

Confronto tra successioni marine e continentali del Pliocene e Pleistocene inferiore in Italia e nell'area mediterranea

Claudio DE GIULI*

Giovanni FICCARELLI**

Paul MAZZA***

Danilo TORRE*

* Dipartimento di Scienze della Terra
Università di Firenze

** Istituto di Geologia
Università di Camerino

*** AGIP S.p.A.
S. Donato Milanese

(manoscritto ricevuto il 5 dicembre 1983)

ABSTRACT — [Comparison between Pliocene and Lower Pleistocene marine and continental sequences in Italy and in the Mediterranean area] —

1.1 - The zone, as defined in marine biostratigraphy, can not be identified dealing with continental faunas which have point distribution in space and time. Local Faunas are thus recognized in continental faunal sequences. Similar Local Faunas make up a Faunal Unit which is defined by a type Local Fauna. Groups of Faunal Units form «Mammal Ages». Boundaries among units can not be established and new units can be added in between.

Continental biostratigraphic criteria were discussed by Tedford, 1980 and Azzaroli, 1982. Tedford envisages Vertebrate Units as chronological entities drawn out of the embedding sediments, thus conceptually distinct from marine units that consist in rocks characterized by their paleontological content. There is no conceptual difference between biozone and faunal units since both are distinguished by the fossil content of rock bodies that are the expression of geologic time. The only but true difference is that the zone corresponds to a sedimentary continuum which enables the individuation of boundaries as physically existing surfaces. Faunal Units, instead, are not a sedimentary continuum in space and time, so boundaries are very difficult or, more often, impossible to be discriminated. Therefore correlations between continental and marine faunal sequences consist in projecting time segments, represented by the continental units, on the marine biostratigraphic scale.

1.2 - Still great confusion exists with regard to the established continental stratigraphies. Biostratigraphic scales in which faunal zones are distinguished by means of marine biostratigraphic statements applied to continental stratigraphy have been worked out. These subdivisions give a misleading impression of a continuous succession of faunal intervals.

2.1 - In the Italian Villafranchian «Mammal Age», the Triversa, Montopoli, Olivola, Tasso and Farneta Units can be distinguished. Other Italian local faunas, older and younger than the Villafranchian, can not still be arranged in well defined faunal units. The pre-Villafranchian Local Faunas are Baccinello V3, Il Casino (upper lacustrine complex), Val di Pugna; the post-Villafranchian fossiliferous localities are far more numerous, but the exact chronological succession of most of them is still hard to establish.

The chronological gap between the Montopoli Unit and the Olivola Unit is covered by several French local faunas, such as Saint Vallier, Le Coupet and Chillac. Also the fauna of Tegelen, Holland, seems to be older than the one of Olivola. The Valle del Sacco and Colleparado (Anagni) fossil could stratigraphically be close to those of Saint Vallier.

2.2 - Baccinello V3 (Grosseto). The assemblage is characterized by Turolian (Tortonian p.p. - Messinian) forms together with elements that testify younger immigration events. Particularly meaningful is the occurrence of a leporid, indicated as aff. *Hypolagus*, of a tapir and of a rhinoceros ascribed to *Dicerorhinus* cf. *megarhinus*. The tapir testifies a return to humid climate as that of the Lower Ruscinian. The Baccinello V3 fauna represents the end of endemic conditions in Southern Tuscany and the final connection to the European continental area. Because of the association Baccinello V3 resembles Spanish, Libyan and South African local faunas that seem referable to the transition between the Turolian and the Ruscinian. Lorenz, 1968, assigns a Messinian age to the V3 level but the stratigraphy of Baccinello is still uncertain. Many correlations allow us to believe a correspondence of V3 with an initial phase of the marine Pliocene most probable.

2.3 - Il Casino — upper lignitic complex — (Siena). The faunal assemblage is poor; therefore detailed correlations with local faunas of the Mediterranean area are quite difficult. A Lower Ruscinian Age as that of the Montpellier Unit of Southern France can be inferred by the occurrence of *Parabos cordieri* and *Sus minor*, joined up with *Tapirus arvensis*. The finding of *Exaprotodon* suggests a slightly older age than that of Montpellier. The relations with Baccinello V3 deserve deeper examination. Il Casino mammal deposits lie on gypsum beds ascribed to the Messinian or to part of it and underlie marine sediments assigned to the Globorotalia punctulata Zone.

2.4 - Val di Pugna (Siena). The mammal fauna is very poor; anyhow the occurrence of *Alephis lyrix* and of a sirenid *Felsinotherium gervaisi*, more evolved than the Montpellier species, *F. serresi*, makes the correlation with the Perpignan Unit of Southern France most reliable. The mammal bearing marine sediments are referable to the Globorotalia punctulata Zone. Suc, 1982, deems the Montpellier and Perpignan faunas as belonging to a geologic horizon correlatable with the lower part of the Globorotalia crassaformis Zone. Taking in account also the stratigraphical data relevant to the following mammal units we believe more reasonable correlating the Perpignan Unit with the G. punctulata Zone.

Significant macromammal local faunas between the Val di Pugna fauna and the following Triversa Unit faunal assemblage lack in Italy.

