

L. DALLAN (*)

RITROVAMENTO DI *ALEPHIS LYRIX* NELLE ARGILLE
DELLA SERIE LACUSTRE DI MONTECARLO (LUCCA)
E CONSIDERAZIONI STRATIGRAFICHE SUI DEPOSITI
CONTINENTALI DELL'AREA TRA IL MONTE ALBANO
E IL MONTE PISANO (**)

Riassunto — L'autore segnala il ritrovamento di un metacarpo di *Alephis lyrix* nelle argille basali del ciclo lacustre di Montecarlo, in provincia di Lucca, finora attribuito al Villafranchiano superiore. La posizione stratigrafica del reperto paleontologico, che sposta la datazione di una parte della serie lacustre al Rusciniense superiore (Pliocene inferiore), viene discussa nell'ambito di una messa a punto sulla stratigrafia dei cicli continentali dell'area compresa tra il Monte Pisano e il Monte Albano, con riferimento particolare alla situazione esposta nella dorsale di Montecarlo - Le Cerbaie.

Abstract — *Discovery of Alephis lyrix in the clays of the lacustrine series of Montecarlo (Lu) and stratigraphic considerations about the continental sediments of the area between Monte Albano and Monte Pisano.* The author reports on the discovery of a metacarpus of *Alephis lyrix* in the lower clays of the lacustrine cycle of Montecarlo, in the province of Lucca, so far attributed to the upper Villafranchian. The stratigraphic position of the paleontologic finding, which shifts the dating of a part of the lacustrine series to the upper Ruscinian (lower Pliocene), is discussed here within a framework concerning the stratigraphy of the continental cycles of the area included between Monte Pisano and Monte Albano, with particular reference to the situation present in the hill range from Montecarlo to Le Cerbaie.

Key words — Stratigraphy, paleontology, continental deposits, Ruscinian, Upper Villafranchian, Lower Arno Valley (Tuscany).

INTRODUZIONE

Con questa nota viene segnalato il ritrovamento di un metacarpo di *Alephis lyrix* GROMOLARD nelle argille appartenenti al ciclo la-

(*) Dipartimento di Scienze della Terra, Via S. Maria 53, 56100 - Pisa.

(**) Lavoro eseguito all'interno del Progetto «Genesi ed evoluzione geomorfologica delle pianure dell'Italia peninsulare ed insulare» (fondi Ministero P.I. 40%) (resp. P.R. Federici) nell'ambito delle ricerche sulla pianura di Lucca (resp. R. Nardi).

custre e fluvio-lacustre dell'area di Montecarlo (provincia di Lucca), finora considerate, a partire dall'attribuzione di TREVISAN *et Alii* (1971), di età villafranchiana superiore, pur non essendo nota localmente alcuna documentazione paleontologica strettamente significativa per questo riferimento.

Il frammento del vertebrato, di cui al presente articolo, è stato ritrovato nelle argille affioranti nella cava, oggi completamente disattiva, ubicata tra gli abitati di Lappato e Ponte all'Abate, a nord del rilievo di Montecarlo-S. Martino in Colle (cava detta anche della Fornace della S.A.L.L.A.).

Le argille suddette, che rappresentano, in quel luogo, la base del ciclo lacustre, poiché poggiano sul substrato, sottostanno alla formazione dei ciottoli di Montecarlo, senza peraltro sia possibile osservare i rapporti di transizione con questi e si ricollegano arealmente alla fascia degli affioramenti delle argille lacustri che bordano la depressione tra Lucca, Montecatini ed Empoli.

Il reperto ⁽¹⁾ è rappresentato dall'estremità prossimale del metacarpo di un prebovide (genere *Alephis*): per le caratteristiche di snellezza e di morfologia esso rientra nella variabilità della specie *Alephis lyrix* (figg. 6-7).

Come è noto, questa specie è una forma tipica dell'associazione a mammiferi che caratterizza l'«Unità faunistica» di Perpignan, la cui posizione, negli schemi biocronologici comparati fra unità marine e continentali, corrisponde alla parte non basale del Pliocene inferiore (correlabile con livelli della zona a *Globorotalia puncticulata* della biostratigrafia marina a foraminiferi planctonici) (ARIAS *et Alii*, 1982; DE GIULI *et Alii*, 1985; FANCELLI *et Alii*, 1986). Il ritrovamento di questa specie, citata in Italia nelle argille plioceniche del Senese in Val di Pugna, farebbe pertanto assegnare alle argille di Lappato un'età previllafranchiana, corrispondente al Rusciniense superiore.

L'importanza di questo dato, i cui riflessi necessariamente investono tutta una serie di considerazioni paleogeografiche e tettoniche a carattere regionale (che non verranno prese in esame in questa sede), introduce la necessità di fare il punto sull'inquadramento stratigrafico dei cicli continentali situati nell'area tra il M. Pisano e M. Albano, partendo essenzialmente dalla situazione rappresentata nei rilievi di Montecarlo e nella zona Altopascio-Cerbaie, per ubicare,

⁽¹⁾ Esso è stato esaminato dal Prof. A. Azzaroli e dal Dott. F. Masini del Dipartimento di Scienze della Terra dell'Università di Firenze, che ringrazio per tutte le indicazioni che hanno fornito.



Fig. 1 - Aspetto della formazione dei «ciottoli di Montecarlo» presso la Fattoria Michi.



Fig. 2 - Particolare della formazione dei «ciottoli di Montecarlo» nella stessa località della fig. 1. Si notano lenti sabbiose e ciottoli di quarziti, anageniti, ecc., provenienti dal Monte Pisano.

dal punto di vista stratigrafico, la posizione del fossile segnalato e valorizzarne al massimo l'importanza geologica. Esula tuttavia dagli scopi specifici di questo lavoro la descrizione dettagliata della litologia e del significato sedimentologico-ambientale delle facies che compongono la successione stratigrafica dei singoli cicli sedimentari, dei quali verranno invece puntualizzati i rapporti reciproci, le principali aree di affioramento e, per quanto possibile, l'inquadramento cronologico.

