contratto CNR n° 9301037, titolare A. LAZZAROTTO.

### INTRODUZIONE

L'assetto strutturale della Toscana meridionale è conseguente allo sviluppo di due eventi deformativi: il primo è collegato alla migrazione verso est della compressione avvenuta durante la convergenza e successiva collisione fra il margine europeo e la microplacca adriatica (Cretaceo superiore-Oligocene superiore); il secondo evento deformativo è invece collegato alla distensione che ha interessato la parte interna dell'Appennino a partire dal Miocene inferiore-medio (JOLIVET *et alii*, 1990; CARMIGNANI & KLIGFIELD, 1990; BERTINI *et alii*, 1991; BALDI *et alii*, 1994; ELTER & SANDRELLI, 1995; CARMIGNANI *et alii*, questo volume).

L'aspetto più significativo dello sviluppo della tettonica distensiva post-collisionale è rappresentato dallo spessore della crosta che, lungo la trasversale che va dalla Corsica orientale alla Toscana meridionale, è di circa 22-25 Km (NICOLICH, 1989). Nonostante ciò, la Toscana meridionale a differenza del Tirreno settentrionale, è interessata da fenomeni di sollevamento. In questo contesto, i recenti rilevamenti geologici, prevalentemente effettuati in occasione della preparazione della Nuova Carta Geologica d'Italia, e gli studi biostratigrafici e paleoambientali, condotti nei bacini neautoctoni della Toscana meridionale, ci permettono di presentare una prima bozza di carta a curve di livello dei movimenti di sollevamento e abbassamento che complessivamente hanno subito i sedimenti dall'inizio del Pliocene medio fino all'attuale.

### METODO DI ELABORAZIONE

Per calcolare i movimenti differenziali abbiamo fatto riferimento al livello del mare che, in prima approssimazione, abbiamo considerato come piano di riferimento fisso nel tempo. L'errore commesso, difficilmente valutabile con precisione, si distribuisce, comunque, in maniera omogenea su tutta l'area e può modificare di conseguenza solo i valori assoluti.

La superficie presa in considerazione per calcolare i movimenti relativi di sollevamento è costituita dalla superficie limite fra la Zona a *Globorotalia puncticulata* e la Zona a *G. aemiliana* (limite Pliocene inf./Pliocene medio - 3.3 Ma), riportata alla sua originaria posizione batimetrica (interfaccia sedimento-acqua). E' infatti questa, fra le altre, la superficie più frequentemente rintracciabile in affioramento, essendo coincidente sia con un limite biostratigrafico che litostratigrafico; essa infatti è approssimativamente rappresentata anche dalla base dei sedimenti trasgressivi del II Ciclo di sedimentazione pliocenico. I valori di paleobatimetria utilizzati derivano dall'esame delle associazioni a Foraminiferi bentonici e sono stati espressi in riferimento alla zonazione batimetrica proposta da

WRIGHT (1978) per il Bacino Mediterraneo che distingue, fra le altre, una zona neritica interna da 0 a 50 m di profondità, una zona neritica esterna da 50 a 150-200 m e una zona epibatiale superiore da 150-200 a 500-700 m. In pratica, una volta individuato un punto della superficie limite fra la Zona a *G. punctulata* e la Zona a *G. aemiliana* il suo dislivello dal piano di riferimento viene calcolato sommando alla quota attuale quella della originaria batimetria.

I vari punti calcolati sono stati ubicati sulla "Carta geologica della Toscana meridionale" alla scala 1:200.000 di GIANNINI *et alii* (1971) e quindi sono state

tracciate le curve di uguale valore di sollevamento-abbassamento con equidistanza di 100 m. La carta, ridotta e schematizzata, viene proposta in Fig. 1, mentre in Fig. 2 vengono rappresentati i profili morfologici e le curve dei sollevamenti.

