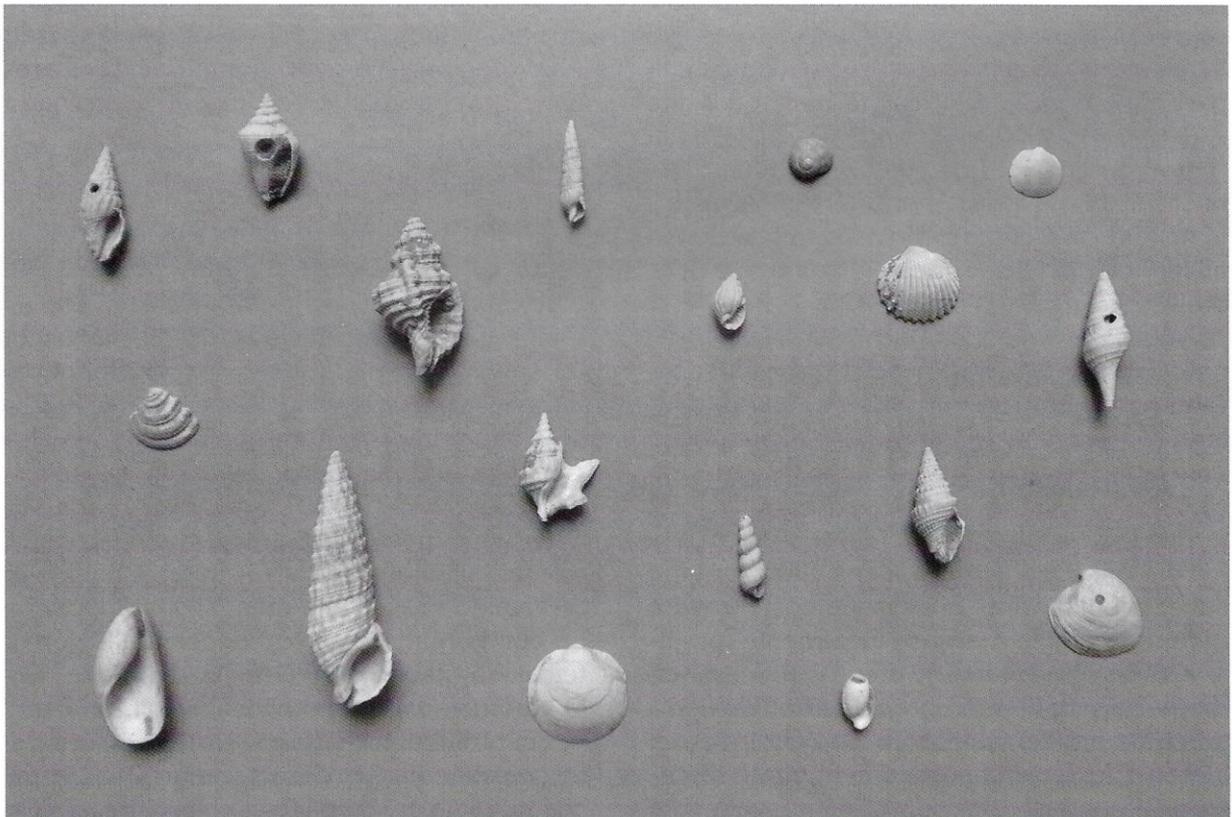




# Considerazioni paleoecologiche su di un affioramento fossilifero storico del bacino di Siena

FRANCESCO NALDI  
Scuole di Scienze, Università di Bologna



Molluschi Fossili.