2.5 - Triversa Faunal Unit. The fauna comes from several sites along the Triversa and Triversola valleys nearby Villafranca d'Asti. Also the Local Faunas of Gaville and of the lignite mine of Santa Barbara, Upper Valdarno, of Barga and of Pieve Fosciana, in Garfagnana, and of Spoleto can be included into the Triversa Unit. Even the faunas of French localities, such as Viallette and Les Etouaires are surely referable to this same Faunal Unit. Baudet, Donville and Michaux assign to Viallette a radiometric age of 3.3 m.y. or younger, and anyhow not more recent than 2.6 m.y. In this lapse of time the paleomagnetic scale shows two negative events, Mammoth and Kaena, both comprised in the chrono-Gauss interval. Lindsay, Opdyke and Johnson, identified such negative events in the sediments that outcrop at one of the Triversa localities, Fornace RDB. Big size mammals suggest an increase of the forestal degrading that already began in the upper part of the previous unit. Such environmental alterations are well correlatable with the first climate cooling that took place about 3 m.y. ago. The Triversa continental deposits lie over, or, at least in part, laterally to the Pliocene marine sands of «Astian» facies that outcrop in the Asti area. Nearby Valleandona the occurrence of *Uvigerina cf. rutila* was pointed out in a clayey level that underlies the «Astian» sands. This Foram becomes extinct at the end of the *G. punctulata* Zone in the Mediterranean basin. This datum also does not contradict the 3 m.y. assigned to the Triversa Unit.

2.6 - Montopoli Faunal Unit. It is essentially represented by the Montopoli (Pisa) Local Fauna, which must be considered the type fauna of the Unit. The Unit is characterized by the appearance of *Equus* and *Mammuthus*, while *Zigolophodon* and *Tapirus* seem disappeared. All this denotes a further forestal degrading and a marked increase of open spaces. The sediments that enclose the Montopoli mammals can be referred to the Middle Pliocene of Italian authors, that is to the *Globorotalia crassafornis* Zone.

According to several authors, the Triversa and Montopoli Units make up the Lower Villafranchian «Mammal Age». However, because of their strong faunal change, faunal change clearly detectable at least in all Eurasia, it is advisable not to group these two Units into the same super-unit.

2.7 - Olivola Faunal Unit. It is characterized by the type Local Fauna collected at Olivola (Val di Magra) in an individual pocket of a fluvial deposit with thick gravel lenses. At Olivola, *Canis etruscus* and *Pachycrocuta brevirostris* are met for the first time in Italy. Some Upper Valdarno fauna were referred to the Olivola Unit; however, these are generally fossils of old collections with bagy indications relevantly to the collecting areas and without any geological reference. A Local Fauna that follows modern collecting criteria is that of Matassino; it is well correlatable with the Olivola fauna. In order to date the Olivola unit, the fauna of Tegelen (Holland) should be taken under examination. The latter comes from clays with a Tiglian floral assemblage that comprises the Olduvai paleomagnetic event. The lack of genus *Canis* and of *P. brevirostris*, together with a higher primitivity of *Mammuthus meridionalis* and of *Leptobos* in the Tegelen fauna, lead to believe Olivola more recent. The migration of the dog and of the big hyaena could thus be related to the climatic cooling testified by the Eburonian flora that immediately follows the warm Tiglian phase.

2.8 - Tasso Faunal Unit. Only recently at Casa Frata near Terranova Bracciolini (Arezzo) a rich well representative fauna of the Tasso Unit assemblage was found. Therefore, the fauna of Casa Frata should be chosen as type Local Fauna of the Tasso Unit. The fauna novelties as a whole testify the persistence of degraded climatic conditions as those of the Eburonian phase. Thus the Tasso Unit is assumed correlatable with some interval of the upper part of the *Globigerina cariacensis* Zone.

2.9 - Farneta Faunal Unit. This unit is not yet fully defined. It is used as gatherer of a group of faunas that come from various Italian localities (Selvella, Mugello, Imola, Crostolo, Lefte p.p., Gargano) that can generally be ascribed to the most recent phase of the Villafranchian. We can not tell if the Farneta Unit is still in the Eburonian phase or in a younger time. Mammals collected at Imola in littoral sediments overlying *Hyalinea baltica* bearing levels are referable to this unit. We can anyhow deem the Farneta Unit placed in a pre-Jaramillo phase since the French deposit of Le Vallonnet, characterized by a more modern fauna, showed a normal magnetisation referable to the Jaramillo event.

2.10 - Faunas just younger than those of the Farneta Unit are little known in Italy at present. The faunal renewal seems to pass through 3 following phases in which a progressive impoverishment of the Villafranchian facies components takes place. In the first phase advanced *Allophaiomys* forms persist (Cava Sud and Viatelle near Verona, Monte Peglia in Umbria); the faunal assemblages are comparable with that of Le Vallonnet, mentioned above. In the second phase a micromammal fauna occurs devoid of *Allophaiomys*, with *Mimomys savini* and with macromammals mostly renewed but still with Villafranchian facies forms. The Italian Local Fauna that better exemplifies this second moment is that of Slivia. In the third phase the immigration of *Arvicola* takes place; the Villafranchian facies forms are negligible. The Isernia fauna is typical of this period; radiometric dating and paleomagnetic surveys agree in assigning an age slightly older than 0.7 m.y.

