

GIACOMO D'AMATO AVANZI (\*) & ALBERTO PUCCINELLI (\*)

## LA VALLE VILAFRANCHIANA DELLA TURRITE DI GALLICANO (VAL DI SERCHIO) E LE SUE IMPLICAZIONI NEOTETTONICHE (\*\*)

**Abstract:** D'AMATO AVANZI G. & PUCCINELLI A., *The villafranchian valley of Tùrrite di Gallicano (Serchio Valley) and its neotectonic implications.*

In the Early Villafranchian, the territory between Barga and Gallicano (Lucca, Tuscany), along the Serchio river, was a lacustrine basin, whose distinctive sediments are clays and clayey-sands with layers of lignite. The Tùrrite di Gallicano, a torrent that has its source in the Apuan Alps, is an affluent of the Serchio river; along its lower course outcrop typical deposits of alluvial fan, that consist of calcareous gravels and conglomerates with rare clayey-sands interbeddings. These deposits, which show an heteropic passage to the lacustrine clays, have an Early Villafranchian age; consequently the Tùrrite was a tributary of the ancient lake. Since that time, the torrent has not substantially changed its course, while some variations of the lithological composition of alluvial contribution took place. By reconstruction of the original surface of the ancient alluvial fan, it presently results that, at Barga, such deposits are more than 300 m higher than their primitive position. This difference in altitude documents an uplift of the Barga zone, that happened after the Middle-Late Pleistocene. Finally, the Authors trace a synthetic picture of the evolutive history of the region.

**KEY WORDS:** Morphoneotectonics, Pliocene, Pleistocene, Holocene, The Serchio Valley, Tuscany.

**Riassunto:** D'AMATO AVANZI G. & PUCCINELLI A., *La valle villafranchiana della Tùrrite di Gallicano (Val di Serchio) e le sue implicazioni neotettoniche.*

I depositi del basso corso del torrente Tùrrite di Gallicano (Lucca), attribuibili al Villafranchiano inferiore in base ai rapporti di eteropia con le argille del bacino lacustre di Barga, sono costituiti da elementi prevalentemente calcarei e metamorfici di provenienza apuana e sono riferibili all'apice di un grande delta-conoide, che si espandeva

nell'antico lago. La Tùrrite non ha da allora mutato sostanzialmente il proprio tragitto inferiore, mentre si sono verificate variazioni nella litologia degli apporti alluvionali, posteriormente al Pleistocene medio-superiore, in seguito al probabile sollevamento di aree limitate del bacino imbrifero. Gli Autori, in base a considerazioni litostratigrafiche e morfoneotettoniche, riconoscono l'esistenza di un sollevamento della porzione orientale del bacino di Barga, ne valutano l'entità e tracciano infine sinteticamente il quadro evolutivo dell'area.

**TERMINI CHIAVE:** Morfoneotettonica, Pliocene, Pleistocene, Olocene, Val di Serchio, Toscana.

### INTRODUZIONE

La Tùrrite di Gallicano, affluente di destra del fiume Serchio, nasce dalle Alpi Apuane meridionali e si getta nel Serchio dopo un percorso di circa 10 km; la confluenza avviene nei pressi di Gallicano (Lucca), ad una quota di circa 150 m s.l.m. Questo corso d'acqua, dal regime tipicamente torrentizio, sottende un bacino imbrifero esteso circa 40 km<sup>2</sup>, impostato in formazioni appartenenti alla successione toscana non metamorfica (dal Calcare cavernoso fino al Macigno) ed alla successione toscana metamorfica (Parautoctono, Unità delle Panie).

La regione è stata oggetto di numerosi studi, sia a carattere geologico generale, sia di tipo geologico applicativo, sia finalizzati allo studio dei bacini lacustri di Barga e di Castelnuovo Garfagnana-Pieve Fosciana. La valle del Serchio è impostata in una depressione (fig. 1) individuata in seguito ad una fase tettonica prevalentemente distensiva, che, a partire dal Miocene superiore, ha interessato la Toscana marittima e vaste aree dell'Appennino settentrionale a Nord dell'Arno (TREVISAN, 1952; GIANNINI & TONGIORGI, 1958; NARDI, 1961; TREVISAN & alii, 1971; DALLAN & NARDI, 1972; FEDERICI, 1973, 1978; ELTER & alii, 1975; BARTOLINI & PRANZINI, 1979; FEDERICI & RAU, 1980; BARTOLINI & alii, 1982; NARDI & alii, 1986a; 1986c; 1987a). Si è avuta così la formazione di bacini lacustri intermontani (Garfagnana, Lunigiana, ecc.), importanti testimonianze dei quali sono costituite da depositi argillo-sabbiosi di età villafranchiana inferiore (DE STEFANI, 1887

(\*) Dipartimento di Scienze della Terra (Geologia Applicata) dell'Università di Pisa.

(\*\*) Lavoro eseguito per il Progetto Nazionale di Ricerca «Morfoneotettonica» del M.P.I. (Fondi 40%, Resp. P.R. Federici) e nell'ambito della linea di ricerca 1 - «Zonazione sismica e riclassificazione sismica» del Gruppo Nazionale per la Difesa dai Terremoti (obiettivo 1.3.2. - «Metodi di analisi della vulnerabilità sismica dell'ambiente fisico in relazione alla sua incidenza sui sistemi urbani ed extraurbani»: U.O. - «Studio della franosità in Garfagnana in relazione agli effetti dei sismi sui principali centri abitati e sulla viabilità» (Resp. R. Nardi).