I RAPPORTI STRATIGRAFICI TRA I CICLI CONTINENTALI DELLA ZONA TRA IL MONTE PISANO E IL MONTE ALBANO

È noto che la regione situata a nord del basso corso dell'Arno, compresa tra il M. Pisano a ovest, il M. Albano ad est ed i rilievi delle Pizzorne a settentrione (tav. 1) fu occupata, nel Pleistocene inferiore secondo i dati della letteratura (GHELARDONI *et Alii*, 1968; TREVISAN *et Alii*, 1971; BARTOLINI e PRANZINI, 1979; FEDERICI e MAZZANTI, 1988) da un vasto bacino lacustre: a testimoniare la presenza e l'estensione di questo bacino continentale «villafranchiano» restano attualmente argille grigie, talora lignitifere, che, secondo la cartografia geologica del Foglio 105 «Lucca» (Ed. 1969), entro cui ricade totalmente il territorio suddetto, orlano molta parte del margine settentrionale ed orientale dell'area indicata; nella zona di Montecarlo e di Porcari-Lappato esse appaiono sottostare ai ciottolami fluviali e fluvio-lacustri che costituiscono i rilievi stessi di Montecarlo e della Torretta di Porcari (figg. 1-2). È in queste zone pertanto che si può definire, meglio che altrove, la stratigrafia essenziale di questo ciclo sedimentario (che qui verrà indicato, per brevità, «ciclo di Montecarlo»), ritenuto il più antico tra quelli che, in affioramento, costituiscono il complesso dei depositi continentali della depressione tettonica neogenico-aternaria posta tra il M. Pisano e il M. Albano.

Nelle note illustrative del foglio geologico (TREVISAN *et Alii*, 1971) i sedimenti di questo ciclo sono infatti definiti come «1° ciclo lacustre», dal momento che risultano sottostare ai depositi lacustri e fluvio-lacustri di un «2° ciclo», (genericamente considerato «Quaternario antico»), localizzato nel settore nord-occidentale della regione in esame, a nord-ovest di Lucca, presso S. Alessio-S. Macario. In queste aree i depositi del «2° ciclo» costituiscono locali affioramenti a quote poco elevate sulla pianura e rappresenterebbero, secondo gli autori citati, la testimonianza di un lago di estensione assai più

contenuta del primo, confinato alla zona posta ad occidente dell'allineamento dei rilievi di Montecarlo-Cerbaie, il cui sollevamento (post Villafranchiano) avrebbe separato in due distinti bacini la primitiva depressione tettonica estesa tra il M. Pisano e il M. Albano.

Nella legenda del F. 105 (Lucca) le argille lacustri, attribuite al «1° ciclo», sono indicate con la sigla «Q1»; i depositi ciottolosi soprastanti («ciottoli di Montecarlo»), considerati come termini di chiusura di questo ciclo, sono indicati con la sigla «Qfl₁»; i depositi del «2° ciclo», infine, con la sigla «Qfl₂».

La serie lacustre di Montecarlo («1° ciclo» lacustre *Auctt.*), come risulta dalla situazione geomorfologica locale e come si evidenzia dalla carta geologica ufficiale, soggiace, d'altronde, anche alla coltre dei ciottoli e delle sabbie fluviali che costituiscono il ripiano morfologico delle Spianate di Altopascio e delle Cerbaie («Qt» del F. 105). Tale ripiano, tettonicamente sollevato fino a quote di 114 metri s.l.m. e immergente verso W-NW con inclinazione media di circa 2-3 gradi, nella zona posta fra Altopascio e le pendici meridionali del rilievo di Montecarlo degrada fino a quote di poco più elevate (circa 19 metri s.l.m.) rispetto a quelle della pianura circostante; in questa zona la spianata si addossa morfologicamente ai terreni del «1° ciclo», rappresentati, ora dalle facies lacustri argillose e argilloso-sabbiose, ora dai ciottolami a queste soprastanti.

Nella fascia meridionale del rilievo delle Cerbaie, in corrispondenza del limite con la pianura dell'Arno, i sedimenti del ciclo delle Cerbaie-Altopascio giacciono, a luoghi in modo discordante, sopra i terreni indicati come pliocenici dalla carta geologica («Ps» del F. 105), terreni che, in effetti, potrebbero comprendere anche una porzione pleistocenica inferiore: la mancanza di studi recenti in questa zona non consente però di modificare cartograficamente i dati geologici del F° 105.

Sulla sponda sinistra dell'Arno, pur dovendo ipotizzare la presenza di una disgiunzione tettonica tra i due lati della valle, trasversale alle direttrici tettoniche appenniniche (si vedano a questo riguardo anche i lavori di GHELARDONI, 1965; BORTOLOTTI, 1966; GHELARDONI, GIANNINI e NARDI, 1968; FEDERICI e RAU, 1980; AUTORI VARI, 1982), i sedimenti del ciclo Cerbaie-Altopascio si ritrovano verso est poco oltre lo sbocco della Val d'Elsa e verso ovest dalla confluenza dell'Egola fino alle colline pisane tra Ponsacco, Fauglia e Nugola (NENCINI, 1983; MAZZANTI e NENCINI, 1986; LAZZAROTTO, MAZZANTI e NENCINI, 1987; DELLA ROCCA *et Alii*, 1987). In queste aree essi, sormontando la serie pleistocenica inferiore («Calabriano» *Auctt.*, Santerniano-

Emiliano degli autori recenti), vanno ad identificarsi con la «Formazione di Casa Poggio ai Lecci» (BARSOTTI *et Alii*, 1974; MAZZANTI, 1983), la cui importanza, estensione regionale e significato paleogeografico sono stati messi in evidenza, oltre che dai già citati lavori, dai quali emergono le considerazioni stratigrafiche per riferirla al Pleistocene medio, anche da quelli di NENCINI (1983), BOSSIO *et Alii* (1986); MAZZANTI e NENCINI (1986); FEDERICI e MAZZANTI (1988).