## Sommario

Siena ed i suoi affioramenti hanno costituito – e continuano a costituire – una delle aree fossilifere più importanti d'Italia ed una delle principali zone per lo studio della biodiversità italiana nel Pliocene, con pubblicazioni al riguardo esistenti già dal XVIII e XIX secolo (CALURI, 1767; DE STEFANI & PANTANELLI, 1878). Il recente impulso da parte di paleontologi e zoologi, nell'analisi della biodiversità e dei rapporti filogenetici all'interno del phylum Mollusca sia nelle successioni plioceniche che nei mari attuali (fra gli altri CHIRLI, 1997; DELLA BELLA & SCARPONI, 2007; BOUCHET et al., 2011) ha stimolato un rinnovato interesse per le località ormai storiche del territorio: in questa prospettiva è stato avviato questo primo progetto di descrizione e catalogazione di un affioramento all'interno di un'area classica per le analisi sulla diversità malacologica durante il Pliocene. Il progetto inoltre è volto alla valorizzazione del patrimonio fossile rinvenuto nelle successioni sedimentarie. Questa ricerca verte sull'analisi tassonomica e relative considerazioni paleoambientali di un affioramento situato in un areale considerato classico per lo studio della biodiversità del Pliocene italiano.

## Inquadramento geologico-stratigrafico

L'affioramento in esame è incluso nel Bacino di Siena, una depressione tettonica (*graben*) localizzata ad est della Dorsale Medio Toscana e delimitata da due alti strutturali (*horst*): la Dorsale del Monte Amiata ad ovest, e la Dorsale dei Monti del Chianti-Monte Cetona ad est. Il *graben* di Siena ha una forma allungata e fa parte di una serie di bacini formatisi durante il Tortoniano superiore (circa 10 – 7,2 Ma) in regime distensivo. I rilievi che delimitano tali bacini hanno avuto importanza fondamentale nella definizione dei processi deposizionali all'interno dei bacini stessi (Lazzarotto & Sandrelli, 1979; Bossio et al., 1993; 1999).

La successione sedimentaria marina del bacino di Siena poggia su depositi fluvio-lacustri (alternanze fra conglomerati e arenarie) risalenti al Messiniano (7,2 – 5,3 Ma). Durante lo Zancleano ed il successivo piano Piacenziano (3,6 – 2,6 Ma), nella zona di studio si depositarono, con contatto discordante rispetto alle formazioni continentali appena citate, potenti successioni marine. Si possono così ritrovare dapprima argille marnose localmente fossilifere ("Argille Azzurre"), mentre successivamente appare un membro transizionale composto da argille sabbiose o limi che passa a litareniti feldspatiche poco cementate di color giallo-ocra, ricche in fossili e notevolmente bioturbate ("Sabbie di S. Vivaldo"), ritenute di ambiente marino poco profondo e/o lagunare

(Terzuoli, 1997).

La sedimentazione marina nel bacino di Siena termina nel Gelasiano (Pleistocene inferiore, 2,6 – 1,8 Ma) quando l'area è oggetto di un generalizzato sollevamento tettonico; di conseguenza, l'ambiente deposizionale ritorna gradualmente di tipo continentale, iniziando da depositi fluvio-deltizi. Si riferiscono a questo periodo i depositi alluvionali terrazzati ("DAT"), un insieme di conglomerati e arenarie poco cementate databili al Quaternario superiore.

## La sezione "Terre Rosse"

L'affioramento in esame rientra in quelle litofacies sabbioso-siltose ricche in molluschi note nei dintorni di Siena col nome di "Creste Senesi" (Manganelli & Spadini, 2001). Esso è situato nel comune di Castelnuovo Berardenga in provincia di Siena alle coordinate 43°19'51"N; 11°35'11"E (Fig. 1). La sezione esaminata è spessa 8,6 metri e mostra due unità litologiche sopra citate: le Sabbie di S. Vivaldo (SVV), alle quali si sovrappongono con contatto erosivo i depositi alluvionali terrazzati quaternari ("DAT"). All'interno della sezione sono inoltre riconoscibili un certo numero di litofacies (Fig. 2).