Gli Autori ringraziano la signora Paola Manfredini per la collaborazione prestata nella realizzazione grafica.



e 1889; UGOLINI, 1902; MASINI, 1936, 1956; AZZAROLI, 1970 e 1977; DE GIULI & *alii*, 1983), disposti lungo tutta la vallata del Serchio, da Pieve Fosciana fino a Calavorno. Il lago di Barga occupava una conca di forma allungata in direzione appenninica compresa tra la zona di Monte Pèpoli a nord e la soglia di Ponte a Calavorno a sud, con un'estensione di circa 10 km di lunghezza e 5 km di larghezza massima.

Fino ad oggi non erano conosciute valli che fossero state tributarie degli antichi laghi di Barga e di Castelnuovo Garfagnana-Pieve Fosciana. Le nostre ricerche hanno permesso di riconoscere lungo il tratto terminale della Tùrrite di Gallicano sedimenti continentali di età villafranchiana inferiore. La Tùrrite costituiva perciò un antico immisario del lago villafranchiano di Barga.

## I DEPOSITI FLUVIO-LACUSTRI DEL BASSO CORSO DELLA TURRITE DI GALLICANO

Nel tratto terminale della valle della Tùrrite, per una lunghezza di circa 2 km, un dettagliato rilevamento dei depositi continentali (fig. 2) ha permesso di riconoscere la presenza, mai segnalata prima, se non nel centro abitato di Gallicano (ZACCAGNA, 1895; NARDI, 1961), di terreni di origine fluvio-lacustre, attribuibili al bacino villafranchiano di Barga (NARDI, PUCCINELLI & D'AMATO AVANZI, 1987b).

Al di sopra di un substrato costituito da formazioni della successione toscana comprese tra i Calcari cavernosi e le Marne a Posidonia, affiorano (fig. 2) ghiaie e conglomerati, costituiti da ciottoli poligenici prevalentemente calcarei (Calcari selciferi, Marmi) e in minor quantità arenacei, filladici, ecc., appartenenti sia alla successione toscana metamorfica sia a quella non metamorfica, ben arrotondati e discretamente classati. Abbastanza numerosi i ciottoli di arenaria Macigno, frequentemente di dimensioni pluridecimetriche. Sono generalmente frammisti agli altri ciottoli, ma a volte si rinvengono concentrati in tasche e lenti nella parte alta del deposito. Le dimensioni dei ciottoli sono normalmente pluricentriche, spesso frammisti ad altri più piccoli; non mancano però elementi con diametro massimo superiore al mezzo metro (pressoché esclusivamente arenacei). La quantità di matrice è generalmente scarsa. Il grado di cementazione è buono, a volte elevato; il cemento ha composizione calcarea. Le testimonianze di stratificazione incrociata sono frequenti. Sono presenti inoltre intercalazioni, di spessore mal definibile, caratterizzate da clasti meno elaborati, più spigolosi, matrice più abbondante e cementazione ridotta, che appaiono messe in posto con meccanismo tipo colata di detrito.

Le osservazioni di campagna e le misure di embricamento permettono di individuare per queste ghiaie e conglomerati un'area di alimentazione posta a occidente.

Si notano infine alcuni livelli di argille limo-sabbiose (spessore di circa 50 cm), quasi prive di ciottoli, di color grigio cenere bluastro; queste intercalazioni, sedimentatesi in ambiente a bassa energia, costituiscono una testimo-

nianza di ambiente lacustre; la loro presenza così sporadica è conseguenza del preponderante apporto grossolano della Tùrrite, raramente segnato da episodi di sedimentazione pelitica. Il corso d'acqua presentava quindi, anche allora, un regime idrico di tipo torrentizio ed aveva notevoli capacità di trasporto solido.