In questa prima stesura sono stati presi in esame solo i sedimenti marini, gli unici che ci permettono di stimare i movimenti di sollevamento e di abbassamento rispetto al piano di riferimento; nella carta risultano quindi identificabili:

1) aree nelle quali non affiorano sedimenti del Pliocene medio e nelle quali non esistono per ora elementi

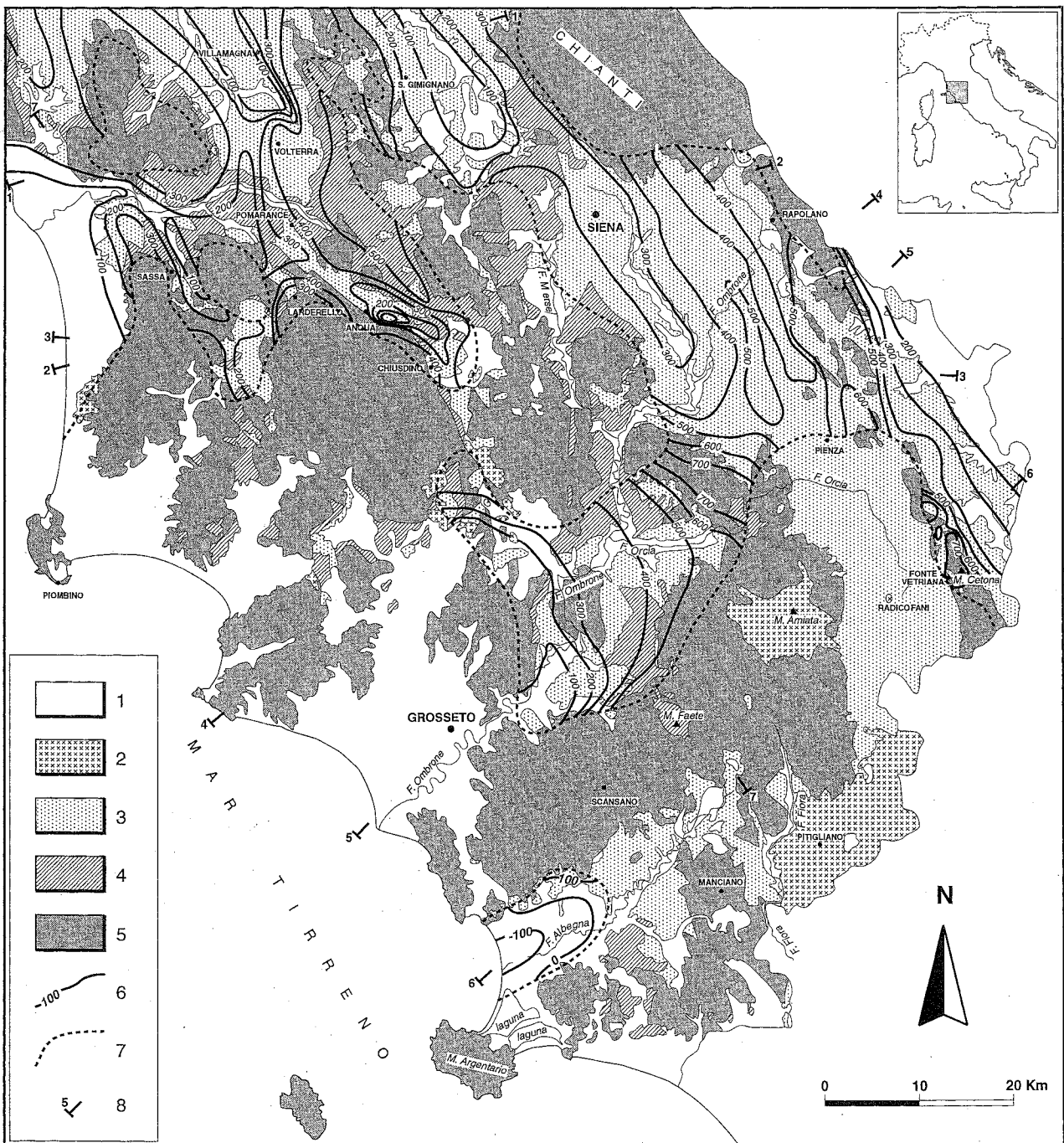


Fig. 1 - Carta del sollevamento. Legenda: 1 - depositi del Quaternario, 2 - rocce di origine magmatica, 3 - depositi del Pliocene, 4 - depositi del Tortoniano superiore - Messiniano, 5 - substrato pre-Tortoniano superiore, 6 - curve di uguale sollevamento (equidistanza 100 m), 7 - limite delle aree sicuramente sommerse durante il Pliocene medio (nella parte sommersa sono state tracciate le curve di uguale sollevamento), 8 tracce dei profili di Fig. 2.

