Boll. Malacologico | Milano | **16** | 7-8 | 225-276 | luglio-agosto 1980

Giulio Pavia (*)

GLI OPERCOLI CALCAREI DELLE NATICIDAE (MOLLUSCA, GASTROPODA) NEL PLIOCENE NORDITALIANO

Riassunto

Vengono descritti gli opercoli di sei specie plioceniche del Piemonte e della Liguria: *Natica virguloides* (Sacco), *Naticarius dillwyni plicatulus* (Bronn), *N. pseudoepiglottinus* (Sismonda), *N. tigrinus* (Defrance), *Tectonatica astensis* (Sacco), *T. tectula* Sacco. Tre opercoli (generi *Natica* e *Tectonatica*) sono qui illustrati per la prima volta.

Negli opercoli viene riconosciuto un avvolgimento debolmente elicospirale con spira destrorsa. L'analisi difrattometrica ha confermato la loro natura aragonitica.

L'organizzazione cristallina è stata studiata al microscopio ottico e al SEM. Gli opercoli risultano composti da strati aragonitici sovrapposti con strutture di tipo trabecolare e di tipo fibroso. In *Natica* e *Naticarius* sono presenti due strati trabecolari centrali con orientazione opposta, mentre in *Tectonatica* manca lo strato trabecolare inferiore.

Lo studio di alcuni parametri morfologici ha permesso un'indagine statistica; la Fig. 5 rappresenta graficamente le differenze biometriche tra le sei specie plioceniche studiate. Nella parte sistematica per ciascuna specie vengono riassunte le caratteristiche conchigliari e viene descritto il relativo opercolo; i dati biometrici sono riassunti in altrettante tabelle.

Abstract

The opercula of six Naticinae from Pliocene of Piemonte and Liguria (N Italy) are studied: *Natica virguloides* (Sacco), *Naticarius dillwyni plicatulus* (Bronn), *N. pseudoepiglottinus* (Sismonda), *N. tigrinus* (Defrance), *Tectonatica astensis* (Sacco), *T. tectula* Sacco. Three opercula (*Natica, Tectonatica*) are described for the first time in this work.

The research includes an introductory section where the morphological and structural features of the opercula in gastropods are summarized. The second chapter is devoted to a circumstantial investigation on the morphology, architecture and structure of the Naticinae external calcareous operculum.

(*) *Istituto di Geologia, Università di Torino.*

The morphological features of the outer and inner surfaces are described; some of them (columellar stripe, central callus) are related with the shape of the columellar callus and of the umbilicus. The opercula show an adapical-columellar growth and a dextral, very slight helicoidal coiling.

X-ray analisis show that the opercula of Pliocenic Naticinae consist of pure aragonite, like that of living species.

The crystal organisation was studied by light microscopy and by scanning electron microscopy both on recent and fossil specimens. Naticinae operculum is composed of three or four aragonitic layers with different or reversed structures, placed from bottom to top over an *inner organic sheet H* of neglegible paleontological importance, but common to all the Naticidae (organic operculum). The crystal aggregates are always normal to the growth lines.

In *Natica* and *Naticarius* four layers were recognized: *Inner calcareous layer B:* it is very thin and shows a fibrous structure with short and subvertical crystals. *Lower trabecular layer L* with trabecules oriented towards the inner surface and arranged in narrow spiral strings. *Upper trabecular layer C* with trabecules oriented towards the outer surface and arranged in irregular and larger stings; the trabecules are arched and suborizzontal in the inner and middle part of the layer, so that they show a sphaerulitic appearance in cross section. *Outer calcareous layer U:* it consists of aragonitic laminae parallel with the outer surface, shows a fibrous structure and is thicker over the spiral involution, where the trabecular layers are missing. On the outer surface of the operculum we may separate a shallow *sublayer S* (central callus) of the U layer with fibrous structure like the penicillate type; this structure agglutinates some litho- and bioclastes collected from the umbilical opening. The separation between L and C layers is clear and corresponds to an asymmetrical growth surface of the operculum. On the contrary, the fibres of C and U layers are structurally continuous; neverthless the layers are to be separated because they represent successive stages of inorganic secretion.

The opercula of *Tectonatica* are lacking of the lower trabecular layer L.

We may conclude that there are no structural analogies between the operculum and the shell, because they are secreted by different epithelial areas.