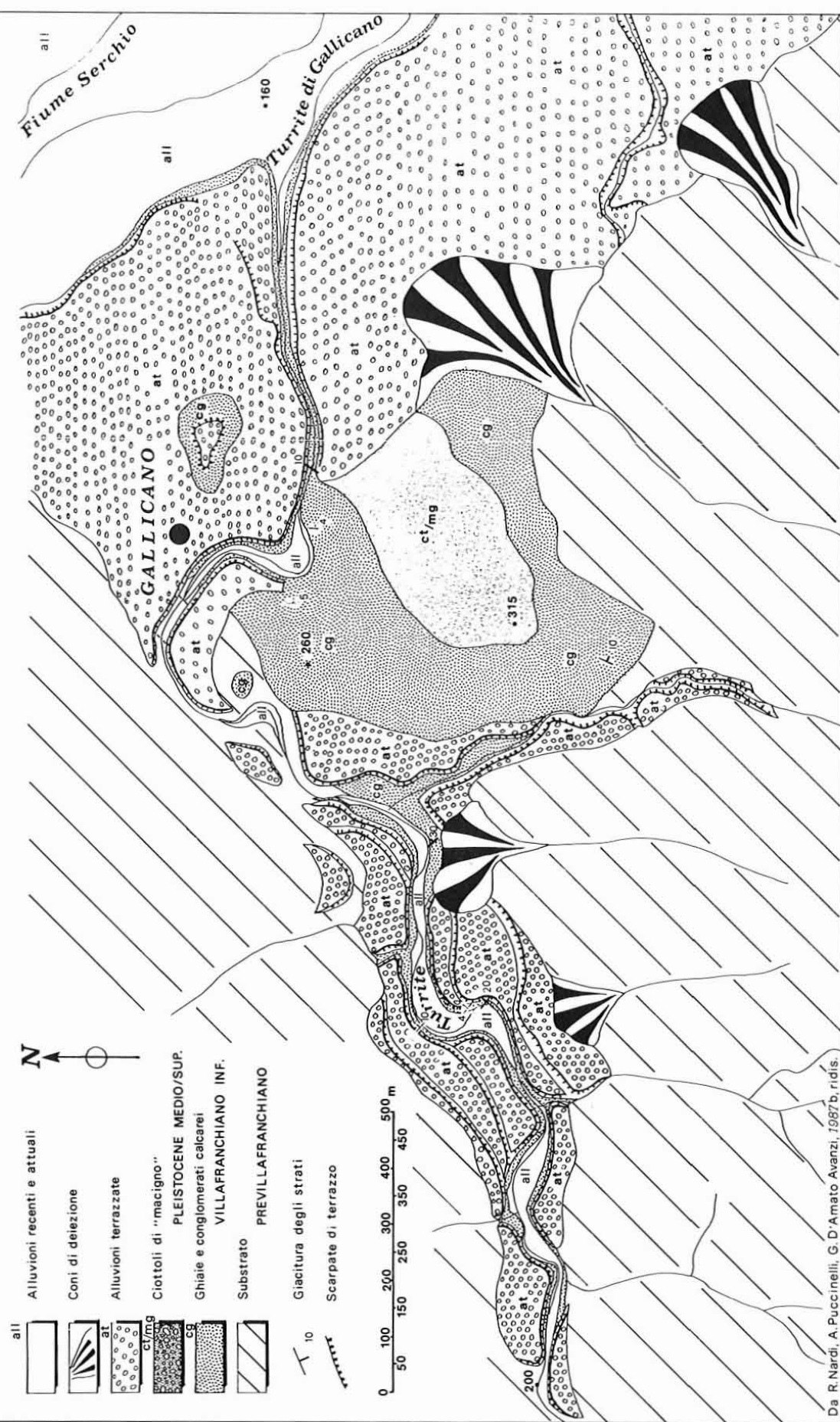
L'inclinazione del deposito, che immerge in direzione della confluenza con il Serchio, è chiaramente riconoscibile in corrispondenza di questi livelli argillosi e generalmente non supera i 10°. La presenza di valori di inclinazione superiori, rilevati in corrispondenza della superficie di contatto tra le ghiaie e le intercalazioni argillose, è attribuibile alle modalità di deposizione di questo deposito; infatti l'inclinazione, in questi stessi sedimenti, assume a breve distanza e gradualmente valori molto inferiori.

I sedimenti continentali ora descritti costituiscono un deposito, che nel suo insieme appare tipicamente di conoide, anche se esso non è più riconoscibile nella sua forma completa; si tratta più propriamente di un delta-conoide: sono abbastanza riconoscibili alcuni *foreset-beds* nella parte più bassa, mentre sono poco evidenti i *topset-beds*, poiché probabilmente il livello del lago variava durante la subsidenza. L'area apicale era situata oltre i margini occidentali dell'antico bacino lacustre di Barga e la sua estensione (almeno 10 km<sup>2</sup>, con un raggio superiore a 5 km) era tale che esso si spingeva nella zona di sedimentazione delle argille, al centro del lago, come testimoniato dai rapporti laterali con esse, ed arrivava ad addossarsi ai margini orientali, presso il paese di Barga. In tale modo il deposito è perfettamente correlabile con i sedimenti fluvio-lacustri del Villafranchiano inferiore di Barga (NARDI, PUCCINELLI & D'AMATO AVANZI, 1986b e 1987c), dai quali è distinguibile per una facies più prossimale (fig. 5c). È quindi logico attribuirgli, in base ai rapporti eteropici con le argille lacustri, la stessa età villafranchiana inferiore.

In tutta la Val di Serchio, la presenza di depositi fluviali, talvolta anche cospicui, costituiti da ciottoli arrotondati di arenaria Macigno, viene interpretata (NARDI, 1961; BARTOLINI & BORTOLOTTI, 1971; CALISTRI, 1974; FEDERICI & RAU, 1980; PUCCINELLI, 1987) come la conseguenza del sollevamento della catena appenninica (1). Tali depositi, in un'età riferibile per varie considerazioni (PUCCINELLI, 1987) al Pleistocene medio-superiore, avrebbero contribuito al colmamento dei bacini lacustri di Castelnuovo Garfagnana-Pieve Fosciana e di Barga; ad essi sono riferibili anche i ciottoli di Macigno, che giacciono, secondo una superficie discordante, al di sopra delle Ghiaie e conglomerati calcarei, in corrispondenza del rilievo collinare a sud di Gallicano. Caratterizzati da una notevole uniformità di facies, questi ciottoli di arenaria Macigno, di dimensioni da centimetriche a decimetriche (raramente superiori a 20 cm) e in matrice sabbiosa, hanno un colore rossastro più

(1) Tra il Pleistocene medio-superiore e l'Olocene una fase di sollevamento tettonico ha interessato, in misura diversa e in modo generalizzato, l'Appennino settentrionale (BARTOLINI & *alii*, 1982). TONGIORGI & TREVISAN (1953) attribuiscono ai depositi terrazzati di Barga un'origine climatica.

# CARTA DEI DEPOSITI PLIO-QUATERNARI LUNGO IL BASSO CORSO DELLA TURRITE



Da R. Nardi, A. Puccinelli, G. D'Amato Avanzi, 1987 b, ridis.

Fig. 2. - Carta dei depositi plio-quadernari lungo il basso corso della Turrone di Gallicano.