# PROFILI MORFOLOGICI E CURVE DEI SOLLEVAMENTI DELLA BASE DEL PLIOCENE MEDIO

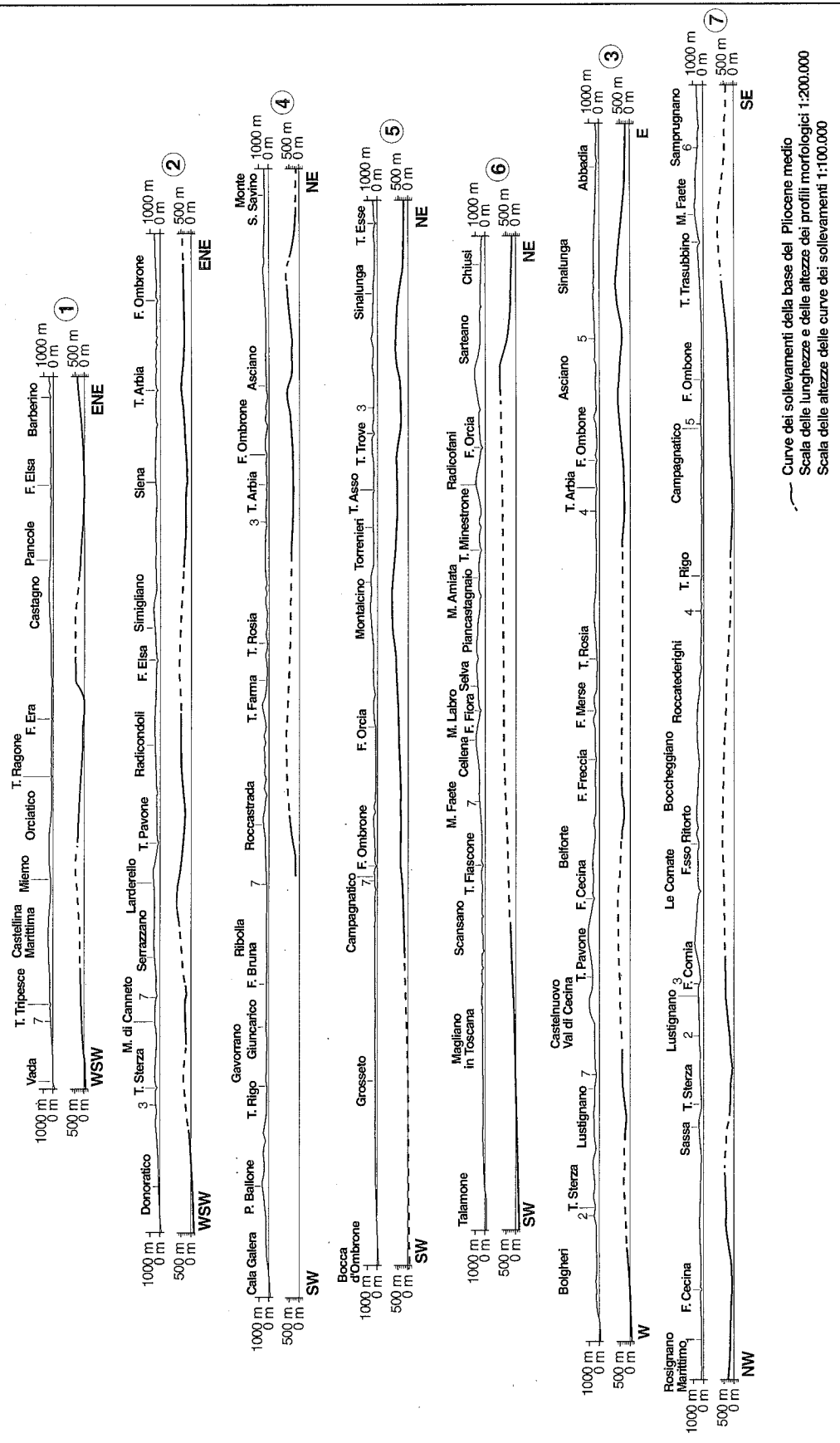


Fig. 2 - Profili morfologici e curve del sollevamento della base del Pliocene medio. Per ogni sezione il profilo superiore è quello morfologico, mentre quello inferiore rappresenta l'entità del sollevamento. In quest'ultimo le porzioni delle curve indicate a tratteggio sono rappresentative delle aree in cui non è presente alcun dato di riferimento; il loro andamento è stato valutato soltanto in base a quello delle curve a tratto intero che si riferiscono invece ad aree nelle quali è stata riconosciuta o supposta la presenza di un dominio marino medio-pliocenico.

biostratigrafici e paleoambientali per una sicura definizione paleogeografica;

2) aree nelle quali compaiono solo piccoli ed isolati affioramenti medio-pliocenici; questi ultimi sono stati considerati come residui di erosione e pertanto anche le aree ad essi limitrofe sono state ritenute sommerse all'inizio del Pliocene medio;

3) aree sicuramente sommerse all'inizio del Pliocene medio per la presenza di estesi affioramenti di sedimenti marini riferibili a questa età.