From the morphological point of view, the variables of the coiling and the features of the outer marginal band (Fig. 1) appear to be significant in the specific taxonomy. The geometric parameters of more than 150 opercula were statistically elaborated: DH/DL expresses the expansion rate of the generating curve in the logarithmic spiral; D2/D1 indicates the height increase of every whorl; α ° measures the eccentricity of the spiral nucleus.

In the systematic section the shell features of the six Pliocenic species described in this work are summarized and the corresponding opercula are described. The biometrical data are tabulated and the differences among the six species are shown in Fig. 5.

Premessa

I Naticidi costituiscono una frazione frequente di tutte le malacofaune del Pliocene italiano. Nelle associazioni fossilifere, accanto ad alcune « natiche », si trovano piastre calcaree spiralate di forma semicircolare appiattita, che dalla letteratura sappiamo trattarsi di parte degli opercoli con cui il mollusco chiude l'apertura quando si ritira all'interno della conchiglia. In quanto parti integranti dell'animale, gli opercoli hanno morfologia caratteristica nelle diverse specie e sembrerebbe normale che lo studio di una conchiglia fosse accompagnato dalla descrizione del relativo opercolo. Questo si verifica normalmente nella malacologia attuale, ma raramente nei fossili e non per difetto dei ricercatori, bensì per la difficoltà di reperire Naticidi con l'opercolo in posizione di chiusura; infatti questo di regola si disperde nel sedimento con la decomposizione del corpo molle dell'animale.

Sono quindi scarsi i lavori sulle malacofaune fossili che illustrino opercoli di Naticidi (vedi la ridotta bibliografia per il Pliocene italiano) e questi si riferiscono in genere a specie comuni e di più vistose dimensioni (*Naticarius tigrinus*). In questo lavoro vengono infatti descritti per la prima volta tre nuovi opercoli su un totale di sei presenti nel Pliocene piemontese e ligure (*Natica virguloides, Tectonatica astensis, T. tectula*). Eppure gli opercoli possono essere di valido aiuto nella determinazione specifica: basti ricordare la confusione nella coppia di specie *Naticarius millepunctatus* - *Naticarius tigrinus*, risolta soprattutto in base agli opercoli (Ruggieri, 1949, 1965).

Questa nota vuole quindi essere un contributo alla conoscenza più dettagliata dei Naticidi fossili attraverso la descrizione dei relativi opercoli calcarei, raccolti dallo scrivente in più di quindici anni di ricerche sulle associazioni fossilifere del Pliocene norditaliano, soprattutto piemontese.

Ringraziamenti

L'autore è riconoscente al prof. A. Allasinaz, dell'Istituto di Geologia di Torino, per l'attivo interesse dimostrato durante l'elaborazione della ricerca e per la lettura critica del manoscritto, soprattutto per quanto riguarda la parte statistica.

L'analisi difrattometrica degli opercoli è stata eseguita dal prof. E. Bruno dell'Istituto di Mineralogia dell'Università di Torino, che ringrazio per la collaborazione. I Colleghi dr. G.F. Laghi e dr. F. Russo, dell'Istituto di Paleontologia di Modena, hanno esaminato le sezioni degli opercoli e mi hanno fornito preziosi consigli ed informazioni per lo studio microstrutturale. Il prof. S. Scannerini ed i tecnici sig. P. Baldi e sig. G. Panero, del Centro di Microscopia Elettronica dell'Università di Torino, mi hanno fornito un'assistenza indispensabile durante le osservazioni al microscopio a scansione.

Desidero esprimere la più viva riconoscenza a quanti mi hanno aiutato con segnalazioni bibliografiche e prestito di materiale: dr. I. Di Geronimo dell'Istituto di Geologia di Catania; dr. E. Gambarino di Torino; dr. F. Ghisotti, Presidente dell'U.M.I.; dr. M. Novelli di Quarto d'Asti; dr. P. Nuttall del British Museum; dr. E. Robba dell'Istituto di Paleontologia di Milano; prof. G. Ruggieri dell'Istituto di Geologia di Palermo.

Un particolare ringraziamento va infine al sig. A. Coeli, dell'Istituto di Geologia di Torino, che ha eseguito con preziosa cura le sezioni sottili degli opercoli studiati in questo lavoro.

La ricerca è stata eseguita con il contributo del Fondo Ministero Pubblica Istruzione, A4 1978-79, responsabile il prof. A. Allasinaz.