I rapporti esistenti tra il «ciclo di Montecarlo» e quello delle «Cerbaie-Altopascio», ben distinto dal primo ed esteso probabilmente fino a comprendere, per le considerazioni già esposte, anche i sedimenti del cosiddetto «2° ciclo» affioranti vicino a Lucca (opinione implicitamente ammessa anche da NARDI *et Alii*, 1988 e FEDERICI e MAZZANTI, 1988), sono messi in evidenza nella sezione geologica della fig. 9, tracciata dalle

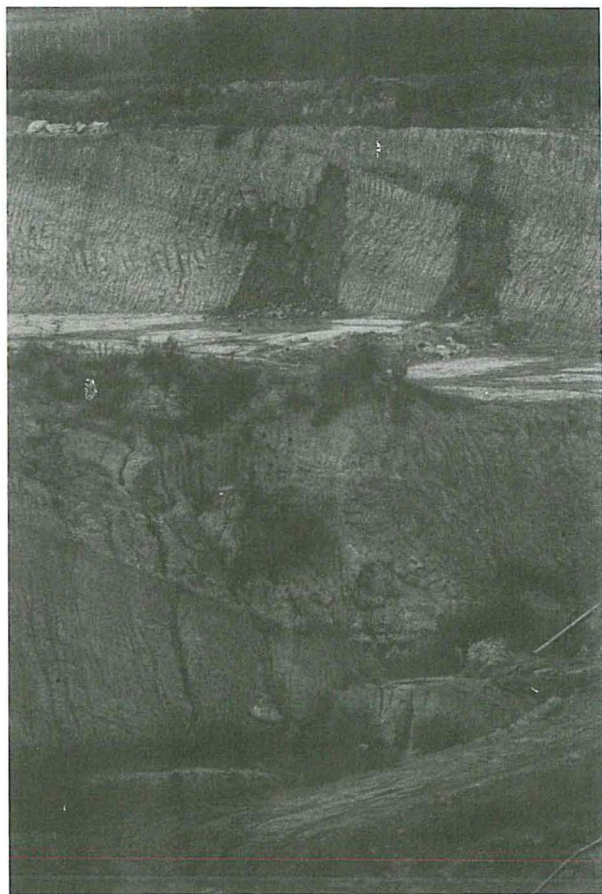


Fig. 3 - Cava della Fornace Rossi presso Marginone di Altopascio: esposizione delle argille lacustri, attribuite al Villafranchiano superiore, immergenti verso NE. In alto è visibile una porzione della spianata sommitale del ciclo delle Cerbaie.

Pizzorne verso l'Arno, lungo l'allineamento Montecarlo-Altopascio, il più opportuno per rappresentare la situazione stratigrafica schematizzata più sopra.

Nel contesto di questa stratigrafia un fatto importante deve essere puntualizzato: esso riguarda l'interpretazione dei ciottoli continentali che ricoprono, con evidente e pronunciata giacitura discordante, una serie di argille grigie, lacustri, che presentano un'inclinazione degli strati su valori fino a 30 gradi.

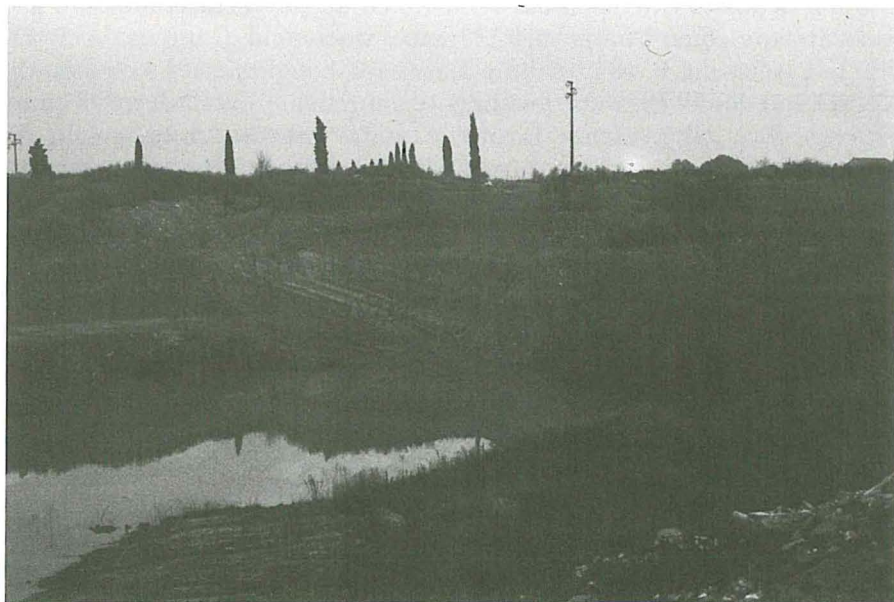


Fig. 4 - Cava presso la Fattoria «Il Teso» (Altopascio): panoramica mostrante la discordanza tra la formazione ciottolosa del ciclo delle Cerbaie (Pleistocene medio) e le argille lacustri sottostanti, attribuite al Villafranchiano superiore.

Questa discordanza stratigrafica tra argille e ciottoli, ben nota in letteratura e più volte citata [a partire da RICCIARDI (1952), TREVISAN *et Alii* (1971), ecc.], intesa da taluni autori come una discordanza fra argille lacustri e ciottoli di Montecarlo (cfr. particolarmente MAGALDI in MAGALDI *et Alii*, 1983), si rileva solo in corrispondenza di alcune grandi buche di escavazione per l'estrazione dell'argilla, situate nella zona di Marginone, subito a nord di Altopascio (cava presso la Fattoria del Teso e cava della Fornace Rossi), rivelando una situazione geologica che non appare mai esposta negli affioramenti di superficie (figg. 3-4-5).