In conclusion most of the faunal renewal in Italy seems to have occurred between 1.0 and 0.7 m.y. consistently with the Menapian cooling phase.

1. PREMESSA

1.1 - Prima di illustrare i dati e le informazioni utili per correlare gli eventi testimoniati dai cambiamenti delle associazioni a mammiferi con quelli che caratterizzano le unità biostratigrafiche delle successioni marine, è necessario ricordare che la biostratigrafia marina e quella continentale sono costruite in base a criteri diversi.

La definizione di zona che è il fondamento della biostratigrafia marina non può essere applicata alle faune continentali. I fossili continentali hanno infatti una distribuzione puntiforme nello spazio e nel tempo, giacché si trovano in accumuli sparsi in luoghi diversi e in esigui spessori di sedimenti, in tasche e in fessure o cavità carsiche. Nelle successioni faunistiche continentali si riconoscono quindi Faune Locali, corrispondenti ad associazioni di fossili accumulate in un determi-

nato luogo in un arco di tempo geologicamente molto breve; più faune locali, raggruppabili per composizione simile o per la presenza di particolari elementi significativi, costituiscono Unità Faunistiche ciascuna delle quali è definita da una fauna locale scelta come tipo. Raggruppando alcune unità si definiscono delle « Età » faunistiche. I limiti tra le unità rimangono indefiniti, nuove unità possono inserirsi tra quelle già note, come pure i limiti tra le « Età » possono variare in funzione del riconoscimento di nuove unità. Una discussione sui criteri della biostratigrafia delle faune continentali si trova in Tedford, 1970, e in Azzaroli, 1982. In particolare, Tedford considera le unità a vertebrati delle entità temporali rappresentate da un insieme di fossili avulso dai sedimenti che li contenevano. Egli ritiene quindi queste unità concettualmente diverse dalle unità delle successioni marine che sono corpi rocciosi caratterizzati da un determinato contenuto paleontologico.

A nostro avviso non vi è una differenza concettuale tra biozona e unità faunistica; ambedue sono caratterizzate dal contenuto paleontologico di corpi rocciosi che sono l'espressione del tempo geologico. L'unica ma sostanziale differenza che noi vediamo è costituita dal fatto che la zona rappresenta un continuo sedimentario che consente il riconoscimento di limiti come superfici fisicamente esistenti, mentre l'unità faunistica rappresenta un insieme di singoli momenti dell'esistenza di una determinata fauna ed è quindi un discontinuo sedimentario nello spazio e nel tempo che rende difficile se non impossibile l'individuazione fisica di limiti.

Le correlazioni tra successioni faunistiche continentali e marine consistono quindi nella proiezione di segmenti di tempo, rappresentati dalle unità continentali, sulla scala della biostratigrafia marina. Queste proiezioni sono rese possibili da informazioni di diverso tipo quali i rapporti di giacitura tra serie marine e continentali, i dati paleomagnetici, radiometrici e paleoclimatici.

1.2 - Negli ultimi venti anni sono stati individuati numerosi nuovi giacimenti che hanno chiarito molti problemi relativi alla storia dei mammiferi del Pliocene e del Quaternario, ma permane molta confusione nelle stratigrafie che sono state elaborate. Non tutti gli autori hanno seguito gli stessi criteri. Gli specialisti dell'Università di Lione hanno elaborato una scala biostratigrafica con suddivisioni in zone faunistiche estendendo alla stratigrafia continentale concetti propri della biostratigrafia marina. Le loro suddivisioni stratigrafiche danno l'impressione di una continuità nella successione degli intervalli faunistici che non corrisponde certo alla realtà delle cose. Gli autori europei, poi, che si sono ispirati ai criteri da noi riferiti al punto 1.1., hanno talvolta usato lo stesso nome per indicare unità faunistiche non del tutto corrispondenti e quasi mai hanno rispettato la norma di definire l'unità su località scelte come tipo, per cui una revisione e una migliore formalizzazione si rendono necessarie in molti casi. Una ulteriore fonte di confusione è costituita dalla difficoltà di correlare le unità definite sui macromammiferi con quelle basate sui micromammiferi, in quanto difficilmente micro e macromammiferi si ritrovano associati negli stessi giacimenti. Rimane inoltre il problema della correlazione fra biostratigrafia a mammiferi e quelle definite sulle successioni polliniche. Da queste premesse risulta evidente che molto lavoro deve essere ancora svolto prima di avere un soddisfacente quadro della stratigrafia continentale.