L'opercolo nei Prosobranchi

La maggior parte dei Gasteropodi Prosobranchi, muniti di conchiglia avvolta a spirale elicoidale, possiede un opercolo corneo o calcareo. Tale struttura è portata separatamente dalla conchiglia sul dorso del piede, in corrispondenza del disco opercolare, ed ha normalmente la funzione di chiudere l'apertura durante il ritiro dell'animale nella conchiglia con incastro a tenuta d'acqua lungo le pareti interne del peristoma. In alcune forme l'opercolo assume funzione deambulatoria (Cox, 1960, p. 125). La mancanza di opercolo riflette modificazioni conchigliari, come un eccessivo allargamento o restringimento del peristoma oppure una degenerazione della conchiglia per particolari modi di vita (forme sessili, commensali, pelagiche: Taki, 1950).

La classificazione degli opercoli dei Prosobranchi si basa sulla loro morfologia esterna. Kessel (1942, pp. 198-200) li ha divisi in tre categorie:

1) spirali, distinti in forme oligogire (Naticidae) e forme poligire (Gibbulinae);
2) laterali con nucleo marginale (*Buccinum*) o apicale (*Neptunea*);
3) concentrici (*Viviparus*).

Taki (1950) ha invece elencato 20 tipi di opercoli, raccolti in tre gruppi (spirali, concentrici, lamellati) più o meno corrispondenti alle categorie di Kessel. Fra tutte queste forme, gli opercoli spiralati presentano una maggior percentuale di calcificazione (Kessel, 1942, p. 212) rispetto a tutti gli altri, che hanno una composizione prevalentemente organica.

Una distinzione impropria riportata da molti Autori separa gli opercoli cornei da quelli calcarei. In realtà tutti gli opercoli hanno una base cornea costituita da conchiolina, una sostanza organica polimerizzata di tipo scleroproteinico. La struttura cornea comprende uno strato principale (Hauptlage in Kessel, 1942), a cui possono essere aggiunti internamente o lateralmente strati organici secondari.

La mineralizzazione dell'opercolo può essere essenzialmente ridotta a due casi: calcificazione degli strati secondari; secrezione di una piastra calcarea esterna allo strato principale (Kessel, 1942, p.

213), con casi misti di calcificazione interna ed esterna (es. *Nerita polita*). Posseggono un opercolo calcificato esternamente alcune Naticidae (Sottofamiglia Naticinae) e molte Turbinidae.

Gli Aa. sono concordi nell'attribuire una natura epiteliale agli opercoli dei Gasteropodi. I diversi strati organici hanno zone di secrezione distinte nell'epitelio pedale intorno al disco opercolare: lo strato principale è secreto da cellule presenti in un solco sottoopercolare (gouttière operculaire in VOVELLE, *loc. cit.*) lungo il bordo columellare del piede, mentre gli strati secondari sono secreti da cellule di una piega sottoopercolare del bordo labiale del piede stesso. Di conseguenza gli strati calcarei hanno zone di secrezione differenti. Nel caso dei Naticidi, e più in generale negli opercoli calcarei esterni allo strato principale, la secrezione del minerale avviene a livello di cellule differenziate presenti ugualmente nel solco columellare già indicato (VOVELLE, 1972, pp. 143-144, f. 4).

Per quanto riguarda infine il minerale che forma gli opercoli calcarei, KESSEL (1942, p. 204), contrariamente all'opinione di molti Autori, ha riconosciuto la prevalenza di aragonite nei Prosobranchi da lui studiati, tra cui ricordo *Astraea rugosa, Nerita polita, Naticarius millepunctatus.*

L'opercolo calcareo delle Naticinae

L'opercolo è stato descritto da numerosi Autori, tra i quali ricordo: KESSEL (1942) che ha esaminato l'architettura di *Naticarius millepunctatus;* WRIGLEY (1948) con osservazioni macro e microscopiche su alcune « natiche » eoceniche ed attuali; MARINCOVICH (1977) per i Naticidi terziari nordamericani.

In generale si tratta di una placchetta multistratificata di forma semicircolare, composta da cristallini di aragonite con veli di sostanza organica tra i singoli elementi minerali (matrice di conchiolina, BROWN, 1975, p. 165); tale placchetta è sovrapposta esternamente ad un sottile disco spiralato di conchiolina, che ne costituisce la base sempre aderente negli individui vivi. Le altre sottofamiglie delle Naticidae hanno opercolo esclusivamente corneo (Policininae) o poco calcificato (Sininae, Ampullospirinae), sconosciuto allo stato fossile.