Dalle note illustrative del F. 105 si desume che le argille in que-

stione sono attribuite al ciclo dei sedimenti «di ambiente lacustre e fluvio-lacustre del Villafranchiano»; dalla legenda del foglio si rileva anche che esse conterrebbero le associazioni polliniche a *Pinus*, *Abies*, *Picea*, *Betula*, sulla cui presenza si è basata l'attribuzione al Villafranchiano superiore del «1° ciclo» lacustre. La stessa associazione pollinica è segnalata da RICCIARDI (1952) anche in un'altra cava, collocata nel rilievo delle Cerbaie (cava Santini, località Querce), nella quale argille, con livelli torbosi, sottostanno ai ciottoli della spianata delle Cerbaie, analogamente a quanto avviene nelle cave presso Marginone.

La formazione ciottolosa soprastante e discordante è considerata come il deposito fluviale (post Villafranchiano superiore, indicato genericamente come Quaternario) legato a quel ciclo di intensa attività fluviale («Qt» del F. 105: «sabbie arrossate, conglomerati e ciottoli di Verrucano del M. Pisano», localmente contenente livelli di tufiti cineritiche) che, nel presente lavoro, è stato indicato come «ciclo di Altopascio-Cerbaie». Come è noto i livelli cineritici furono segnalati presso Montopoli da SQUARCI e TAFFI (1967), intercalati in depositi lacustri appartenenti alla formazione «Qt» del F. 105. Essi sono stati successivamente riconosciuti anche ad Ovest di S. Romano nei pressi di La Rotta da NENCINI (1983). Le tufiti cineritiche di Montopoli sono state datate radiometricamente (ARIAS *et Alii*, 1981) e la loro età (0,59 + 0,08 M.A.) conferma indirettamente l'appartenenza al Pleistocene medio del ciclo fluviale delle Cerbaie-Altopascio, correlabile con le formazioni fluviali-lacustri terrazzate, affioranti sulla sinistra dell'Arno, entro cui si trovano le cineriti di Montopoli. Ne deriva, sulla base anche di un riesame della situazione locale, che il deposito ciottoloso prima detto, discordante sulle argille, non può essere correlato né identificato con la formazione dei «ciottoli di Montecarlo». Anche questi ciottoli tuttavia, legati ad un ciclo di deposizione distinto e precedente a quello delle Cerbaie, ricoprono però il complesso lacustre sottostante, giacendo probabilmente su livelli stratigrafici diversi, (fig. 9 e cfr. considerazioni successive), sovrapponendosi a depositi già in parte sottostanti a fasi erosive.

Ne deriva che le argille affioranti nelle «buche», sottostanti al contatto discordante che le separa dal ciclo «fluviale» delle Cerbaie ⁽²⁾

(2) Questo ciclo, composto da ciottoli, sabbie e limi argillosi, non è caratterizzato solamente da depositi fluviali; in esso sono state infatti riconosciute anche facies lacustri e palustri, specialmente segnalate nelle aree del Valdarno inferiore (BARSOTTI *et alii*, 1974; SQUARCI e TAFFI, 1967; MAZZANTI, 1983; NENCINI, 1983). I depositi di questo ciclo presentano una pronunciata e diffusa alterazione pedogenetica (suoli a plintite) la cui formazione, richiedendo prolungate condizioni climatiche di tipo caldo-umido, sembra doversi collocare nell'interglaciale Mindel-Riss (MAGALDI *et alii*, 1983).

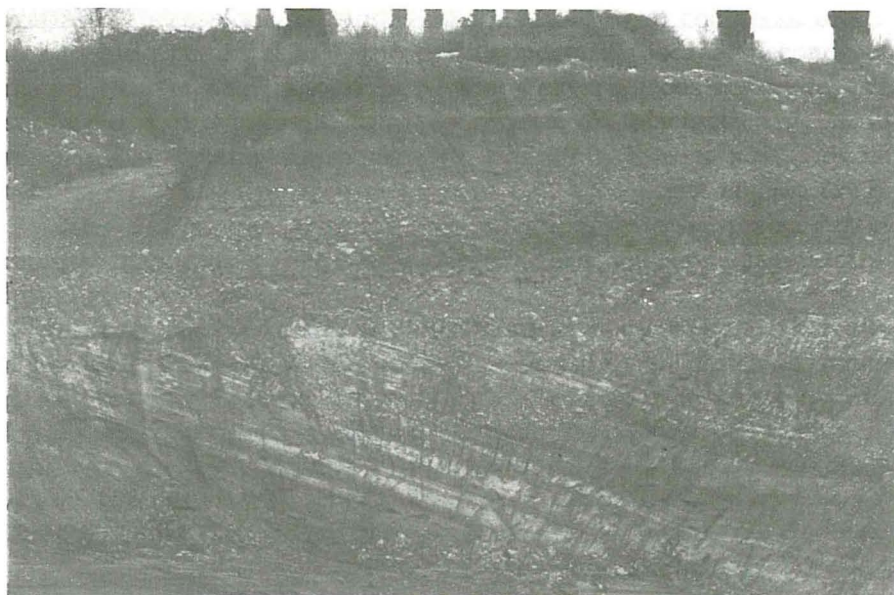


Fig. 5 - Particolare della fig. 4.

(che, per le considerazioni esposte, si ritiene attribuibile al Pleistocene medio), pur potendo appartenere allo stesso complesso argilloso che in affioramento soggiace ai ciottoli di Montecarlo (argille del cosiddetto «1° ciclo lacustre»), ne costituiscono però, in rapporto alla presumibile profondità del tetto del substrato in questa zona (valutabile a circa 1.000 metri, secondo GHELARDONI *et Alii*, 1968), una porzione stratigraficamente più elevata, da attribuire probabilmente al Villafranchiano superiore, come risulta dai dati della letteratura (cfr. fig. 9).