2. LE FAUNE A MAMMIFERI DEL PLIO-PLEISTOCENE ITALIANO E LE LORO CORRELAZIONI

2.1 - Negli ultimi dieci anni, soprattutto per merito di Azzaroli, si è consolidato l'uso di un certo numero di unità fauni-

stiche che abbracciano gran parte del Pliocene e del Quaternario e che sono basate solo sui macromammiferi. Alcune di queste unità, anche se ormai accolte dalla comunità scientifica, richiedono tuttavia sul piano formale una più precisa definizione. Dal basso verso l'alto sono riconosciute le Unità Triverna, Montopoli, Olivola, Tasso e Farneta. Queste unità coprono attualmente in Italia l'« Età » a mammiferi del Villafranchiano. Altre faune locali più antiche e più recenti del Villafranchiano presenti in Italia non consentono ancora una loro soddisfacente collocazione in unità faunistiche ben definite. Tale faune sono, per quanto riguarda il pre-Villafranchiano, Baccinello V3, il Casino (complesso lacustre superiore), Val di Pugna. Per quanto riguarda il post-Villafranchiano le località fossilifere sono molto più numerose, ma per la maggior parte di esse sussistono ancora difficoltà ad inserirle in una corretta successione cronologica. Nonostante ciò queste faune permettono di avere un quadro orientativo della situazione stratigrafica di questo intervallo di tempo.

Tra l'Unità di Montopoli e quella di Olivola c'è un salto cronologico che in Francia è colmato da varie faune locali le più importanti delle quali sono Saint Vallier, Le Coupet, Chilhac. Anche la fauna di Tegelen in Olanda sembra essere più antica di quella di Olivola. Nella Valle del Sacco e a Colleparado (Anagni) Segre, 1982, ha raccolto fossili che potrebbero collocarsi in una posizione stratigrafica non troppo diversa da quella di Saint Vallier.

2.2 - Baccinello V3 (Grosseto). I mammiferi che caratterizzano questa fauna locale sono stati raccolti in una quindicina di punti fossiliferi ubicati nella parte superiore della serie continentale dell'area di Baccinello. Un elenco della fauna si trova in Hürzeler and Engesser, 1976. L'associazione è caratterizzata da forme del Turoliano (Tortoniano p.p. - Messiniano) accompagnate da elementi che denunciano eventi migratori posteriori a questa età. È particolarmente significativa la presenza di un leporide, determinato come aff. *Hypolagus*, di un tapiro e di un rinoceronte del tipo *Dicerorhinus megarhinus*. Il tapiro dimostra il ritorno ad un clima umido come si verificò all'inizio del Rusciniense, « Età » a mammiferi corrispondente grosso modo al Pliocene inferiore degli autori italiani.

La fauna di Baccinello V3 rappresenta la fine delle condizioni di endemismo nella Toscana meridionale e il collegamento definitivo all'area continentale europea. Baccinello V3 per l'associazione di forme tipicamente turoliane con specie più moderne ha analogie con faune locali della Spagna (Alcoy e Venta del Moro), del Sud Africa (Langebaanweg-Varswater Formation) e della Libia (Sahabi) che sembrano collocarsi alla transizione fra il Turoliano e il Rusciniense. In particolare i livelli fossiliferi della Varswater Formation di Langebaanweg (Hendey, 1981) furono depositi durante la trasgressione che nella costa Atlantica africana segna l'inizio del Pliocene. Lorenz, 1968, attribuisce il livello V3 al Messiniano per la presenza di *Hipparion* e per la sovrapposizione di sedimenti marini da lui attribuiti al Pliocene più basso. La difficile interpretazione sistematica dei pochi resti di *Hipparion* e la fauna banale dal punto di vista stratigrafico dei sedimenti marini che bordano il bacino continentale di Baccinello, non consentono di considerare la datazione di Lorenz sufficientemente provata. Il problema stratigrafico di Baccinello V3 non può considerarsi certo risolto, tuttavia per le considerazioni esposte precedentemente noi riteniamo molto probabile una correlazione del V3 con una fase iniziale del Pliocene marino. La presenza nei sedimenti di cristalli e di vene di gesso secondario potrebbe essere dovuta al dilavamento di affioramenti gessosi messiniani e quindi avvalorare questa correlazione.

2.3 - Il Casino — complesso lignitifero superiore — (Siena). I fossili furono raccolti in varie miniere di lignite nei dintorni

di Staggia Senese. La maggior parte dei resti proviene dal livello torboso soprastante il livello di lignite picea della miniera Il Casino.

L'associazione faunistica è povera e quindi risulta difficile fare correlazioni di dettaglio con le faune locali dell'area mediterranea. La presenza di *Parabos cordieri* e *Sus minor* associati a *Tapirus arvernensis* indica un'« Età » Rusciniense inferiore, correlabile con l'Unità Montpellier della Francia meridionale. Tuttavia il ritrovamento di *Exaprotodon*, genere di larga diffusione nel Turoliano terminale, fa pensare che l'età della fauna possa essere leggermente più antica di quella di Montpellier.

I rapporti con Baccinello V3 meritano un più approfondito chiarimento.

Per quanto concerne la sua correlazione con la biostratigrafia marina si può soltanto dire che i depositi a mammiferi del Casino poggiano su gessi attribuiti al Messiniano o a parte di esso, e sono sovrastati da sedimenti marini attribuiti alla biozona a *Globorotalia puncticulata* (Lazzarotto and Sandrelli, 1979).

2.4 - Val di Pugna (Siena). La fauna a mammiferi trovata nella successione marina di Val di Pugna è molto povera, comunque la presenza di *Alephis lyrix* e di un sirenide, *Felsinotherium gervaisi*, più progredito della specie *F. serresi* di Montpellier, rende molto probabile la correlazione con l'Unità Perpignan della Francia meridionale.