La porzione basale della sezione (0 – 1 m) è costituita da un deposito sabbioso massivo, a grana medio-fine, caratterizzato da una diminuzione di granulometria verso l'alto. Il conte-

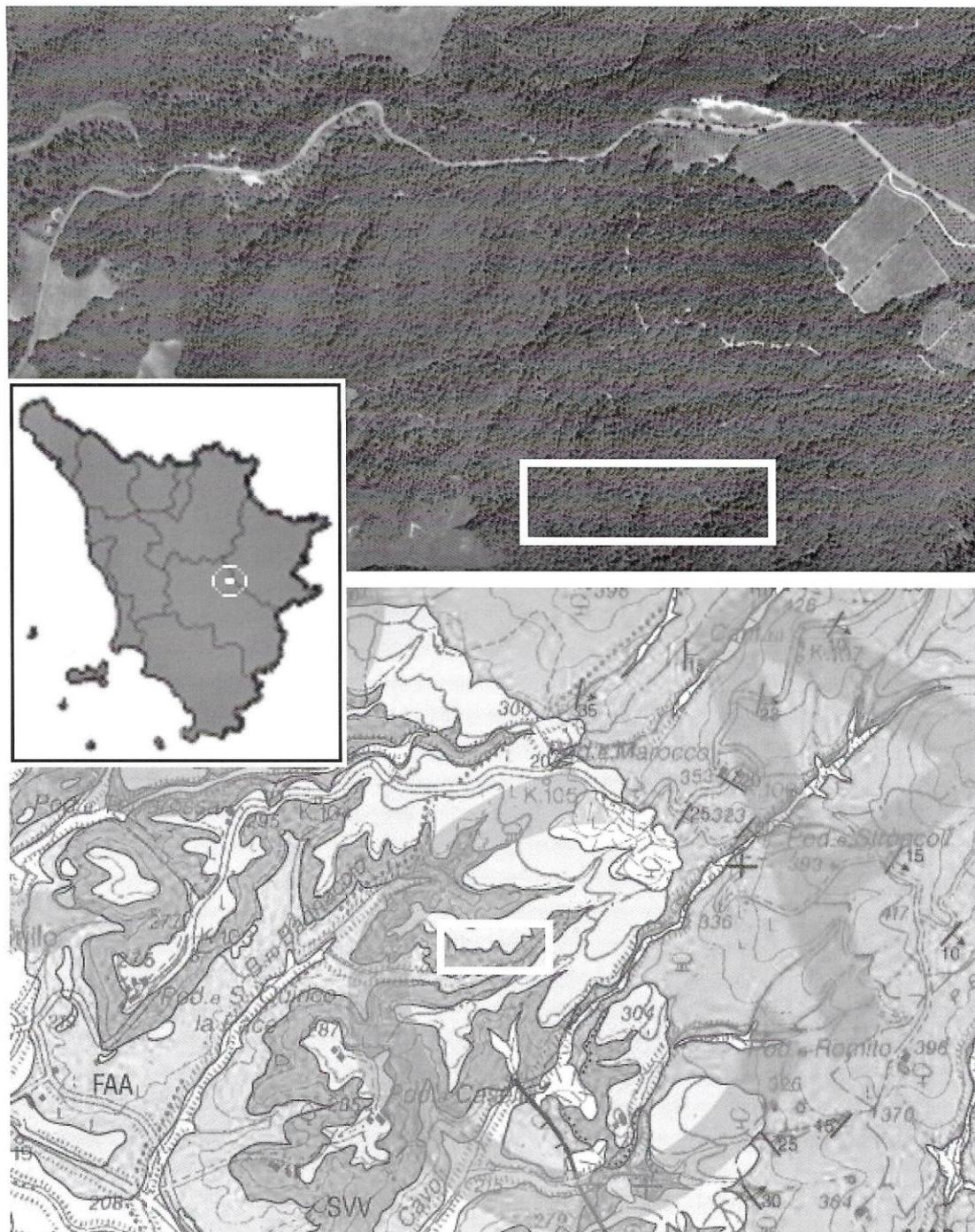


Fig. 1 – Area di studio e localizzazione dell'affioramento “Terre Rosse”.

nuto macrofossilifero è essenzialmente rappresentato da *Glycymeris* sp. in posizione fisiologica; purtroppo il pessimo stato di conservazione non ha consentito il prelevamento di alcun campione volumetrico.