In mancanza di altri riferimenti, tale interpretazione stratigrafica renderebbe allora ragione dell'età rusciniana delle argille di Lappato, che costituirebbero pertanto i livelli stratigraficamente più bassi della serie lacustre, come parrebbe anche dal fatto che esse giacciono direttamente sul substrato pre neogenico, localmente emergente.

Contrasta però apparentemente con l'età villafranchiana superiore della porzione più elevata delle argille lacustri un altro dato paleontologico recentemente acquisito: una perforazione, eseguita

per ricerca d'acqua nella pianura lucchese, poco ad ovest di Porcari e poco distante dalla posizione delle «buche» prima citate ⁽³⁾, dopo aver attraversato i sedimenti recenti (olocenici) della pianura (argille e limi, sabbie e ciottolami poligenici), alla profondità di circa 9 metri dalla superficie e fino a —19 metri (fondo pozzo), ha incontrato un complesso argilloso del tutto paragonabile, data la situazione geologica circostante, a quello che affiora nelle cave di argilla.

Sondaggi molto vicini a quello di Porcari hanno indicato che il complesso argilloso si ritrova per oltre 200 metri di spessore sotto la pianura senza che ne sia stata raggiunta la base (NARDI *et Alii*, 1988), in accordo col fatto che localmente il substrato roccioso risulterebbe a una profondità di circa 500 metri dal piano di campagna (GHELARDONI *et Alii*, 1968). Le argille della perforazione di Porcari si presentano associate a limi sabbiosi compatti e a lamine sottilissime e contengono impronte di foglie, frammenti vegetali, frustoli carboniosi e una fauna ad ostracodi, gasteropodi e lamellibranchi dulcicoli, attualmente in corso di studio sistematico.

Fra i gasteropodi sono presenti alcuni esemplari di *Melanopsis narzolina* ARCHIAC ⁽⁴⁾ (fig. 8), specie che risulterebbe sinora segnalata, in Italia, solo nelle associazioni dei bacini lacustri messiniani (Esu, 1980); questa sarebbe pertanto la prima citazione, in Italia, per terreni più recenti, ipotesi che necessita ovviamente di essere confermata sulla base dello studio dell'intera associazione paleontologica, compresa quella pollinica e di rilievi stratigrafici molto dettagliati ed estesi all'intera area degli affioramenti dei sedimenti lacustri. A confermare comunque la stretta corrispondenza fra le argille perforate dal sondaggio Porcari e quelle delle «buche» del Marginone è importante ricordare anche i risultati di una tesi di laurea inedita recentemente discussa all'Università di Firenze e riguardante uno studio sul Quaternario della zona di Montecarlo-Altopascio (RISTORI, 1984): una fauna a molluschi dulciacquicoli viene infatti segnalata nella sezione stratigrafica visibile nella cava della già citata Fornace Rossi, nella quale si ritroverebbe *Melanopsis narzolina* ARCHIAC, associata a *Emmericia umbra* DE STEFANI, *Prososthenia etrusca* DE STEFANI, *Theodocsus (Neritea) groyanus* FERUSSAC. Le considerazioni sulla distribuzione stratigrafica delle specie citate conduco-

⁽³⁾ Ringrazio i dottori Paolo Sani e Massimo Sani per avermi fornito i campioni di questa perforazione.

⁽⁴⁾ Ringrazio la Dott.ssa Esu per l'esame di questi esemplari da lei determinati e per le considerazioni stratigrafiche relative alla presenza di questa specie.



Fig. 6 - Metacarpo di *Alephis lyrix* GROMOLARD, ritrovato nelle argille lacustri della Fornace di Lappato (Lucca) ($\times 1$).



Fig. 7 - Particolari del metacarpo di *Alephis lyrix* GROMOLARD.

no il RISTORI a ipotizzare, per le argille suddette, anche se con riserva, un'età villafranchiana superiore, forse assegnabile al Villafranchiano medio.

CONCLUSIONI

I punti significativi di quanto è stato esposto mettono in evidenza che il complesso lacustre nell'area di Montecarlo («Ql» del F° 105) comprende livelli stratigrafici appartenenti al Pliocene inferiore («argille della Fornace di Lappato» con *Alephis lyrix* del Rusciniare sup.) e livelli che appaiono più elevati stratigraficamente, attribuibili al Villafranchiano superiore («argille delle cave di Marginone e del sondaggio di Porcari»). Il complesso delle sabbie e dei ciottoli fluviali soprastanti («ciottoli di Montecarlo») risulterebbe pertanto posteriore al Villafranchiano superiore (età della parte superiore delle argille lacustri) e precedente al Pleistocene medio (età dei depositi del ciclo di Altopascio-le Cerbaie) (fig. 9).



Fig. 8 - Esempjari di *Melanopsis marzolina* D'ARCHIARC (sondaggio di Porcari) ($\times 3,5$).