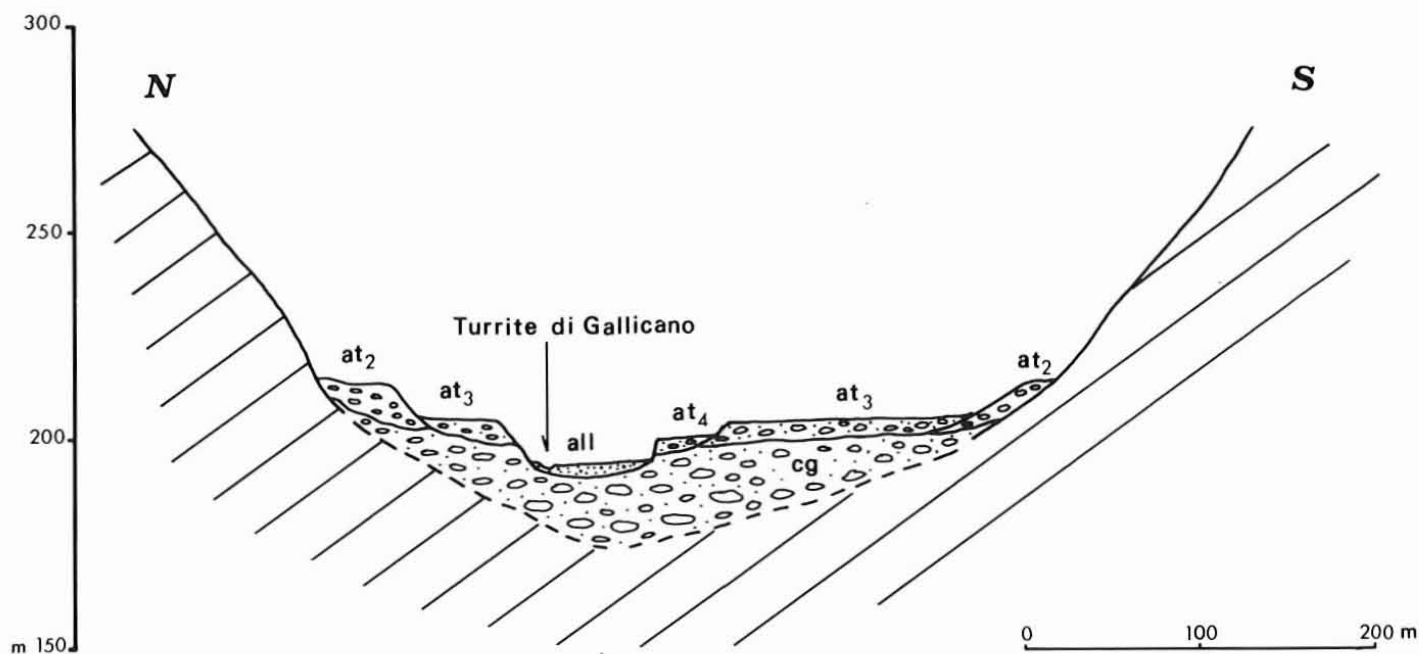


FIG. 3. - I terrazzi olocenici in una sezione trasversale alla Tùrrite di Gallicano.

o meno intenso dovuto ad ossidazione e non di rado l'alterazione assai spinta li riduce ad un sabbione più o meno coerente color ocra; la loro classazione è buona, mentre di solito non è riconoscibile un embricamento. Essi costituiscono un tipico deposito fluvio-torrentizio.

Infine lungo il basso corso della Tùrrite di Gallicano sono riconoscibili tre ordini di depositi terrazzati (fig. 2), probabilmente di età olocenica, parzialmente correlabili con quelli più bassi del Serchio, al piede del conoide di Barga. posti a quota ridotta rispetto al fondovalle (fig. 3), i terrazzi sembrano rispecchiare tre cicli fluviali distinti. Altri lembi di terrazzo isolati e quasi smantellati dall'erosione sono riconoscibili in sinistra orografica, a quote più elevate. Appartengono a cicli fluviali più antichi, ma la difficoltà nel correlarli, sia tra loro che con terrazzi di ordine noto, non permette di attribuire loro un'età sicura.

Osservando l'attuale corso della Tùrrite si nota che il bacino imbrifero è compreso (BALDACCÌ & *alii*, 1970) in formazioni carbonatiche e subordinatamente in formazioni arenacee (Macigno nell'area sud-orientale). Una tale distribuzione delle litologie si accorda bene con la composizione degli apporti alluvionali del basso corso della Tùrrite durante il Villafranchiano, costituiti in maggioranza da conglomerati calcarei e mal si concilia con la composizione nettamente arenacea dei depositi alluvionali terrazzati più recenti.

Un'ipotetica ricostruzione del succedersi degli eventi morfo-strutturali, che hanno determinato un cambiamento nel tempo della natura litologica dei depositi fluviali, farebbe supporre che l'alto corso della Tùrrite abbia eroso, a partire dal Villafranchiano, formazioni del basamento e della copertura carbonatica; mentre in epoca più recente, probabilmente al passaggio Pleistocene superiore-Olocene, la valle principale veniva alimentata da aree sud-

orientali in sollevamento, caratterizzate da vasti affioramenti di Macigno. In tal modo c'è stato un apporto alluvionale di tipo arenaceo, che ha colmato in più cicli la bassa valle della Tùrrite. Questo apporto ha avuto una durata limitata nel tempo: le alluvioni attuali del torrente rispecchiano nuovamente la costituzione litologica del bacino imbrifero, dove il Macigno affiora in misura assai ridotta.