Tra 1 e 5,2 m, un intervallo arenaceo debolmente cementato, massivo, con lieve tenden-

za *fining upward* e riccamente fossilifero costituisce la porzione centrale della sezione. In questo intervallo stratigrafico sono stati prelevati 4 campioni volumetrici (1-4). Tutto l'intervallo arenaceo non presenta tracce di stratificazione e le uniche variazioni apprezzabili sono relative alla densità dei molluschi fossili,

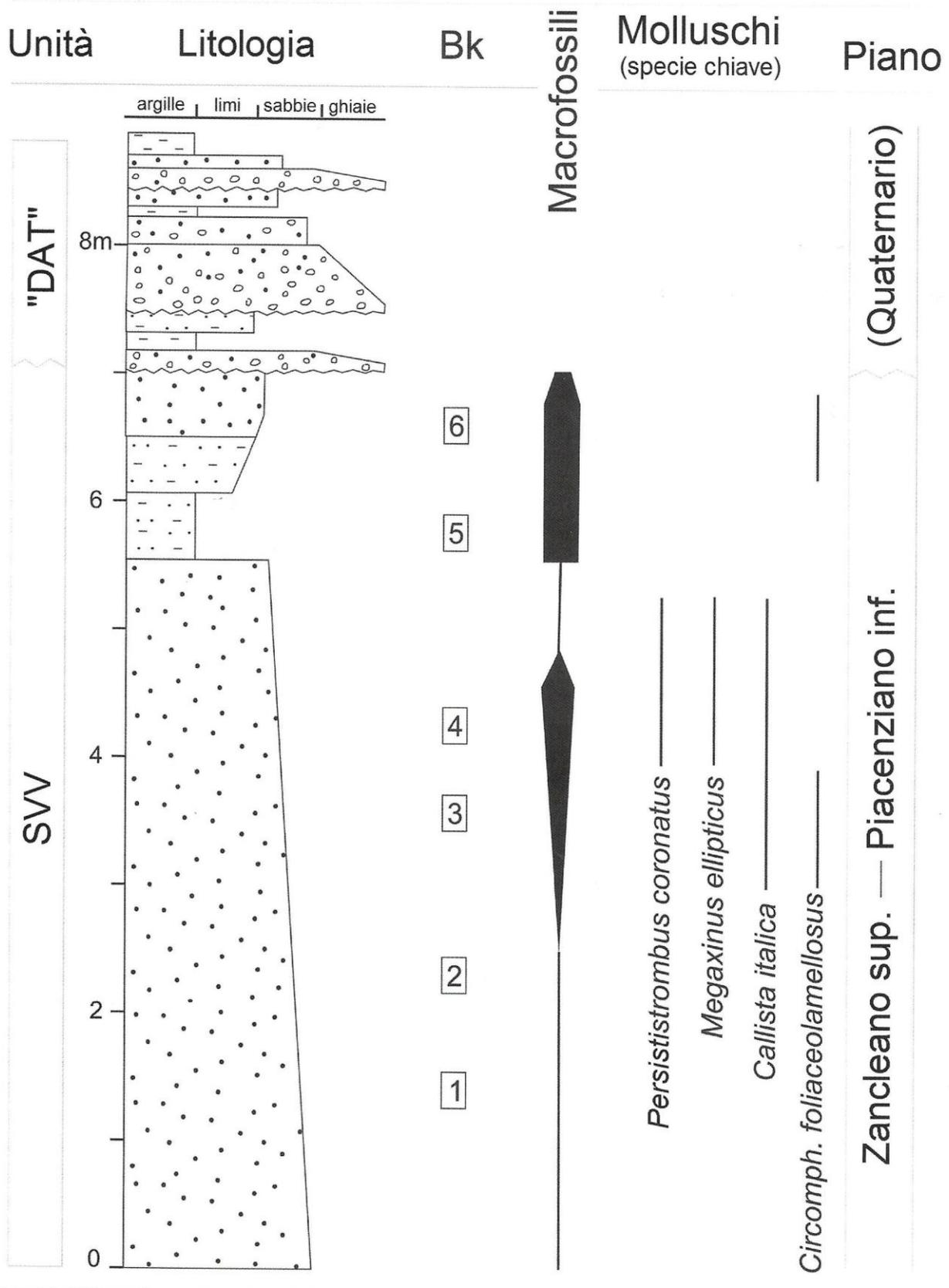


Fig. 2 – Log della sezione "Terre Rosse" (da Naldi *et al.*, 2013).



Fig. 3 – Parte superiore della sezione. La linea indica la base dei DAT quaternari.

peraltro ben conservati.

Tra 5,2 e 5,5 m si presenta un'arenaria silto-sa cementata, senza macrofossili, alla quale si sovrappone uno strato di circa 0,5 m di pelite silto-sa, completamente bioturbata ed assai fossilifera, dalla quale è stato prelevato un campione volumetrico (5). Nella porzione sommitale si nota un sottile (0,1 m) orizzonte a cogoli (concrezioni diagenetiche sferoi-

dali). Le peliti silto-sa passano gradualmente verso l'alto a granulometrie più grandi fino a divenire arenarie medie, ricche in frustoli e macrofossili e dello spessore di 0,3 m, dalle quali è stato prelevato l'ultimo campione volumetrico (6).

Tra 6,8 e circa 7 m è presente una siltite debolmente cementata ricca in frustoli ma senza malacofauna, possibilmente la base dei DAT

quaternari (Fig. 3). I DAT si ritrovano nell'intervallo tra circa 7 ed 8,6 m ed al loro interno si possono riconoscere due litofacies: quella basale (7-8 m) prevalentemente costituita da livelli ciottolosi alternati a sabbie e peliti lamine ricche in frustoli vegetali. La parte superiore presenta una granulometria più fine e rappresentata da alternanze di sabbie e peliti, quest'ultime sempre ricche in frustoli vegetali. Nei DAT non si è rinvenuto nessun resto macrofossilifero.