Nelle aree di cui al punto 1) non sono indicate le curve di uguale sollevamento poiché in esse viene a mancare la superficie isocrona da noi adottata, presente solo nei sedimenti marini. Per quanto riguarda queste aree si possono fare due ipotesi:

a) la prima prevede che queste aree fossero emerse all'inizio del Pliocene medio. In questa ipotesi la deformazione successiva al Pliocene medio non avrebbe, in generale, determinato importanti inversioni del rilievo;

b) la seconda ipotesi prevede che le aree dove non esistono sedimenti medio-pliocenici siano state, in parte o totalmente sommerse dal mare. In questo caso la deformazione successiva al Pliocene medio avrebbe determinato importanti variazioni del profilo altimetrico.

La definizione dell'una o dell'altra ipotesi prevede l'integrazione dei dati paleoambientali e biostratigrafici con la realizzazione di sezioni geologiche retrodeformate che interessino i margini delle aree ritenute sommerse (ad esempio Bossio et alii, questo volume). Questo tipo di analisi sarà oggetto di futura ricerca.

Nelle aree di cui al punto 2) le curve di uguale sollevamento sono state costruite valutando in maniera approssimativa gli spessori dei sedimenti neogenici erosi fino alla base del Pliocene medio. Infine, nelle aree di cui al punto 3), gli elementi adottati per la valutazione dei movimenti di sollevamento e di abbassamento dei sedimenti medio-pliocenici, al di là delle imprecisioni, peraltro trascurabili, legate alle modalità dei campionamenti, non possono essere considerati tutti equiparabili. Infatti la superficie del fondo marino, al limite Pliocene inferiore - Pliocene medio, non ha ovunque la stessa collocazione paleoambientale e di conseguenza non è stata scelta in maniera metodologicamente omogenea:

— nelle successioni plioceniche continue (Bacino di Siena, di Volterra, del Fine, etc.), essa è stata individuata in sedimenti di ambiente neritico più o meno profondi, attraverso analisi biostratigrafiche;

— laddove le successioni plioceniche non sono continue (Bacino di Pomarance-Chiusdino, di Sassa, di Serazzano, della Val d'Elsa, della media Val d'Ombro-ne, etc.) è stata fatta coincidere con i depositi trasgressivi alla base del II ciclo (ciclo del Pliocene medio). In questo secondo caso essa non può essere considerata rigorosamente isocrona pur rientrando interamente all'interno della parte inferiore della Zona a *G. aemiliana* (in Bossio et alii, 1993 e in Bossio et alii, questo volume, sono indicati i principali lineamenti stratigrafici e i riferimenti bibliografici relativi ai singoli bacini neoautoctoni citati).

I movimenti relativi dei sedimenti medio-pliocenici, quali emergono dalla carta, sono la risultante di una serie di abbassamenti e sollevamenti subiti dagli stessi a partire dalla base del Pliocene medio fino all'Attuale. Il risultato ottenuto non rappresenta perciò il reale movimento di ciascun punto della superficie pre-

sa in esame poiché non vengono calcolati gli effetti della compattazione dei sedimenti e della subsidenza; tale risultato quindi rappresenta soltanto il valore minimo dello spostamento.

Nelle aree dove la base del Pliocene medio non affiora, perché sepolta da sedimenti più recenti, se ne è stimata la posizione mediante sezioni geologiche, utilizzando i dati dei sondaggi o delle successioni conosciute in aree attigue.

## RISULTATI PRELIMINARI

I dati biostratigrafici raccolti nei bacini neoautoctoni della Toscana meridionale, pur numerosi (superano certamente alcune migliaia) non sono uniformemente distribuiti. Pertanto le curve di uguale sollevamento in alcune aree sono interpolate fra punti molto distanti fra di loro. L'identificazione dell'attuale assetto strutturale dei depositi medio-pliocenici non è di conseguenza ovunque sempre agevole; solo in alcune aree con densità elevata di dati compaiono, nelle curve di Fig. 1, tratti di flesso ben evidenti che possono essere messi in relazione all'esistenza di faglie. La metodologia utilizzata in questo lavoro non permette inoltre di valutare i movimenti positivi e negativi dei settori dove mancano completamente sedimenti riferibili all'inizio del Pliocene medio.