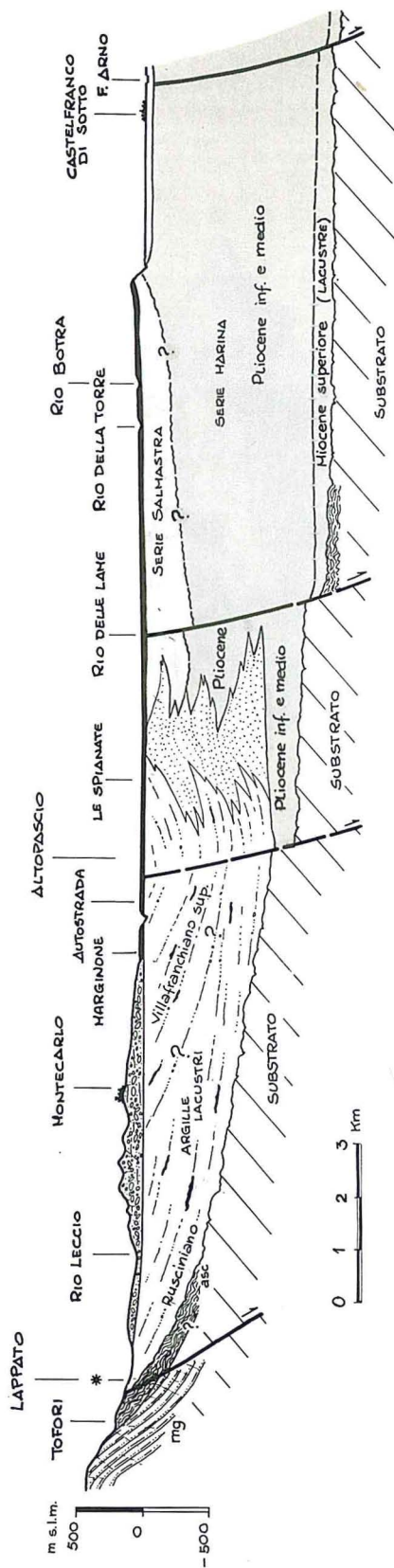


Fig. 9 - Sezione geologica mostrante i rapporti tra le formazioni continentali dell'area di Montecarlo-Altopascio-Le Cerbaie e le possibili relazioni con le successioni marine e salmastre della bassa valle dell'Arno. Le faglie figurate risultano in parte da considerazioni inedite. Per la traccia della sezione si veda la Tav. 1.

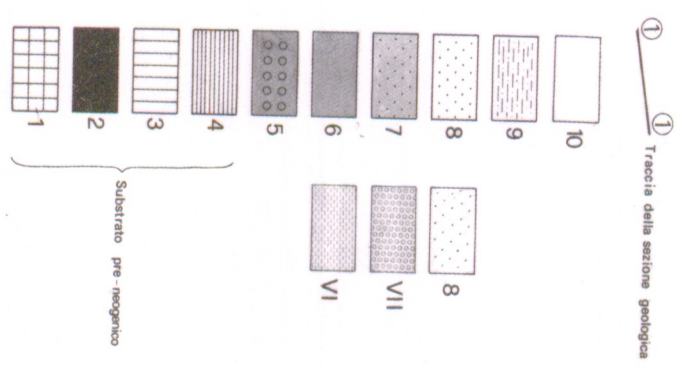
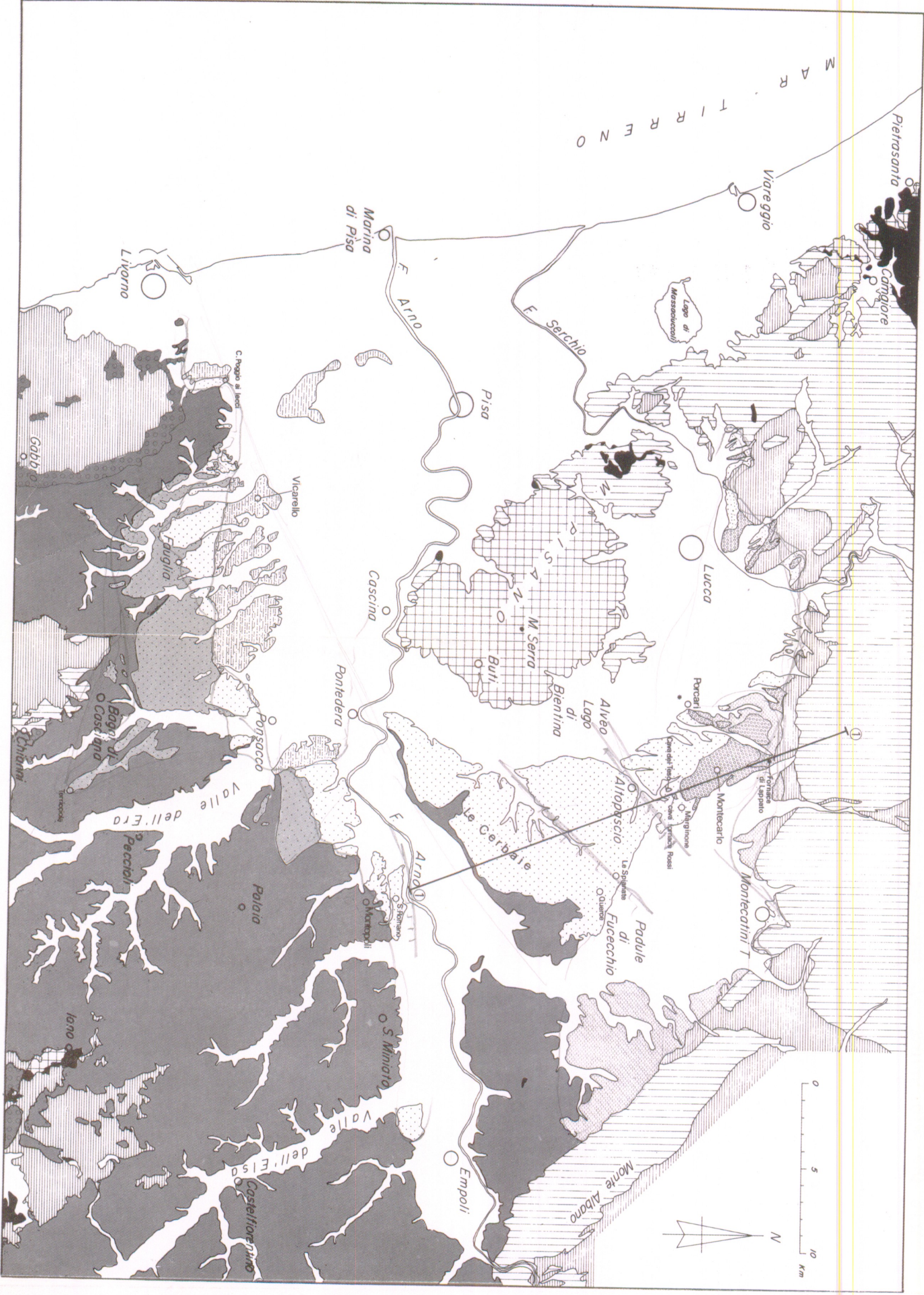


TAVOLA 1

Inquadramento geografico e geologico della regione entro cui affiorano i depositi continentali dei cicli di Montecarlo e di Altopascio-Cerbaie.