L'opercolo calcareo delle Naticinae rientra nella categoria delle forme spirali con numero molto basso di giri: tipo oligogiro di KESSEL (1942) e subspirale di TAKI (1950). L'opercolo si sviluppa secondo una spirale molto aperta, impercettibilmente elicoidale, con progressione logaritmica. L'avvolgimento è di tipo destrorso come la conchiglia: esso va infatti giudicato nel senso di sviluppo della sua spirale elicoidale. L'accrescimento è apico-marginale per aggiunta di sottili lamine all'estremità adapicale e lungo il margine columellare (tav. 6, fig. 7).

La natura aragonitica degli opercoli, già definita da KESSEL (*loc. cit.*), è stata confermata sui fossili con il metodo difrattometrico delle polveri; l'indagine è stata eseguita presso l'Istituto di Mineralogia

dell'Università di Torino su esemplari di *Naticarius tigrinus* del Pliocene medio di Valle Botto (Asti) e di *Tectonatica tectula* del Pliocene inferiore di Rio Torsero (Albenga). In entrambi i casi l'analisi difrattometrica ha dimostrato la presenza del 100% di aragonite in tutti gli strati opercolari.

Morfologia

Dal punto di vista morfologico, in un opercolo calcareo di Naticinae distinguiamo una faccia interna spiralata, aderente alla base cornea, ed una faccia esterna, in cui l'avvolgimento è mascherato da un vistoso callo centrale. Le due superfici presentano morfologie differenti che possiamo descrivere separatamente (Fig. 1).

Faccia interna - E' liscia, leggermente convessa o concavo-convessa, attraversata da linee di accrescimento. L'eventuale concavità è dovuta ad una depressione marginale con solchi spirali, che bordano l'opercolo in prossimità del margine esterno (tav. 5, fig. 12a). Le linee di accrescimento hanno un decorso subradiale ed una marcata retroflessione all'estremità adapicale; non si possono definire radiali in quanto non confluiscono al centro della spira, bensì sono tangenti al giro precedente (accrescimento marginale).

La spira è situata in posizione più o meno eccentrica; il giro esterno ricopre circa un quinto dell'altezza del precedente. Al centro della spira è visibile un nucleo con bulbo che maschera l'avvolgimento spirale. Il nucleo, di diametro mai superiore a 0,5 mm, è limitato da una marcata linea di accrescimento rispetto all'opercolo vero e proprio (tav. 5, figg. 12a, 14a): secondo Kessel (1942, p. 199) esso corrisponde all'opercolo embrionale. La spirale post-nucleare è composta da 1 - 1½ giro.

Faccia esterna - Ha una superficie piano-concava. L'avvolgimento spirale è messo in evidenza da una fascia marginale, costituita da solchi che individuano altrettante creste spirali estese sino al margine columellare. Tra i solchi ha particolare importanza, per la variabilità intraspecifica, il solco interno che delimita la fascia marginale rispetto all'area centrale dell'opercolo.

Lungo il margine columellare subrettilineo è sviluppata una banda columellare, rappresentata da una superficie liscia ed ondulata, di forma grossolanamente triangolare, più o meno espansa al centro in corrispondenza della spira (tav. 5, fig. 5). Si tratta di lamine mineralizzate sovrapposte nel senso dell'accrescimento, che ricoprono la superficie esterna dell'opercolo e determinano linee di accrescimento radiali; tali lamine sono addensate nella banda columellare.

Nel settore abapicale dell'opercolo è sviluppata una secrezione calcarea denominata in queste pagine callo centrale; in superficie il callo agglutina granuli detritici e presenta una cresta spirale più rilevata in posizione marginale esterna (tav. 5, fig. 12b; tav. 6, fig. 5b).

Ulteriori elementi morfologici riconoscibili sulla faccia esterna sono le denticolazioni columellari (tav. 6, fig. 11) e le eventuali granulazioni delle creste marginali (tav. 5, fig. 2b).