Le considerazioni che, allo stato attuale delle conoscenze, possiamo fare sui sollevamenti e sugli abbassamenti delle aree sommerse al Pliocene medio sono le seguenti:

1) queste aree sono state soggette ad un sollevamento regionale a cominciare dalla parte alta del Pliocene medio. Nella Toscana meridionale non è documentata (salvo rare e discutibili segnalazioni) la presenza di sedimenti riferibili al Pliocene superiore;

2) osservando le curve di sollevamento di Fig. 1 ed i profili di Fig. 2 si individuano aree che hanno subito un forte sollevamento, quali quelle corrispondenti alla dorsale Chianti-Rapolano-Cetona, ed aree poco sollevate o addirittura ribassate, quali quelle in prossimità della costa tirrenica e della zona di Anqua. Secondo MARINELLI et alii (1993) e BARBERI et alii (1994), la superficie polinomiale di primo ordine calcolata sulla mappa delle quote attuali dei sedimenti neogenici nel settore Toscana-Lazio settentrionale è rappresentata da un piano a direzione appenninica e con una debole inclinazione verso il Tirreno;

3) le quote massime del sollevamento post-Pliocene medio sono documentate a Fonte Vetriana in prossimità del M. Cetona. In questa località i sedimenti basali del Pliocene medio hanno raggiunto la quota di 730 m s.l.m., con una velocità media di sollevamento di 22 cm ogni 1000 anni.

Analoga velocità di sollevamento si può dedurre per interpolazione nell'area di Montalcino e, sulla base di considerazioni diverse (PASQUARÉ et alii, 1983), nell'area dell'Amiata. Nell'area di Larderello una velocità di sollevamento paragonabile è stata stimata sulla base di datazioni assolute effettuate su campioni provenienti da sondaggi profondi (DALLMAYER et alii, questo volume).

Lungo la fascia tirrenica i sedimenti basali medio-pliocenici, dove documentati, si trovano al di sotto del livello del mare (-70 m nella piana dell'Albegna) e sono ricoperti dai depositi pleistocenici ed olocenici;

4) la direttrice tettonica regionale deducibile dall'andamento delle curve di ugual sollevamento è in genere NW-SE. Variazioni locali di questo trend regionale sono riscontrabili in prossimità di alcune importanti e ben conosciute linee trasversali: linea Piombino-Faenza, linea Grosseto-Pienza, linea dell'Albegna (BONAZZI *et alii*, 1992), dove si rilevano direttrici N-S o addirittura antiappenniniche (Valle del F. Albegna);

5) il Bacino di Volterra-Chiusdino è quello meglio conosciuto dal punto di vista geologico e biostratigrafico. Qui si rilevano con evidenza due importanti elementi strutturali: la Faglia di Anqua a N di Larderello e la Faglia di Villamagna a NE di Volterra.

La Faglia di Anqua, a direzione NW-SE e immersione verso NE, determina sul blocco ribassato una profonda depressione nel tratto fra Anqua e Montalcinello, all'interno della quale la base del Pliocene medio è situata oltre 100 m sotto il livello del mare. La faglia ha agito durante il Villafranchiano ed è ancor oggi probabilmente attiva e responsabile dell'alta sismicità della zona.

La Faglia di Villamagna (profilo 1 di Fig. 2) ha una direzione NNW-SSE ed immerge verso WSW con un rigetto massimo di circa 400 m pochi chilometri a sud di Villamagna. La base del Pliocene medio raggiunge in prossimità della faglia la quota minima di circa 50 m s.l.m.. Le curve di ugual sollevamento segnalano in corrispondenza di questa struttura un brusco cambiamento di pendenza indicando in tal modo la presenza di una faglia che ha agito anche dopo la regressione pliocenica, determinando un ulteriore basculamento del tetto.