I sedimenti marini, in cui sono stati raccolti i resti di mammiferi, sembrano riferibili, in base alle condizioni geologiche dell'area di Siena (Gandin, 1982), alla biozona a *G. puncticulata*. Una correlazione dell'Unità Perpignan con la biozona a *G. puncticulata* contrasta con le conclusioni di Suc, 1982, il quale colloca le faune di Montpellier e Perpignan in un orizzonte geologico correlabile con la parte inferiore della biozona a *Globorotalia crassaformis*, all'incirca nell'intervallo compreso tra gli eventi Mammoth e Kaena. Suc basa le sue conclusioni sui risultati delle analisi polliniche effettuate sui sedimenti affioranti in Languedoc-Roussillon e di quelle condotte sui campioni dei pozzi Autan 1 (Golfo del Leone) e Garraf 1 al largo di Barcellona; la calibratura con la scala paleomagnetica è stata fatta correlando le biozone a foraminiferi di quei pozzi con quelle del DSDP Site 132. Le conclusioni a cui giunge Suc non possono essere considerate sufficientemente provate in quanto le associazioni polliniche sono uno strumento da utilizzare con prudenza nelle correlazioni. Infatti, a parte i possibili rimaneggiamenti, i pollini risentono delle diverse situazioni ambientali che possono presentarsi in aree anche limitate. In particolare nell'area considerata esistono forti differenze ambientali tra il bacino del Rodano, che certamente ha fatto sentire i suoi effetti nella zona del pozzo Autan 1, e le aree calcaree limitrofe più elevate dove dovevano permanere condizioni di maggiore aridità. Da ciò segue l'alta probabilità che associazioni diverse potessero trovarsi nello stesso tempo in luoghi vicini così come associazioni simili in tempi diversi. Tenendo anche conto dei dati stratigrafici sulle unità a mammiferi successive riteniamo più ragionevole correlare l'Unità Perpignan con livelli della biozona a *G. puncticulata*.

Tra la fauna della Val di Pugna e la successiva associazione faunistica dell'Unità Triverna, non vi sono in Italia faune locali significative. In Francia e in Spagna in questo intervallo stratigrafico si inseriscono le faune locali di Sète e Layna dove viene segnalato per la prima volta nell'area del Mediterraneo occidentale il genere *Miomys*. A Layna inoltre compare *Chasmaporthetes* (= *Euryboas*) e persistono le specie rusciniane « *Hyaena* » *donnezani* e *Nyctereutes donnezani*.

2.5 - Unità Faunistica Triverna. — La fauna proviene da vari giacimenti disposti lungo le valli della Triverna e della Tri-

versola nella zona di Villafranca d'Asti. Azzaroli, 1977, nel proporre questa unità faunistica non ha indicato una fauna locale di riferimento. È molto probabile che i fossili provengano da uno stesso orizzonte geologico e pertanto tale unità, allo stato attuale può essere ragionevolmente accettata. Spesso infatti i fossili contenuti in singoli giacimenti di località molto vicine non sono sufficienti a caratterizzare un'associazione, ma se riconosciuti appartenere allo stesso livello, sommati insieme possono ragionevolmente essere considerati rappresentativi di una fauna locale.

Oltre alle faune delle varie località presso Villafranca d'Asti, nell'Unità Triverna possono essere incluse le faune locali di Gaville e della miniera lignitifera della Santa Barbara nel Valdarno Superiore, di Barga e di Pieve di Fosciana nella Garfagnana, di Spoleto e molto probabilmente di Arcille (Grosseto). Anche le faune delle località francesi di Viale e di Les Etouaires sono senza dubbio riferibili alla suddetta unità faunistica. A Viale, Bandet, Donville and Michaux, 1978, attribuiscono un'età radiometrica posteriore o uguale a 3,3 M.A. e comunque non più recente di 2,6 M.A. In questo intervallo temporale la scala paleomagnetica dà nel crono Gauss i due eventi negativi Mammoth e Kaena, che Lindsay, Opdyke and Johnson, 1980, hanno riconosciuto nei sedimenti affioranti alla fornace RDB, una delle località della Triverna. Una datazione intorno ai tre milioni di anni della Triverna e dei suoi equivalenti Les Etouaires e Viale, è rafforzata dalla comparsa in questa Unità di erbivori e carnivori di grossa taglia che denunciano un accentuarsi della degradazione degli ambienti forestali, degradazione iniziata già nella parte superiore dell'unità precedente come si rileva dall'arrivo di *Chasmaporthetes* e di *Miomys*. Queste variazioni ambientali possono essere correlate con il raffreddamento del clima che iniziò appunto intorno ai 3 milioni di anni fa. La variazione climatica è stata messa in evidenza anche nel DSDP Site 132 da Keigwin and Thunel, 1979. I depositi continentali della Triverna stanno sopra o, almeno in parte, lateralmente alle sabbie del Pliocene marino di facies « astiana », che affiorano nell'area di Asti. Presso Valleandona, Sampò, Zappi and Caretto, 1968, e Colalongo *et al.*, 1972, hanno segnalato la presenza in un livello argilloso sottostante le sabbie « astiane » di *Uvigerina* cf. *rutile*, foraminifero che nell'area mediterranea si estingue alla fine della biozona a *G. puncticulata*. Questo dato non è in contrasto con la datazione intorno a 3 M.A. dell'Unità Triverna.