Secondo MARINCOVICH (1977, p. 211) esiste una relazione di tipo funzionale tra la morfologia della faccia esterna dell'opercolo e le caratteristiche ombelicali della relativa conchiglia. Infatti è stato osservato nel vivente che, quando l'animale è in estensione, l'opercolo aderisce con la faccia esterna alla conchiglia in modo che la banda columellare si sovrapponga al callo ombelicale, mentre il callo centrale (o meglio la sua cresta spirale più rilevata) si incastra nel vuoto dell'ombelico. In tutti gli opercoli esaminati del Pliocene norditaliano ho trovato corrispondenza tra morfologia ombelicale e strutture opercolari esterne: si vedano al riguardo le diverse conchiglie di *Naticarius* e di *Natica* figurate nelle tavole 5 e 6 con l'opercolo in posizione di chiusura. La banda columellare è infatti più espansa al centro nelle conchiglie munite di funicolo ben evidenziato (*Naticarius pseudoepiglottinus*), mentre lo sviluppo della stessa in *Natica virguloides*, che manca di funicolo, è dovuto alla presenza di un esteso lobo anteriore nel callo parietale.

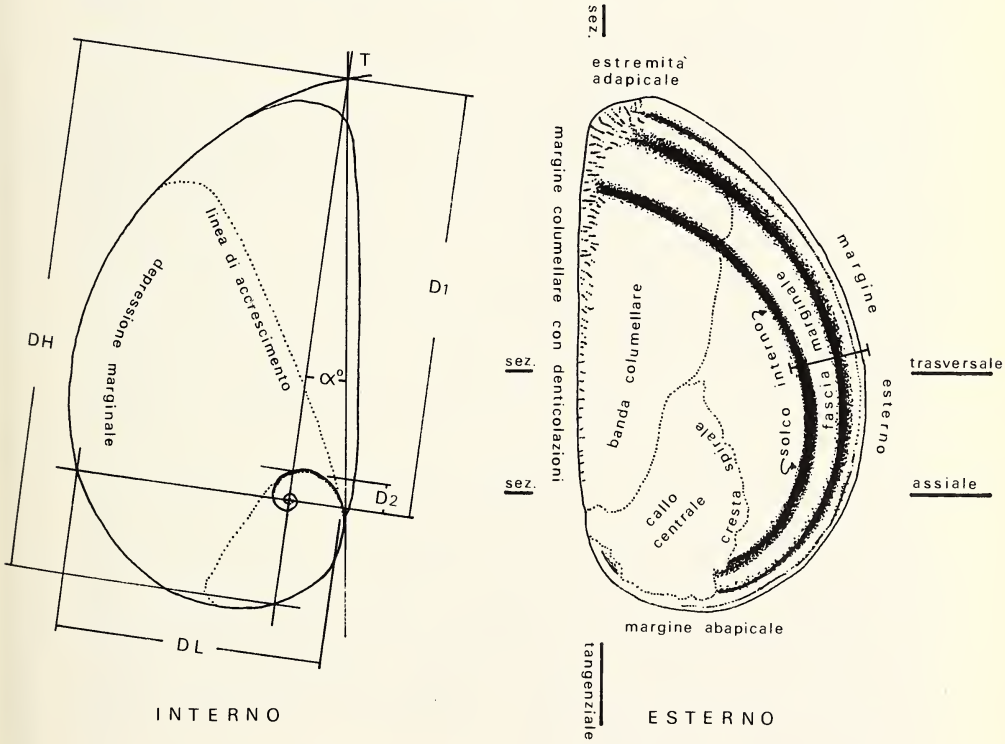


Fig. 1 - Schema nomenclaturale di un opercolo calcareo di *Naticarius tigrinus* (DEFRANCE) in vista esterna ed interna (cfr. tav. 6, fig. 5). A lato della faccia esterna sono indicate le tracce delle sezioni eseguite per lo studio della microstruttura; sono state studiate anche sezioni equatoriali, perpendicolari all'asse di avvolgimento.

Architettura e struttura

L'architettura degli opercoli calcarei delle Naticinae è stata descritta al microscopio ottico da KESSEL (1942, p. 215) e da WRIGLEY (1948, p. 24) su esemplari attuali, con conclusioni che non sembrano corrispondere in modo sufficientemente logico. Non esistono per contro studi sulle microstrutture, tanto meno su esemplari fossili. Mi è sembrato pertanto necessario affrontare al dettaglio microscopico l'esame dell'organizzazione interna degli opercoli, allo scopo di chiarire le incertezze emergenti dalla letteratura e di illustrare i dati strutturali forniti dall'impiego dei moderni mezzi di indagine microscopica.