## Campionamento ed analisi

Il prelievo dei 6 campioni (Fig. 2) è stato preceduto da delimitazione e descrizione nell'affioramento di intervalli sedimentari con caratteristiche litologiche e paleontologiche uniformi (volume omogeneo). Per queste unità, un singolo campione volumetrico è stato considerato rappresentativo dell'insieme di associazioni fossili presenti all'interno del volume omogeneo. I campioni volumetrici hanno un volume di circa 3.5 dm<sup>3</sup>. In laboratorio si è proceduto ad eliminarne l'umidità tramite essiccazione, a disgregarli con acqua ossigenata a circa 10 volumi al fine di separare i resti fossili dalla matrice. Il contenuto fossilifero così ottenuto è stato setacciato attraverso maglie da 1 mm ed essiccato nuovamente, dopodiché il materiale fossile di ogni campio-

ne (trattasi per la quasi totalità di molluschi) è stato determinato – se le condizioni del reperto lo consentivano – fino al livello di specie. Alla fine di questo processo si è compilata una lista di taxa appartenenti al *Phylum Mollusca* con relativa abbondanza di questi nei diversi campioni.

Tale lista faunistica è stata oggetto di analisi univariate al fine di risalire alla diversità tassonomica complessiva e dei singoli campioni. Inoltre è stata utilizzata una tecnica di statistica multivariata detta analisi delle corrispondenze detrendizzata (*Detrended Correspondence Analysis*, DCA, Hill & Gauch, 1980), una tecnica molto impiegata dagli ecologi e paleoecologi in quanto permette di individuare le principali direzioni di variazione all'interno di insiemi di dati che, in casi come questi, sono interpretabili come gradienti paleoecologici più o meno complessi (cioè influenzati in maniera preponderante da più o solo un fattore ambientale).