2.6 - Unità Faunistica Montopoli. — È essenzialmente rappresentata dalla fauna locale di Montopoli (Pisa), la quale è da considerare come la fauna tipo di questa Unità. I resti di mammiferi facevano parte quasi tutti di un unico accumulo entro molasse di facies litorale al tetto della serie del Pliocene marino del Valdarno inferiore. Una lista faunistica aggiornata è in De Giuli and Heintz, 1974.

L'Unità è caratterizzata dalla comparsa di *Equus* e *Mammuthus*, mentre sembrano essere scomparsi *Zygodontomys* e *Tapirus*. Questi eventi indicano un'ulteriore degradazione delle coperture forestali e un deciso aumento degli spazi aperti. Alla stessa unità sono riferiti i ritrovamenti toscani di Laiatico, Dianella e Sant'Andrea in Percussina.

I sedimenti che contengono la fauna a mammiferi di Montopoli, sebbene privi di fossili marini significativi, sono ragionevolmente attribuibili al Pliocene medio, biozona a *G. crassaformis*, in base alle seguenti considerazioni:

1 - la fase regressiva (facies « astiana ») del Pliocene marino del Valdarno inferiore inizia poco dopo la comparsa di *G. crassaformis* (Bossio *et al.*, 1981);

2 - In tutta la Toscana non sono stati trovati affioramenti riferibili alla biozona a *Globorotalia inflata*;

3 - Lindsay *et al.*, 1980, hanno rilevato che i sedimenti con i resti di mammiferi si trovano immediatamente sopra al passaggio da un'intervallo a polarità magnetica normale ad uno a polarità invertita, attribuibili rispettivamente al Gauss e al Matuyama;

4 - la recrudescenza climatica denunciata dall'associazione a mammiferi suggerisce una corrispondenza cronologica coll'inizio della fase pretigliana della stratigrafia pollinica in perfetto accordo con i dati paleomagnetici.

Queste conclusioni sono rafforzate dal fatto che a Rocanetra, dove Eisenmann e Brunet 1972, segnalano per la prima volta in Francia il genere *Equus*, Savage and Curtis, 1970, hanno datato radiometricamente il giacimento fossilifero 2.5 M.A.

L'Unità di Montopoli e quella della Triversa costituiscono, secondo i vari autori, l'« Età » a mammiferi del Villafranchiano inferiore. Tuttavia l'importanza del cambiamento faunistico fra queste due unità, cambiamento riscontrabile con chiarezza almeno in tutta l'Eurasia, suggerisce l'opportunità di non raggrupparle in una stessa superunità.

2.7 - Unità Faunistica Olivola. — È caratterizzata dalla fauna locale tipo (Azzaroli, 1977) raccolta presso Olivola (Val di Magra) in una singola tasca di un deposito fluviale con spesse lenti ghiaiose.

La fauna di Olivola registra l'arrivo in Italia di *Canis etruscus* e di *Pachycrocuta brevirostris*. All'Unità Olivola sono state riferite alcune faune provenienti da località del Valdarno superiore, ma nella maggioranza dei casi si tratta di fossili di antiche collezioni con indicazioni molto grossolane dei luoghi di raccolta e senza informazioni di carattere geologico. Una fauna locale che risponde a moderni criteri di raccolta è quella di Matassino; questa si correla molto bene con la fauna di Olivola.

Un dato importante per inquadrare cronologicamente l'Unità Olivola è il suo rapporto stratigrafico con la fauna di Tegelen (Olanda). Quest'ultima proviene da argille con l'associazione floristica tipo del Tigliano che comprende l'evento paleomagnetico Olduvai. L'assenza a Tegelen del genere *Canis* e di *P. brevirostris*, insieme ad una probabile maggiore arcaicità del *Mammuthus meridionalis* e del *Leptobos* presenti nella fauna, inducono a ritenere l'età di Olivola più recente. L'evento migratorio del cane e del grosso ienide potrebbe essere così legato al raffreddamento climatico indicato dalla flora eburonica che segue immediatamente la fase calda tigliana. Mancano a tutt'oggi informazioni che consentano una correlazione diretta fra l'Unità Olivola e la biostratigrafia marina, tuttavia le considerazioni di cui sopra fanno ritenere assai ragionevole una corrispondenza di questa unità faunistica con la parte inferiore della biozona a *Globigerina cariacensis*.