- DALLMEYER R.D., DECANDIA F.A., ELTER F.M., LAZZAROTTO A. & LIOTTA D. (questo volume) - *Il sollevamento della crosta nel quadro della tettonica distensiva post-collisionale dell'Appennino settentrionale: nuovi dati dall'area geotermica di Larderello (Toscana meridionale)*.
- ELTER F.M. & SANDRELLI F. (1995) - *La fase post-nappe nella Toscana Meridionale: nuova interpretazione sull'evoluzione dell'Appennino Settentrionale*. Atti Ticinensi di Scienze della Terra, **37** (1994), 173-193.
- GIANNINI E., LAZZAROTTO A. & SIGNORINI R. (1971) - *Carta geologica della Toscana Meridionale*. L.A.C. Firenze.
- JOLIVET L., DUBOIS R., FOURNIER M., GOFFÈ B., MICHARD A. & JOURDAN C. (1990) - *Ductile extension in Alpine Corsica*. *Geology*, **18**, 1007-1010. 1990.
- MARINELLI G., BARBERI F. & CIONI R. (1993) - *Sollevamenti neogenici e intrusioni acide della Toscana e del Lazio settentrionale*. *Mem. Soc. Geol. It.*, **49**, 279-288 "Scritti in onore di L. Trevisan".
- NICOLICH R. (1989) - *Crustal structures from seismic studies in the frame of the european geotraverse (southern segment) and crop projects*. In BORIANI A. *et alii*, The lithosphere in Italy. Advances in Earth Science Research. Atti dei Convegni Lincei, **80**, Roma 5-6 Maggio, 1987.
- PASQUARÈ G., CHIESA S., VEZZOLI L. & ZANCHI A. (1985) - *Evoluzione paleogeografica e strutturale di parte della Toscana Meridionale a partire dal Miocene superiore*. *Mem. Soc. Geol. It.*, **25**(1983), 145-157.
- TONGIORGI E. & TREVISAN L. (1957) - *Les mouvements tectoniques quaternaires en Toscane et dans le Latium septentrional*. *Actas del V Congr. Intern. del INQUA*, Barcellona, 487-497.
- WRIGHT R. (1978) - *Neogene paleobathymetry of the Mediterranean based on benthic Foraminifers from D.S.D.P. leg. 42A*. In: Hsu K.I. Initial Reports Deep Sea Drilling Projects, **42**(1), Washington, 837-846.

## BIBLIOGRAFIA

- BALDI P., BERTINI G., CAMELI G.M., DECANDIA F.A., DINI I., LAZZAROTTO A. & LIOTTA D. (1994) - *Tettonica distensiva post-collisionale nell'area geotermica di Larderello (Toscana meridionale)*. *Studi Geol. Camerti*, vol. spec. 1994/1, 183-193.
- BARBERI F., BUONASORTE G., CIONI R., FIORELLI A., FORESI L.M., IACCARINO S., LAURENZI M.A., SBRANA A., VERNIA L. & VILLA I.M. (1994) - *Plio-Pleistocene geological evolution of the geothermal area of Tuscany and Latium*. *Mem. Descr. Carta Geol. d'It.*, **49**, 77-134.
- BERTINI G., CAMELI G.M., COSTANTINI A., DECANDIA F.A., DI FILIPPO M., DINI I., ELTER F.M., LAZZAROTTO A., LIOTTA D., PANDELI E., SANDRELLI F. & TORO B. (1991) - *Struttura geologica fra i monti di Campiglia e Rapolano Terme (Toscana meridionale): stato attuale delle conoscenze e problematiche*. *Studi Geol. Camerti*, vol spec. 1991/1, 155-178.
- BONAZZI U., FAZZINI P. & GASPERI G. (1992) - *Note alla Carta Geologica del bacino del Fiume Albegna*. *Boll. Soc. Geol. It.*, **111**(2), 341-354.
- BOSSIO A., COSTANTINI A., LAZZAROTTO A., LIOTTA D., MAZZANTI R., MAZZEI R., SALVATORINI G. & SANDRELLI F. (1993) - *Rassegna delle conoscenze sulla stratigrafia del Neautoctono Toscano*. *Mem. Soc. Geol. It.*, **49**, 17-98, "Scritti in onore di L. Trevisan".
- BOSSIO A., FORESI L.M., MAZZEI R., SALVATORINI G. & SANDRELLI F. (questo volume) - *Evoluzione tettonico-sedimentaria neogenica lungo una trasversale ai bacini di Volterra e della Val d'Elsa*.
- CARMIGNANI L. & KLIGFIELD R. (1990) - *Crustal extension in the Northern Apennines: the transition from compression to extension in the Alpi Apuane Core Complex*. *Tectonics*, **9**, 1275-1303.
- CARMIGNANI L., DECANDIA F.A., DISPERATI L., FANTOZZI P.L., LAZZAROTTO A., LIOTTA D., OGGIANO G. & TAVARNELLI E. (questo volume) - *Relazioni tra il Bacino Balearico, il Tirreno settentrionale e l'evoluzione neogenica dell'Appennino settentrionale*.