Sono state studiate 25 sezioni orientate degli opercoli pliocenici descritti nelle pagine seguenti e degli opercoli attuali di *Naticarius millepunctatus* e di *Tectonatica filosa*. I risultati ottenuti corrispondono ed integrano i dati forniti da KESSEL (1942); minore accordo ho trovato con le descrizioni di WRIGLEY (1948). Per quanto possibile, ho utilizzato la terminologia introdotta da questi Autori nella descrizione dell'architettura. Le osservazioni in luce trasmessa sono state effettuate al microscopio ottico Leitz Orthomat Pol, presso l'Istituto di Geologia dell'Università di Torino, su sezioni sottili assiali, trasversali ed equatoriali. La microstruttura è stata definita al microscopio elettronico a scansione (Autoscan Siemens del Centro di Microscopia Elettronica dell'Università di Torino) su fratture fresche trasversali.

Ricordo che il termine architettura è riferito all'organizzazione e alle relazioni esistenti tra i successivi strati che compongono l'opercolo, mentre la struttura descrive la disposizione e le modalità di aggregazione dei cristalli all'interno di ciascuno strato. Uno strato è un orizzonte più o meno continuo nello spessore del guscio (dell'opercolo nel nostro caso), caratterizzato da una differente struttura rispetto agli strati adiacenti o da una diversa orientazione degli elementi strutturali. Per una terminologia più esauriente si rimanda comunque alle recenti indagini strutturali sui Poliplacofori di LAGHI & RUSSO (1979). La sovrapposizione di strati riflette differenti fasi di secrezione inorganica; la distinzione dei primi è quindi possibile dall'esame dei rapporti di accrescimento esistenti tra le diverse parti che compongono il guscio. Nel caso degli opercoli in studio, la separazione di strati è possibile dall'osservazione dell'architettura al microscopio ottico in luce trasmessa (Fig. 2; tav. 1, fig. 1); al microscopio a scansione i singoli strati, pur evidenziati da una differente struttura, presentano invece limiti sfumati, talora imprecisabili, per la continuità di accrescimento degli elementi cristallini (tav. 3, fig. 3), come d'altronde è già stato messo in evidenza da altri Autori proprio nei Gasteropodi (PHILIPPON, 1974, p. 25).

In sezione sottile gli opercoli presentano un'architettura multistratificata, costituita da cristallini aciculari orientati perpendicolarmente alle frequenti linee di accrescimento (tav. 4, fig. 4). Tutte le superfici interne sono sottolineate da veli di sostanza organica che maschera l'osservazione microscopica; in particolare, cospicui residui carboniosi sono stati osservati negli opercoli del Pliocene inferiore di Rio Torsero (Fig. 2-C, D).

L'organizzazione microstrutturale dei cristallini di aragonite è rappresentata essenzialmente da due tipi:

struttura fibrosa, formata da cristalli aghiformi, allungati secondo l'asse *c* e più o meno paralleli tra loro (tav. 3, figg. 3, 5; tav. 4, fig. 4);

struttura trabecolare, costituita da fibre cristalline che si irradiano arcuate da un asse centrale secondo un angolo pressoché costante ed assumono in sezione longitudinale alle trabecole una disposizione pennata (tav. 2, figg. 5, 6; tav. 3, figg. 1, 2); in sezione trasversale le trabecole appaiono organizzate in pseudoprismi separati da matrice organica (tav. 4, figg. 1, 2). La struttura trabecolare, caratteristica di alcuni gruppi animali inferiori (Poriferi, Celenterati, ...), è stata recentemente riconosciuta nei Molluschi da Laghi & Russo (1979), quale più precisa definizione di tipi strutturali genericamente ammessi da altri Autori, come il tipo prismatico e il tipo sferulitico (Kessel, 1942, pag. 204).

In dettaglio, gli opercoli di *Natica* e di *Naticarius* sono formati dai seguenti strati sovrapposti (tav. 1, fig. 1).

H) *Strato interno corneo* (Hauptlage di Kessel, 1942), composto da lamine di conchiolina debolmente inclinate sulla superficie opercolare (Fig. 2-A; tav. 1, fig. 2). Lo strato organico, che rappresenta in ogni opercolo la base di calcificazione, non è comunemente conservato nei fossili; tuttavia negli opercoli del Pliocene inferiore di Rio Torsero il nucleo spirale è avvolto da un residuo carbonioso privo di microstrutture (tav. 3, fig. 6).