2.8 - Unità Faunistica Tasso. La definizione di questa unità è stata basata finora su un insieme di fossili provenienti da varie località del Valdarno superiore senza indicazione di una fauna locale tipo. Questo in conseguenza del fatto che la grande maggioranza delle faune fa parte di antiche collezioni dove mancano informazioni precise di carattere geologico e geografico, come si è visto anche a proposito della fauna del Valdarno attribuibile all'Unità Olivola. Solo di recente in località Casa Frata, presso Terranuova Bracciolini (Arezzo), è stata raccolta una ricca fauna che ben rappresenta l'associazione che caratterizza l'Unità Tasso. Riteniamo quindi conveniente proporre la fauna di Casa Frata come la fauna locale tipo dell'Unità faunistica Tasso. Un elenco completo di detta fauna è in Borselli *et al.*, 1980. Nell'associazione era stata segnalata la presenza di *Megalovis* sp. che in una successiva revisione De Giulis e Masini, 1983, hanno riferito al genere *Praeovibos*.

Gli elementi più caratteristici di questa Unità sono dati dalla comparsa di *Equus steblini*, *Leptobos vallisarni*, *Praeovibos* sp., *Canis falconeri*. Molto probabilmente, sono elementi di nuova immigrazione *Canis arvensis* e, con qualche riserva, *Hippopotamus antiquus* (= *H. major*) che non sono stati trovati nel giacimento di Casa Frata ma che provengono da altre località del Valdarno superiore assunte come appartenenti all'Unità Tasso.

Le novità faunistiche di questa Unità nel loro insieme indicano il perdurare di condizioni di clima deteriorato e vi sono, quindi, motivi per pensare di essere ancora nella fase eburonica. Da questo si può ipotizzare una correlazione dell'Unità Tasso con un intervallo della parte superiore della biozona a *G. cariacensis*.

2.9 - Unità Faunistica Farneta. Questa unità non ha ancora una soddisfacente definizione e tende ad essere utilizzata come raccoglitrice di una serie di faune di diverse località italiane (Selvella, Mugello, Imola, Crostolo, Lefte p.p., Gargano) attribuibili genericamente alla fase più tarda del Villafranchiano. A tutt'oggi l'unico elemento distintivo rispetto all'Unità Tasso sarebbe rappresentato dal passaggio evolutivo di *Mammuthus meridionalis meridionalis* a *M. meridionalis vestinus*.

Non vi sono dati per stabilire se l'Unità Farneta sia ancora entro la fase eburonica oppure in un tempo successivo. A Imola sono stati raccolti resti di mammiferi, attribuiti a questa unità, in sedimenti litorali che giacciono su livelli contenenti *Hyalinea baltica*. Nella serie del Santerno sono stati fatti rilevamenti paleomagnetici che purtroppo da vari autori non sono stati considerati attendibili e che quindi non possono essere utilizzati. Possiamo comunque ritenere l'Unità Farneta situata in una fase pre-Jaramillo perchè in Francia il giacimento di Le Vallonet, che contiene una fauna più moderna, ha rivelato una magnetizzazione positiva riferibile all'evento Jaramillo.

2.10 - Le faune riferibili a età immediatamente posteriori all'Unità Farneta sono in Italia ancora poco conosciute, generalmente povere e legate quasi sempre a fenomeni carsici. Il rinnovamento faunistico sembra passare attraverso 3 fasi successive che vedono un progressivo impoverimento delle componenti a facies villafranchiana.

Nella prima fase persistono forme evolute di *Allophaiomys* (Cava Sud e Viatelle nel Veronese, Monte Peglia in Umbria) e si ha una situazione faunistica confrontabile con quella della località francese di Le Vallonet dove, come detto sopra, è stata messa in evidenza una magnetizzazione positiva che viene riferita all'evento Jaramillo. Nella seconda fase si ha una fauna a micromammiferi, senza *Allophaiomys*, con *Mimomys savini* e con macromammiferi, in gran parte rinnovati ma con ancora forme di facies villafranchiana (*Pachycrocuta brevirostris*, *Homotherium crenatidens*, *Panthera gombaszögensis*, *Diceroshinus* cf. *etruscus*, *Equus marxi*). La fauna locale italiana che meglio rappresenta questo secondo momento è quella di Slivia (Ambrosetti *et al.*, 1979). Nella terza fase si ha l'immigrazione di *Arvicola* e il numero di forme villafranchiane è trascurabile. Tipica di questo periodo è la fauna di Isernia dove datazioni radiometriche e rilevamenti paleomagnetici concordano nell'assegnare un'età poco più antica di 0.7 M.A. In conclusione la maggior parte del rinnovamento faunistico sembra essere avvenuto in Italia fra 1.0 e 0.7 M.A. in corrispondenza del raffreddamento della fase menapiana.

OPERE CITATE

AMBROSETTI, P.L., BARTOLOMEI, G., DE GIULI, C., FICCARRELLI, G., TORRE, D., 1979, La breccia ossifera di Slivia