## LA TETTONICA RECENTE

### IL SOLLEVAMENTO DI BARGA

La presenza lungo la valle della Tùrrite di Gallicano di ghiaie e conglomerati correlabili con i depositi analoghi, affioranti nella zona di Barga, porta a considerazioni relative ai movimenti verificatisi nel bacino dopo il Villafranchiano inferiore. Come accennato precedentemente, tali ghiaie costituivano un conoide molto ampio, attualmente smantellato nella sua forma originaria. Ricostruendo il profilo ipotetico all'epoca della sua massima espansione, si ottiene (attribuendo un'inclinazione media di  $4^\circ$  alla superficie del conoide <sup>(2)</sup>; fig. 4) che il tetto delle ghiaie dovrebbe trovarsi, in corrispondenza di Barga, ad una quota

<sup>(2)</sup> Il rilievo collinare posto a Sud del paese di Gallicano, è costituito interamente da depositi ghiaioso-conglomeratici di conoide e raggiunge una quota superiore a 300 m s.l.m.; in questa zona il deposito è rimasto relativamente isolato dai processi erosivi e perciò il suo spessore si è meglio conservato. La Tùrrite scorre infatti per questo tratto in una valle epigenetica, la cui genesi è da ricollegarsi ad un probabile fenomeno di sovrapposizione, che ha deviato il corso d'acqua, obbligandolo ad incidere la roccia in posto. Sembra quindi ragionevolmente corretto, nel ricostruire la superficie originaria del conoide, utilizzare presso Gallicano la quota di 300 m circa.

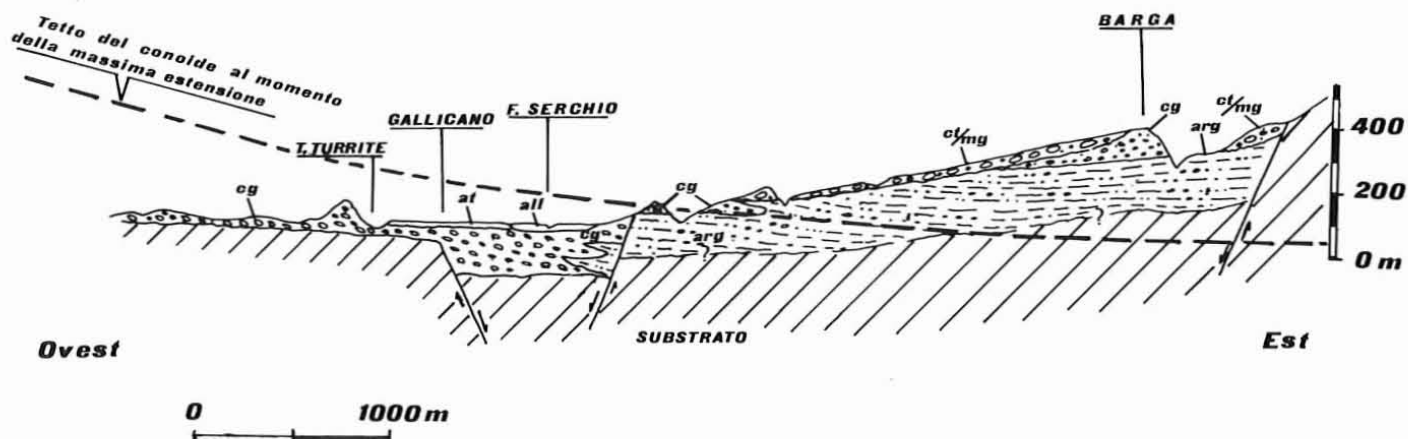


FIG. 4. - Valutazione dell'entità di sollevamento dei depositi fluvio-lacustri villafranchiani a Barga, confrontando l'ipotetico tetto del conoide al momento della massima espansione con l'attuale tetto delle ghiaie e conglomerati calcarei.

di circa 100 m s.l.m. Attualmente invece le ghiaie affiorano presso il Duomo della cittadina, ad una quota di 410 m s.l.m. (NARDI, PUCCINELLI & D'AMATO AVANZI, 1986b e 1987c). Questa differenza sarebbe da imputarsi ad un sollevamento più pronunciato della porzione orientale del bacino, valutabile in circa 300 metri. Nell'area compresa tra Barga e il Serchio si rilevano, infatti, numerose faglie dirette, a direzione prevalentemente appenninica, con rigetti variabili da alcuni metri ad alcune decine di metri. La maggior parte di questo sollevamento è da collocarsi al Pleistocene medio-superiore o posteriormente, in quanto vi è implicato il deposito a ciottoli di Macigno datato dubitativamente a quell'età (PUCCINELLI, 1987).

#### EVOLUZIONE DEL BACINO DI BARGA

La figura 5 fornisce una ricostruzione sintetica dell'evoluzione del bacino lacustre di Barga dal Villafranchiano inferiore all'epoca attuale.

La presenza di ghiaie e conglomerati calcarei di provenienza occidentale, che, attraverso la Tùrrite di Gallicano, hanno formato al Villafranchiano inferiore un grande delta-conoide nel bacino di Barga, sta ad indicare un innalzamento del massiccio apuano (fig. 5a). D'altra parte il deposito a ciottoli di Macigno, che al Pleistocene medio-superiore ha contribuito a colmare il bacino lacustre con un grande conoide appoggiato ai rilievi orientali, è la diretta conseguenza di un innalzamento del crinale appenninico (fig. 5b).