La DCA è stata condotta a livello di genere, per tale motivo tutte le specie congeneriche sono state raggruppate, mentre tutti i taxa sopragenerici non sono stati considerati. Inoltre, seguendo una prassi consolidata in ambito paleoecologico (Patzkowsky & Holland, 2012; Wittmer *et al.*, 2014) dalla matrice di dati sono stati esclusi tutti i generi presenti in un solo campione ed i valori di abbondanza dei singoli taxa sono stati log-trasformati.

Tab. 1 – Specie più abbondanti e valori di dominanza per ciascun campione.

Specie \ Campioni	1 (68 es)	2 (437 es)	3 (673 es)	4 (425 es)	5 (196 es)	6 (33 es)	TOT (1832 es)
<i>Bittium latreillei</i>	1,47%	62,01%	48,14%	3,52%	0,51%	-	33,40%
<i>Spisula subtruncata</i>	4,41%	-	1,04%	27,88%	21,94%	18,18%	10,75%
<i>Tricolia pullus</i>	-	9,61%	4,61%	1,18%	-	-	4,26%
<i>Bittium deshayesi</i>	19,12%	-	0,15%	6,35%	8,67%	-	3,17%
<i>Timoclea ovata</i>	8,82%	-	1,34%	4,71%	2,55%	9,09%	2,35%
<i>Nassarius angulatus</i>	-	-	0,44%	4,47%	8,67%	-	2,13%
<i>Alvania aff. mariae</i>	-	1,83%	2,97%	0,23%	-	-	1,58%
<i>Pusillina sulzeriana</i>	-	-	2,38%	2,35%	-	-	1,42%
<i>Rissoina pusilla</i>	-	4,80%	0,44%	-	0,51%	-	1,36%
<i>Anadara pectinata minor</i>	1,47%	1,37%	2,23%	-	-	-	1,20%

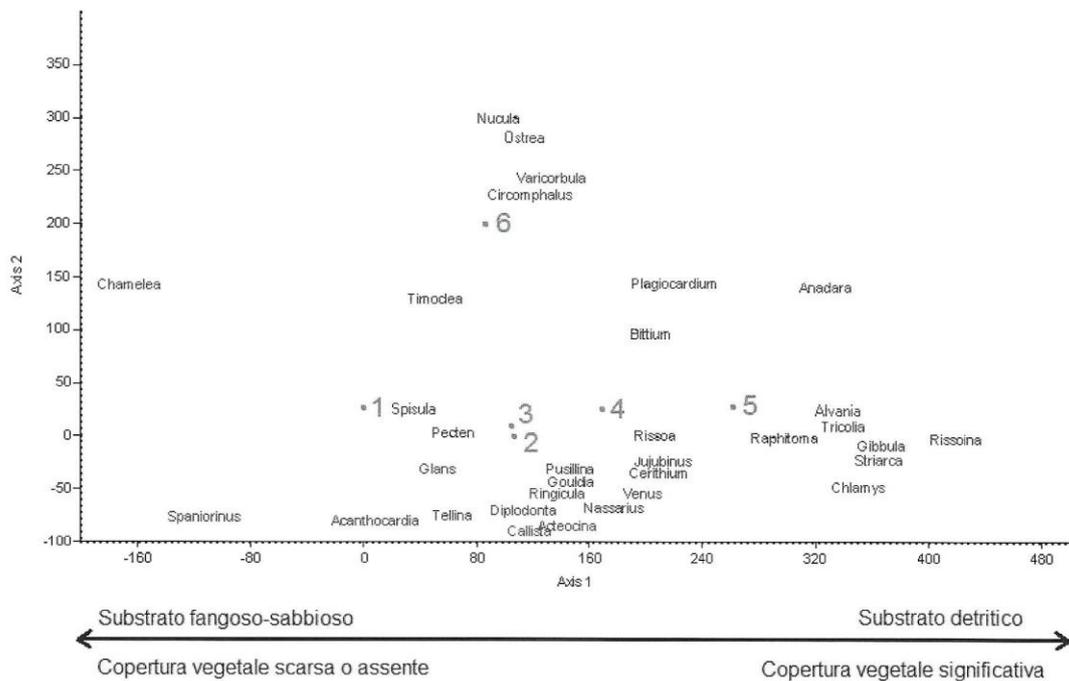


Fig. 4 – Risultato della DCA.