- (Aurisina-Sistiana) nel Carso di Trieste: Boll. Soc. Pal. It., v. 18, pp. 207-220, Modena.
- AZZAROLI, A., 1977, The Villafranchian Stage in Italy and the Plio-Pleistocene Boundary: *Giornale di Geologia*, (2), v. 41, pp. 61-79, Bologna.
- , 1982, Remarques sur les subdivisions chronologiques du Villafranchien: *Actes du Coll. Int. «Le Villafranchien méditerranéen»*, pp. 7-14, Lille.
- BANDET, Y., DONVILLE, B., MICHAUX, J., 1978, Etude géologique et géochronologique du site villafranchien de Viallette (Puy-de-Dôme): *Bull. Soc. géol. France*, v. 20, pp. 245-251, Paris.
- BORSELLI, V., DE GIULI, C., FICCARELLI, G., MAZZINI, M., 1980, Casa Frata: una località fossilifera del Villafranchiano Superiore presso Terranuova Bracciolini (Arezzo) nel Valdarno Superiore: *Boll. Soc. Pal. It.*, v. 19, pp. 254-258, Modena.
- BOSSIO, A., MAZZANTI, R., MAZZEI, R., MENESINI, E., NENCINI, C., SALVATORINI, G. and UGHI, R., 1981, Nuove osservazioni sulla stratigrafia delle formazioni plioceniche e pleistoceniche di Casciana Terme: IX Convegno Soc. Pal. It., pp. 91-120, Pisa.
- COLALONGO, M.L., PADOVANI, A., SARTONI, S., TAMPIERI, R., D'ONOFRIO, S., ELMI, C., FRANCAVILLA, F., MANZONI, M., POLUZZI, A., RUSSO, A., 1972, Biostratigrafia e cronostatigrafia del Pliocene: *Boll. Soc. Geol. It.*, v. 91, pp. 489-509, Roma.
- DE GIULI, C. and HEINTZ, E., 1974, *Gazella borbonica* (Bovidae, Artiodactyla, Mammalia), nouvel element de la faune villafranchienne de Montopoli, Valdarno Inferieur, Pisa, Italia: *Atti Soc. Tosc. Sc. Nat. Mem.*, v. 81, pp. 227-237, Pisa.
- , and MASINI, F., 1983, A new element of the Late Villafranchian (Tasso Unit) faunas of Italy: occurrence of Ovibovini (Bovidae, Artiodactyla, Mammalia) in the fauna of Casa Frata (Upper Valdarno, Tuscany): *Boll. Soc. Pal. It.*, v. 22 (3), pp. 271-280, Modena.
- EISENMANN, V. and BRUNET, J., 1973, Présence simultanée de cheval et d'Hipparion dans le Villafranchien Moyen de France, à Rocaneyra (Puy-de Dôme); étude critique de cas semblables (Europe et Proche-Orient). *Int. Coll. «The Boundary between Neogene and Quaternary» Coll. of. Pap. IV*, pp. 104-122, Moscow.
- GANDIN, A., 1982, Considerazioni stratigrafico-paleogeografiche. In: «Il Graben di Siena, studi geologici, idrogeologici e geofisici finalizzati alla ricerca di fluidi caldi nel sottosuolo»: CNR Progetto Finalizzato Energetica. (preprint), Roma.
- HENDEY, Q.B., 1981, Paleoeology of the Late Tertiary Fossil occurrence in «E» Quarry, Langebaanweg, South Africa, and a reinterpretation of their geological context: *Annals of the South-African Museum*, v. 84, pp. 1-104, Cape Town.
- HÜRZELER, J. and ENGESSER, B., 1976, Les faunes de mammifères néogènes du Bassin de Baccinello (Grosseto, Italie): *C.R. Acad. Sc. Paris*, v. 283, pp. 333-336, Paris.
- KEIGWIN, jr. L.D. and THUNELL, R.C., 1979, Middle Pliocene climatic change in the western Mediterranean from faunal and oxygen isotopic trends: *Nature*, v. 282, pp. 294-296.
- LAZZAROTTO, A. and SANDRELLI, F., 1979, Stratigrafia e assetto tettonico delle formazioni neogeniche nel Bacino del Casino (Siena): *Boll. Soc. Geol. It.*, v. 96 (1977), pp. 747-762, Roma.
- LINDSAY, E.H., OPDYKE, N.D. and JOHNSON, N.M., 1980, Pliocene dispersal of the horse *Equus* and late Cenozoic dispersal events: *Nature*, v. 287, pp. 135-138.
- LORENZ, H.G., 1968, Stratigraphische und micropaläontologische Untersuchungen des Braukohlengbietes von Baccinello (Prov. Grosseto - Italien): *Riv. It. Paleont. Strat.*, v. 74, pp. 147-270.
- SAMPÒ, M., ZAPPI, L., CARETTO, P.G., 1968, Les foraminifères de «l'Astien»: *Giornale di Geologia*, (2) 35, pp. 277-293, Bologna.
- SAVAGE, D.E. and CURTIS, G.H., 1970, The Villafranchian Stage-Age and its Radiometric Dating: *Geol. Soc. America, Special Paper*, 124, pp. 207-231.
- SEGRE, A.G. 1982, Considerazioni sulla cronostatigrafia del Pleistocene Laziale: *Riunione annuale dell'IHP*. (preprint), Roma.
- SUC, J-P., 1982, Palynostratigraphie et paléoclimatologie du Pliocène et du Pléistocène inférieur en Méditerranée nord-occidentale: *C.R. Acad. Sc. Paris*, v. 294, pp. 1003-1009, Paris.
- TEDFORD, R.H., 1970, Principles and Practices of Mammalian Geochronology in the North America: *Proc. North Amer. Paleont. Convention*, sept. 1969, pp. 666-703.