B) *Strato interno calcareo* (B in Kessel, 1942); molto sottile ed esteso su tutta la faccia interna dell'opercolo, presenta discontinue superfici di accrescimento piano-parallele ed è costituito da tozzi cristallini subverticali con struttura di tipo fibroso non meglio definibile (tav. 1, fig. 4).

L) *Strato trabecolare inferiore* (L in Wrigley, 1948), costituito da trabecole i cui ciuffi si accrescono a V aperta verso la faccia interna dell'opercolo (tav. 1, figg. 3, 5, 6); le trabecole sono organizzate in cordoncini spirali visibili sulle superfici decorticate (tav. 5, fig. 12a), che in sezione trasversale assumono l'aspetto di pseudoprismi normali alle superfici di accrescimento (parte inferiore dello strato prismatico P di Kessel, 1942). Lo strato L ha uno spessore relativamente costante e si riduce solo in prossimità della spira. L'accrescimento marginale-adapicale dell'opercolo determina una disposizione divergente ed inclinata delle trabecole prossime al bordo columellare e al margine esterno (Fig. 2-G).

Fig. 2 - Sezioni sottili di opercoli di Naticinae orientate con la faccia esterna verso l'alto.

A - *Naticarius millepunctatus* (Lamarck). Attuale, Ostia. Trasversale; 9,4 x. La banda chiara più interna è lo strato corneo H. Si noti la continuità delle linee di accrescimento attraverso tutti gli strati opercolari.

B - *Tectonatica filosa* (Philippi). Attuale, Siracusa. Assiale; 31 x. Si noti il maggior sviluppo dello strato U all'esterno della spirale giovanile.

C - *Tectonatica astensis* (Sacco). RT. Assiale; 22,6 x (cfr. tav. 7, fig. 6). Gli strati trabecolari del nucleo spirale sono mascherati da residuo carbonioso (fasce di colore nero).

D - *Naticarius tigrinus* (Defrance). RT. Trasversale; 11,8 x. Morfotipo con fascia marginale più larga ed incisa. La banda chiara di separazione fra gli strati trabecolari L e C corrisponde ad un orizzonte di trabecole C a giacitura orizzontale.

E - *Natica virguloides* (Sacco). CF. Trasversale; 10,3 x (cfr. tav. 5, fig. 2). Si noti l'assenza dello strato U sulla fascia marginale.

F - *Naticarius tigrinus* (Defrance) - VB. Trasversale; 10,3 x. Morfotipo *sulcooperculatus* (cfr. tav. 6, fig. 4). Le figure circolari nello strato C corrispondono alle sezioni trasversali di trabecole suborizzontali. Sulla superficie esterna dell'opercolo è riconoscibile il sottostrato calcareo S, che ingloba litoclasti.

G - *Naticarius pseudoepiglottinus* (Sismonda). QA. Trasversale; 18,3 x (cfr. tav. 5, fig. 5). Si noti l'aspetto pseudoprismatico degli strati L e C.