## Considerazioni

Il campionamento della sezione Terre Rosse ha consentito di ottenere un dataset costituito da 120 specie, raggruppate in 88 generi, per un totale di 1832 esemplari appartenenti al Phylum Mollusca. Altri phyla sono rappresentati, ma con un numero trascurabile di reperti, per tale motivo non sono stati considerati. All'interno del dataset le specie ad elevata dominanza sono soprattutto *Bittium latreillii* (PAYRAUDEAU) e *Spisula subtruncata* (DA COSTA) (Tab. 1). Le associazioni si presentano molto ricche per numero di specie e con valori di equitabilità elevati in quasi tutti i campioni prelevati. Questo probabilmente sta ad indicare che l'ambiente deposizionale non presentava parametri fisico-chimici stressanti per lo sviluppo delle biocenosi a molluschi (Tab. 2). I depositi arenacei della sezione hanno permesso il ritrovamento di un nutrito stock di specie aventi affinità subtropicale, presenti nel bacino del Mediterraneo fino all'inizio del deterioramento climatico (~3,0 Ma; Raffi & Monegatti, 2001): in effetti il ritrovamento di *Persististrombus coronatus* (DEFRANCE), *Circumphalus foliaceolamellosus* (DILLWYN), *Megaxinus ellipticus* (BORSON) e *Callista italica*

(DEFRANCE), permette di restringere l'intervallo cronologico della porzione di depositi qui studiati all'unità MPMU 1 così come definita in Raffi & Monegatti (2001).

La DCA suggerisce che l'asse principale (axis 1 in Fig. 4) sia da interpretare come un gradiente relativo alle condizioni del substrato. Tale considerazione è basata sulle caratteristiche autoecologiche dei generi presenti nel dataset e tuttora distribuiti nell'area mediterranea.

L'estremità in basso a destra contiene generi quali *Alvania*, *Gibbula*, *Rissoina*, *Striarca*, *Tricolia*, che sono tipici di ambiente detritico con un certo grado di copertura vegetale, perlopiù relativa a praterie di *Posidonia* e/o ad alghe verdi. La porzione sinistra del grafico invece contiene generi quali *Acanthocardia*, *Chamelea*, *Spaniorinus*, che caratterizzano ambienti con substrati di sabbie fini ben classate o sabbie fangose, senza copertura vegetale. In definitiva, i fattori di gradiente individuati sono orientati orizzontalmente e sono relativi alla copertura vegetale ed alla granulometria del substrato. Applicando il concetto ai nostri campioni, possiamo vedere che i valori "estremi" sono rappresentati dal campione 5 ed 1, rispettivamente indicatori di un paleo-

Tab. 2 – Valori di dominanza ed equitabilità relativi a ciascun campione.

	1	2	3	4	5	6
Generi	14	27	73	66	44	15
Esemplari	68	437	673	425	196	33
Dominanza	0,14	0,40	0,24	0,13	0,11	0,12
Equitabilità	0,85	0,49	0,61	0,71	0,74	0,89

ambiente detritico e/o con buona copertura vegetale, e di un paleoambiente a substrato più fine e con copertura vegetale ridotta o del tutto assente. I rimanenti campioni si collocano come valori intermedi all'interno di questo intervallo (Fig. 4).

La distribuzione batimetrica, al contrario, non sembra un fattore importante nell'ordinazione dei generi lungo i principali assi di variazione. I litotipi riscontrati nell'intervallo inferiore e medio della sezione (più antichi quindi) sono generalmente riconducibili ad un ambiente di transizione alla piattaforma; le caratteristiche ecologiche/paleoecologiche dei generi qui ritrovati sembrano indicare un ambiente infralitorale inferiore.