I bacini lacustri di Barga e di Castelnuovo Garfagnana-Pieve Fosciana, separati dalla soglia di Monte Pèrpoli ed originatisi al Villafranchiano per cause tettoniche, hanno avuto una storia evolutiva parallela, reagendo in maniera analoga agli eventi geodinamici succedutisi dal Pliocene al Pleistocene medio-superiore (PUCCINELLI, 1987).

Si può invece parlare di differenziazione evolutiva, per i due bacini, solo successivamente al Pleistocene medio-superiore: nell'area di Monte Pèrpoli si ha un sollevamento

rispetto all'area di Castelnuovo Garfagnana (PUCCINELLI 1987), mentre presso Barga si ha un innalzamento della parte orientale del bacino rispetto a quella occidentale (fig. 4 e fig. 5c).

CALISTRI (1974), in base a considerazioni relative alle misure di embricamento nelle ghiaie, aveva ipotizzato un movimento di basculamento verso sud-ovest della porzione orientale del bacino ed un basculamento della zona di Gallicano verso il centro della depressione. Mentre la prima ipotesi può essere accettabile, la seconda contrasta con quanto esposto, poiché il substrato non risulta dislocato, ma si situa costantemente a ridotta profondità. Le inclinazioni dei sedimenti, ritenuti implicati in fenomeni di *tilting*, sono da imputarsi a clinostratificazione in un conoide primordiale in fase di accrescimento.

Rimane infine da sottolineare che, se nel Villafranchiano la Tùrrite costituiva un antico immissario del lago di Barga, in seguito non ha subito sostanziali modificazioni nel suo corso inferiore, continuando a scorrere in una valle preesistente. I sollevamenti o gli abbassamenti relativi in una regione hanno immediate ed importanti conseguenze sul reticolo idrografico, con il risultato, in ultima analisi, di spostamenti nel tragitto dei corsi d'acqua. Una variazione delle condizioni morfo-strutturali di quest'area avrebbe perciò comportato un adeguamento del drenaggio alla mutata situazione orografica e quindi una qualche diversione della Tùrrite di Gallicano. Se ne può dedurre che questa zona è rimasta estranea ai maggiori processi neotettonici post-pliocenici (come conferma l'assenza di dislocazioni, di basculamenti dei sedimenti o di altri indizi).

Questa sostanziale tranquillità tettonica, in apparente contrasto con l'evoluzione recente della Val di Serchio, caratterizzata da una neotettonica particolarmente attiva (documentata dall'elevata sismicità dell'area, dalle numerose faglie riscontrate nei depositi plio-quadernari, dal frequente basculamento dei depositi stessi), si spiega ammettendo una disomogenea intensità di movimento (positivo o negativo) nelle diverse porzioni dei bacini. Questa ipotesi, già prospettata da FEDERICI & RAU (1980), è stata recen-