La tavola, rielaborata da GHELARDONI *et Alii* (1968), riporta le suddivisioni stratigrafiche ricordate nel testo con le modifiche cartografiche rese possibili dai dati della letteratura o da osservazioni e interpretazioni inedite personali.

1 - «Verrucano s.l.»; 2 - «Calcarei cavernosi»; 3 - Formazioni della successione toscana dal «calcare massiccio» al «macigno»; 4 - «Liguridi s.l.»; 5 - Formazioni marine del Miocene superiore (Messiniano); 6 - Successione marina del Pliocene inf. medio; 7 - Successione marina del Pleistocene inferiore; 8 - Depositi del ciclo di Altopascio-Le Cerbaie (Pleistocene medio); 9 - Sabbie di Vicarello (Pleistocene superiore); 10 - Alluvioni recenti e attuali.

VI - Argille lacustri dell'area tra il M. Pisano e il M. Albano (Ruscignano e Villafrafranchiano superiore); VII - «Ciottoli di Montecarlo» (post Villafrafranchiano sup.-pre Pleistocene medio).

Se lo schema proposto può essere riconosciuto nella zona di Montecarlo, non è detto, per ora, che esso possa essere esteso a tutta l'area che fu occupata dalla sedimentazione lacustre e in particolare alla zona più orientale del bacino, ai piedi dei rilievi del Monte Albano. Infatti i dati della letteratura sono scarsi, per cui non è possibile fare distinzioni cartografiche con migliore approssimazione di quella esposta nella tav. 1, ricavata dalla cartografia del F° 105.

Per migliorare il quadro stratigrafico occorrerà inoltre verificare se i sedimenti lacustri dell'area di Montecarlo appartengano a un unico ciclo o piuttosto, e più probabilmente, a cicli distinti, di differente età ed estensione, da definire tenendo presente anche i coevi sedimenti pliocenici e quaternari che caratterizzano la bassa valle dell'Arno.

OPERE CITATE

- ARIAS C., AZZAROLI A., BIGAZZI G., BONADONNA F.P., COLALONGO M.L., DE GIULI C., FICCARRELLI G., PASINI G., PELOSIO G., RAFFI S., RIO D., SARTONI S., TORRE D. (1982) - Marine and continental stratigraphic framework for the western mediterranean Pliocene and Pleistocene. *XI Inqua Congr. Moscow. Abstracts*, **1** (21).
- ARIAS C., BIGAZZI G., BONADONNA F.P. (1981) - Studio cronologico e paleomagnetico di alcune serie sedimentarie dell'Italia appenninica. *Contr. Prelim. Realizz. Carta Neotett. d'Italia. C.N.R., P.F. Geodinamica*, **356**, 1441-1448.
- AUTORI VARI (1982) - Carta strutturale dell'Appennino settentrionale, alla scala 1:250.000: F 3 - Toscana. *C.N.R., P.F. Geodinamica, S.P. Modello Strutturale, Gr. Appennino Settentrionale*, **429**. S.E.L.C.A., Firenze.
- AZZAROLI A. (1977) - The Villafranchian Stage in Italy and the Pliocene-Pleistocene boundary. *Giorn. Geol.*, serie 2, **41** (1-2), 61-79.
- AZZAROLI A. (1982) - Remarques sur les subdivisions chronologiques du Villafranchien. *Actes du Coll. Int. «Le Villafranchien méditerranéen»*, 7-14. Lille.
- BARSOTTI G., FEDERICI P.R., GIANNELLI L., MAZZANTI R., SALVATORINI G. (1974) - Studio del Quaternario livornese, con particolare riferimento alla stratigrafia ed alle faune delle formazioni del bacino di carenaggio della Torre del Fanale. *Mem. Soc. Geol. It.*, **13** (3), 425-495.
- BARTOLINI C., PRANZINI G. (1979) - Dati preliminari sulla neotettonica dei fogli 97 (S. Marcello Pistoiese), 105 (Lucca) e 106 (Firenze). *Contr. Prelim. Realizz. Carta Neotett. d'Italia, C.N.R., P.F. Geodinamica*, **251**, 481-523.
- BARTOLINI C., BERNINI M., CARLONI G., COSTANTINI A., FEDERICI P.R., GASPERI G., LAZZAROTTO A., MARCHETTI G., MAZZANTI R., PAPANI G., PRANZINI G., RAU A., SANDRELLI F., VERCESI P.L., CASTALDINI D., FRANCAVILLA F. (1982) - Carta neotettonica dell'Appennino settentrionale. Note illustrative. *Boll. Soc. Geol. It.*, **101**, 523-549.
- BOCCALETTI M., DECANDIA F.A., GASPERI G., GELMINI R., LAZZAROTTO A., ZANZUCCHI G. (1987) - Carta strutturale dell'Appennino settentrionale: note illustrative. *C.N.R., P.F. Geodinamica, S.P. Modello Strutturale, Gr. Appennino Settentrionale*, **429** (1982), 1-203. Siena.