## Lecture consigliate

- BOSSIO A., COSTANTINI A., LAZZAROTTO A., LIOTTA D., MAZZANTI R., MAZZEI R., SALVATORINI G., SANDRELLI F. (1993) – *Rassegna delle conoscenze sulla stratigrafia del Neautoctono toscano*. Mem. Soc. Geol. It. 49: 17-98.
- BOSSIO A., MAZZEI R., SALVATORINI G., SANDRELLI F. (1999) – *Carta geologica dell'area compresa tra Siena, Poggibonsi e Castellina in Chianti (Provincia di Siena)*. Computergrafica D. Graziosi, Siena.
- BOUCHET P., KANTOR Y.I., SYSOEV A., PUILLANDRE N. (2011) – *A new operational classification of the Conoidea (Gastropoda)*. Journal of Molluscan Studies 77: 273-308.
- CALURI F. (1767) – *Congetture ed osservazioni sopra una conchiglia marina fossile non alterata, creduta di un nuovo genere, ritrovata dentro un'altra conchiglia fossile non alterata della campagna Senese*. Atti dell'Accademia delle Scienze di Siena, detta de' Fisiocritici 3: 262-275.
- CHIRLI C. (1997) – *Malacofauna pliocenica Toscana, Volume 1: Superfamiglia Conoidea*. B.M.B. Firenze,

129 pp.

- DELLA BELLA G., SCARPONI D. (2010) – *Molluschi Marini del Plio-Pleistocene dell'Emilia-Romagna e della Toscana, Conoidea. Vol. 3. Conidae II*. Museo Geologico G. Capellini; L'Informatore Piceno, Ancona, 128 pp.
- DE STEFANI C., PANTANELLI D. (1878-1880) – *Molluschi pliocenici nei dintorni di Siena*. Bollettino della società malacologica italiana 4: 5-32.
- HILL M.O., GAUCH JR H.G. (1980) – *Detrended Correspondence Analysis, an improved ordination technique*. Vegetatio 42: 47-58.
- LAZZAROTTO A., SANDRELLI F. (1979) – *Stratigrafia ed assetto tettonico delle formazioni neogeniche nel bacino del Casino (Siena)*. Boll. Soc. Geol. It. 96: 747-762.
- MANGANELLI G., SPADINI V. (2001) – *I molluschi marini pliocenici dei dintorni di Siena negli scritti di Carlo De Stefani e Dante Pantanelli*. (Volume 8 di Memorie). Accademia delle scienze di Siena detta de' fisiocritici, 366 pp.
- NALDI F., DELLA BELLA G., SCARPONI D. (2013) – *Bela pseudoappeliusi n.sp. (Neogastropoda: Mangeliidae) from the Plio-Pleistocene of Italy*. Bollettino della Società Paleontologica Italiana 52 (2): 71-79.
- PATZKOWSKY M.E., HOLLAND S.M. (2012) – *Stratigraphic paleobiology: understanding the distribution of fossil taxa in time and space*. Chicago, University of Chicago Press, 259 pp.
- RAFFI S., MONEGATTI P. (2001) – *Taxonomic diversity and stratigraphic distribution of Mediterranean Pliocene Bivalves*. Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology 165: 171-193.
- TERZUOLI A. (1997) – *Sedimentologia, icnologia e stratigrafia di alta risoluzione in ambienti marini marginali: A) Le sabbie conglomeratiche costiere del Bacino di Siena (Italia), B) I depositi d'estuario del Bacino dell'Alberta (Canada)*. Università di Siena. Tesi di Dottorato, 99 pp.
- WITTMER J.M., DEXTER T.A., SCARPONI D., AMOROSI A., KOWALEWSKI M. (2014) – *Quantitative Bathymetric Models for late Quaternary Transgressive-Regressive Cycles of the Po Plain, Italy*. The Journal of Geology 122 (6): 649-670.