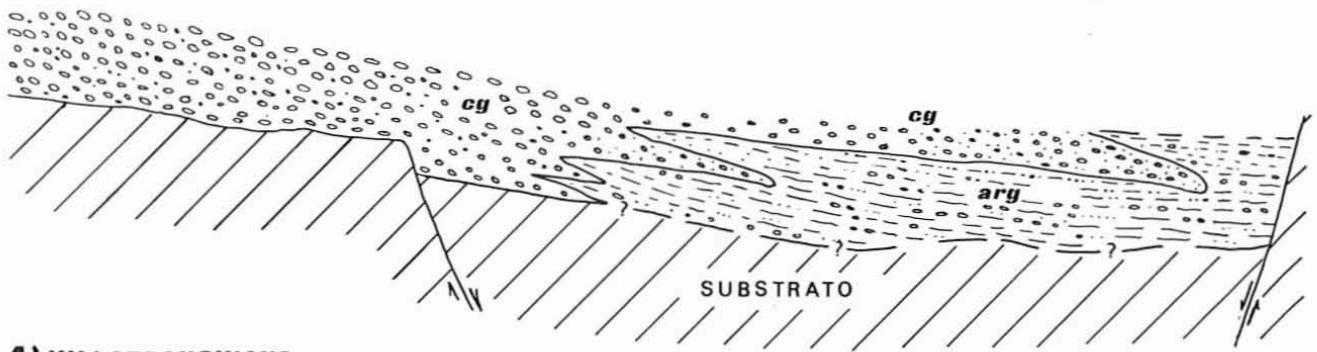
OVEST

EST

Gallicano

F. Serchio

Barga

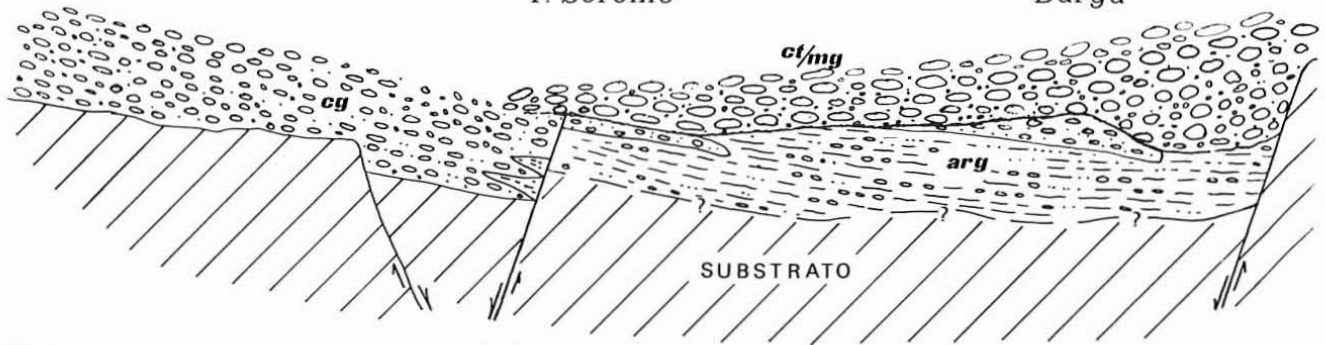


**A) VILLAFRANCIANO**

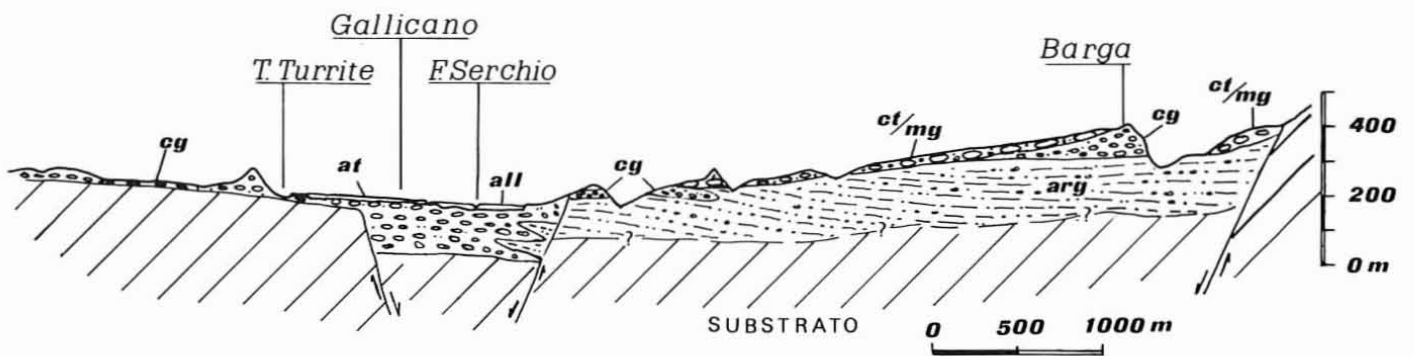
Gallicano

F. Serchio

Barga



**B) PLEISTOCENE MEDIO-SUPERIORE**



**C) ATTUALE**

FIG. 5. - Schema evolutivo del bacino lacustre di Barga, dal Villafranchiano all'attuale (le sigle sono riferite alla fig. 2).

temente ripresa da PUCCINELLI (1987), che ha documentato il sollevamento dell'area di Monte Perpoli, posta 3-4 km più a Nord di quella indagata, fra i laghi pliocenici di Barga e di Castelnuovo.