- BORTOLOTTI V. (1966) - La tettonica trasversale dell'Appennino. 1: La linea Livorno-Sillaro. *Boll. Soc. Geol. It.*, **85** (2), 529-540.
- BOSSIO A., MAZZANTI R., MAZZEI R., MENESINI E., NENCINI C., SALVATORINI G., UGHI R. (1981) - Nuove osservazioni sulla stratigrafia delle formazioni plioceniche e pleistoceniche di Casciana Terme. *Atti 9° Conv. Soc. Pal. It.*, 91-120. Pisa.
- BOSSIO A., MAZZANTI R., MAZZEI R., NENCINI C., PASQUINUCCI M., SALVATORINI G., SANESI G. (1986) - Schéma stratigraphique et morphologique du Pleistocène et de l'Holocène de la Toscane côtière à l'aide de la paléontologie, de la paléontologie, de la pédologie, de l'archéologie et de la cartographie pré-géodésique. *L'Anthropologie*, **90** (1), 3-8. Paris.
- BRACCINI M. (1984) - Il Quaternario delle colline di Montecarlo (Lucca). Rilevamento e indagine paleomagnetica. *Tesi di laurea, Fac. Scienze M.F.N., Univ. Firenze* (inedita).
- DE GIULI C., FICCARELLI G., MAZZA P., TORRE D. (1985) - Confronto tra successioni marine e continentali del Pliocene e Pleistocene inferiore in Italia e nell'area mediterranea. *Boll. Soc. Pal. It.*, **22** (3), 323-328.
- DELLA ROCCA B., MAZZANTI R., PRANZINI E. (1988) - Studio geomorfologico della Pianura di Pisa (Toscana). *Geogr. Fis. Dinam. Quat.*, **10**, 1987.
- ESU D. (1980) - Neogene freshwater gastropods and their evolution in the western mediterranean area. *Geologica Romana*, **19**, 231-249.
- FANCELLI R., GRIFONI R., MAZZANTI R., MENCHELLI S., NENCINI C., PASQUINUCCI M., TOZZI C. (1986) - Il contesto geomorfologico. In: Evoluzione della pianura di Pisa. *Terre e paduli: reperti, documenti, immagini per la storia di Coltano (Pisa)*. 23-39. Ed. Bandetti e Vivaldi, Pontedera.
- FEDERICI P.R. (1987) - Il territorio del Bientina: dalla Geologia alla Storia; In: *Il padule di Bientina: aspetti naturalistici ed economici*. 23-54. Pacini Ed., Pisa.
- FEDERICI P.R., MAZZANTI R. (1988) - Paleogeographic features of the drainage pattern in the lower Arno valley and the Serchio valley in Tuscany (Italy). In: Guidebook for the excursions in the Toscana, Emilia and Veneto regions. *Joint Meeting on Geomorphological Hazards*. Firenze-Modena-Padova, May 28-June 4, 1988, 1-41.
- FEDERICI P.R., RAU A. (1980) - Note illustrative della neotettonica del foglio 104 «Pisa». *Contr. Prelim. Realizz. Carta Neotett. d'Italia*, C.N.R., P.F. Geodinamica, **356**, 1383-1398.
- GHELARDONI R. (1965) - Osservazioni sulla tettonica trasversale dell'Appennino settentrionale. *Boll. Soc. Geol. It.*, **84** (3), 277-290.
- GHELARDONI R., GIANNINI E., NARDI R. (1968) - Ricostruzione paleogeografica dei bacini neogenici e quaternari nella bassa valle dell'Arno sulla base dei sondaggi e dei rilievi sismici. *Mem. Soc. Geol. It.*, **7** (1), 91-106.
- LAZZAROTTO A., MAZZANTI R., NENCINI C. (1987) - Carta geologica dei Comuni di Livorno e di Collesalveti (Provincia di Livorno). S.EL.CA., Firenze.
- MAGALDI D., BIDINI D., CALZOLARI C., RODOLFI G. (1983) - Geomorfologia, suoli e valutazione del territorio tra la piana di Lucca e il padule di Fucecchio. *Annali Ist. Sper. St. Difesa del Suolo*, **14**, 21-108.
- MAZZANTI R. (1983) - Il punto sul Quaternario della fascia costiera e dell'Arcipelago di Toscana. *Boll. Soc. Geol. It.*, **102** (4), 419-556.

- MAZZANTI R., NENCINI C. (1986) - Geologia della Val d'Era. *Quaderni Mus. St. Nat. Livorno*, **7**, 1-37.
- NARDI R., NOLLEDI G., ROSSI F. (1988) - Geologia e idrogeologia della pianura di Lucca. *Geogr. Fis. Dinam. Quat.*, **10**, 1-30.
- NENCINI C. (1983) - Il passaggio plio-pleistocene e i sedimenti pliocenici e pleistocenici delle colline di Monte Castello (Pisa). *Boll. Soc. Geol. It.*, **102** (4), 391-398.
- RICCIARDI E. (1952) - Studio geologico del Quaternario della regione di Altopascio-Montecarlo in Lucchesia. *Tesi di Laurea Fac. Scienze M.F.N., Univ. Pisa* (inedita).
- RISTORI E. (1984) - Il Quaternario delle Colline di Montecarlo (Lucca). Rilevamento e Paleontologia. *Tesi di laurea Fac. Scienze M.F.N., Univ. Firenze* (inedita).
- SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA (1969) - Carta geologica d'Italia alla scala 1:100.000: Foglio 105 (Lucca). Litografia Artistica Cartografica. Firenze.
- SQUARCI P., TAFFI L. (1967) - Sulla presenza di tufiti in depositi fluvio-lacustri del Valdarno inferiore. *Atti Soc. Tosc. Sc. Nat., Mem., Serie A*, **74** (1), 37-42.
- TREVISAN L., BRANDI G.P., DALLAN L., NARDI R., RAGGI G., RAU A., SQUARCI P., TAFFI L., TONGIORGI M. (1971) - Note illustrative della Carta Geologica d'Italia. F° 105 «Lucca». *Servizio Geologico d'Italia*, 1-51. Arti Grafiche Di Mauro, Cava dei Tirreni.

(ms. pres. il 15 giugno 1988; ult. bozze il 15 ottobre 1988)