#### BIBLIOGRAFIA

- AZZAROLI A. (1970) - *Villafranchian correlation based on large mammals*. Giorn. Geol., Ser. 2, 35 (1), 111-131.
- AZZAROLI A. (1977) - *The Villafranchian stage in Italy and the Plio-Pleistocene boundary*. Giorn. Geol., Ser. 2, 41, 7-14.
- BALDACCI F. & alii (1970) - *Carta Geologica d'Italia alla scala 1:100.000: Foglio 96, «Massa» 2<sup>a</sup> Edizione*. Tip. Salomone, Roma.
- BARTOLINI C. & BORTOLOTTI V. (1971) - *Studi di geomorfologia e neotettonica: I - I depositi continentali dell'alta Garfagnana in relazione alla tettonica plio-pleistocenica*. Mem. Soc. Geol. It., 10, 203-245.
- BARTOLINI C. & PRANZINI G. (1979) - *Dati preliminari sulla neotettonica dei fogli 97 (S. Marcello Pistoiese), 105 (Lucca) e 106 (Firenze)*. Prog. Fin. Geodinamica C.N.R., Pubbl. 251, 481-523.
- BARTOLINI C., BERNINI M., CARLONI G.C., CASTALDINI D., COSTANTINI A., FEDERICI P.R., FRANCAVILLA F., GASPERI G., LAZZAROTTO A., MARCHETTI G., MAZZANTI R., PAPANI G., PRANZINI G., RAU A., SANDRELLI F. & VERCESI P.L. (1982) - *Carta neotettonica dell'Appennino Settentrionale 1:400.000. Note illustrative*. Boll. Soc. Geol. It., 101, 523-549.
- CALISTRI N. (1974) - *Studi di geomorfologia e neotettonica: II - Il Pliocene fluvio-lacustre della conca di Barga*. Mem. Soc. Geol. It., 13 (1), 1-21.
- DALLAN L. & NARDI R. (1972) - *Schema stratigrafico e strutturale dell'Appennino settentrionale*. Mem. Accad. Lunig. Sc. «G. Capellini», 42, 212 pp.
- DE GIULI C., FICCARELLI G., MAZZA P. & TORRE D. (1983) - *Confronto tra successioni marine e continentali del Pliocene e Pleistocene inferiore in Italia e nell'area mediterranea*. Boll. Soc. Geol. It., 22 (3), 323-328.
- DE STEFANI C. (1887) - *Le ligniti del bacino di Castelnuovo di Garfagnana*. Boll. R. Com. Geol. d'It., 18, 212-241.
- DE STEFANI C. (1889) - *Il lago pliocenico e le ligniti di Barga nella valle del Serchio*. Boll. R. Com. Geol. d'It., 20, 278-287.
- ELTER P., GIGLIA G., TONGIORGI M. & TREVISAN L. (1975) - *Tensional and compressional areas in the recent (Tortonian to present) evolution of the northern Apennines*. Boll. Geofis. Teor. e Appl., 17, 3-18.
- FEDERICI P.R. (1973) - *La tettonica recente dell'Appennino: I - Il bacino villafranchiano di Sarzana e il suo significato nel quadro dei movimenti distensivi a nord-ovest delle Alpi Apuane*. Boll. Soc. Geol. It., 92, 287-301.
- FEDERICI P.R. (1978) - *La tettonica recente dell'Appennino: II - Il bacino fluvio-lacustre di Pontremoli (Alta val di Magra) e le sue implicazioni neotettoniche*. Quad. St. Quat. Pad., 4, 121-132.
- FEDERICI P.R. & RAU A. (1980) - *Note illustrative della neotettonica del foglio 96 Massa*. Prog. Fin. Geodinamica C.N.R., Pubbl. 351, 1365-1382.
- GIANNINI & TONGIORGI M. (1958) - *Osservazioni sulla tettonica neogenica della Toscana marittima*. Boll. Soc. Geol. It., 77 (2), 147-170.
- LOTTI B. (1910) - *Geologia della Toscana*. Mem. Descr. Carta Geol. d'It., 13, 484 pp.
- MASINI R. (1936) - *I due laghi pliocenici di Barga e di Castelnuovo Garfagnana e i loro rapporti con le direttrici di frattura e le aree sismiche*. Atti R. Accadem. Lucch. Sc. Lett. Arti, 1-55.
- MASINI R. (1956) - *L'idrografia del Serchio nell'epoca preistorica e storica*. Atti Soc. Tosc. Sc. Nat. Mem., Ser. A, 63, 41-70.
- NARDI R. (1961) - *Geologia della zona tra la Pania della Croce, Galliciano e Castelnuovo Garfagnana (Alpi Apuane)*. Boll. Soc. Geol. It., 80, 257-334.
- NARDI R., POCCHINI A., PUCCINELLI A., D'AMATO AVANZI G. & TRIVELLINI M. (1986a) - *Valutazione del rischio da frana in Garfagnana e nella media valle del Serchio (Lucca) 1: Carta geologica e carta della franosità degli elementi «Gragnana», «Piazza al Serchio», «Casciana», «Ceserana» (scala 1:10 000)*. Boll. Soc. Geol. It., 104, 585-600.
- NARDI R., PUCCINELLI A. & D'AMATO AVANZI G. (1986b) - *Carta geologica della Garfagnana e della Media Valle del Serchio: elemento «Castelvecchio Pascoli» (scala 1:10 000)*. Boll. Soc. Geol. It., 104.
- NARDI R., PUCCINELLI A., DI PASSIO C., HOST E. & MORINI D. (1986c) - *Pericolosità indotta. Carta della franosità: l'esempio della valle del Serchio tra Pieve Fosciana e Camporgiano (Lucca)*. C.N.R. «Progetto di terremoto in Garfagnana e in Lunigiana». Regione Toscana, Firenze, 75-80.
- NARDI R., PUCCINELLI A., D'AMATO AVANZI G. & TRIVELLINI M. (1987a) - *Valutazione del rischio da frana in Garfagnana e nella media valle del Serchio (Lucca) 2: Carta geologica e carta della franosità degli elementi «Sillico», «Castelnuovo Garfagnana», «Cascio», «Castelvecchio Pascoli», «Galliciano», «Barga», «Fornaci di Barga» e «Ghivizzano» (scala 1:10 000)*. Boll. Soc. Geol. It., 106, 819-832.
- NARDI R., PUCCINELLI A. & D'AMATO AVANZI G. (1987b) - *Carta geologica della Garfagnana e della Media Valle del Serchio: elemento «Galliciano» (scala 1:10 000)*. Boll. Soc. Geol. It., 106.
- NARDI R., PUCCINELLI A. & D'AMATO AVANZI G. (1987c) - *Carta geologica della Garfagnana e della Media Valle del Serchio: elemento «Barga» (scala 1:10.000)*. Boll. Soc. Geol. It., 106.
- PUCCINELLI A. (1987) - *Un esempio di tettonica recente nella Val di Serchio: il sollevamento di M. Perpoli*. Atti Soc. Tosc. Sc. Nat. Mem., Ser. A, 94, 105-117.
- TREVISAN L. (1952) - *Sul complesso sedimentario del Miocene superiore e del Pliocene della Val di Cecina e sui movimenti tettonici tardivi in rapporto ai giacimenti di lignite e di salgemma*. Boll. Soc. Geol. It., 70, 65-78.
- TONGIORGI E. & TREVISAN L. (1953) - *Excursion en Garfagnana et aux Alpes Apuanes*. IV Congrès INQUA, Roma-Pisa, Tip. Giardini, Pisa, 11 pp.
- TREVISAN L., DALLAN L., FEDERICI P.R., GIGLIA G., NARDI R. & RAGGI G. (1971) - *Note illustrative della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:100 000. Foglio 96 Massa*. Min. Ind. Comm. Art., Serv. Geol. d'It.
- UGOLINI R. (1902) - *Vertebrati fossili del bacino lignitifero di Barga (Val di Serchio)*. Atti Soc. Tosc. Sc. Nat., Proc. Verb., 13, 32-36.
- ZACCAGNA D. (1895) - *Carta geologica delle Alpi Apuane: elemento Galliciano*. Tip. Salomone, Roma.