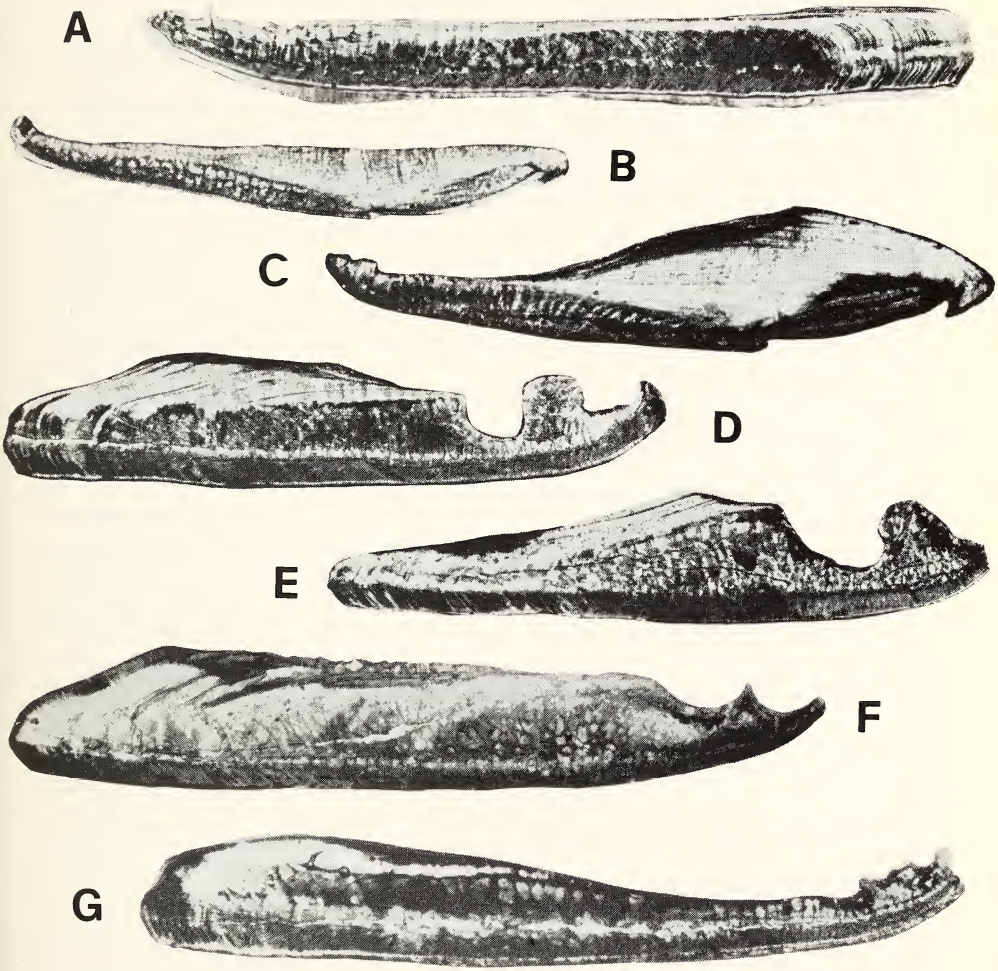


Fig. 2

C) *Strato trabecolare superiore* (C in Wrigley, 1948); ha uno spessore che aumenta dal nucleo verso il margine esterno: in prossimità della spira è ridotto a un sottile filetto, mentre raggiunge il massimo spessore in corrispondenza delle creste spirali granulate della fascia marginale (Fig. 2-D, E; tav. 5, fig. 2); lo strato emerge inoltre lungo il margine columellare sotto forma di denticolazioni, che rappresentano l'esposizione delle trabecole (tav. 6, figg. 10b, 11).

La struttura è di tipo trabecolare con vistosi ciuffi di fibre orientati verso la faccia esterna dell'opercolo (tav. 3, fig. 1). Le trabecole sono anche in questo caso organizzate in cordoncini spirali (pseudoprismi in sezione trasversale = parte superiore dello strato prismatico P di Kessel, 1942). La disposizione delle trabecole è piuttosto irregolare, ma in generale queste si presentano arcuate e sovrapposte nell'ambito di ciascun cordoncino spirale (tav. 4, fig. 2), tanto da assumere una giacitura suborizzontale nella parte inferiore e media dello strato ed in prossimità del margine columellare. Nelle sezioni sottili trasversali, oblique rispetto alle linee di accrescimento, si osserva una struttura chiaramente trabecolare in prossimità del margine columellare (taglio longitudinale ai cordoncini spirali: tav. 3, fig. 2) ed una struttura pseudosferulitica nella zona centro-marginale dell'opercolo (tav. 2, fig. 3), dove la sezione è normale alla direzione di accrescimento delle strutture. In sezione equatoriale le trabecole assumono l'aspetto di ciuffi fibrosi allineati ed aperti nel senso dell'avvolgimento spirale (tav. 2, figg. 4-6; tav. 4, fig. 3).

I due strati trabecolari L e C sono chiaramente distinti dall'opposto orientamento delle trabecole, che risultano inoltre più grossolane e con sviluppo e decorso più irregolari nello strato C; con queste caratteristiche essi sono presenti anche nel nucleo spirale. Il limite tra L e C costituisce l'unica superficie di discontinuità evidente in *Natica* e *Naticarius*; essa rappresenta un piano di accrescimento asimmetrico dell'opercolo.

U) *Strato esterno calcareo* (U di Wrigley, 1948); è costituito dalla sovrapposizione di lamine aragonitiche parallele alla superficie esterna dell'opercolo. In sezione sottile, soprattutto verso il margine columellare, il limite sul sottostante strato C è mascherato dalla continuità delle linee di accrescimento (Fig. 2-A, D). Lo strato U ha uno spessore inversamente proporzionale a quello del sottostante C: è infatti più sviluppato lungo il margine columellare (banda columellare) e deborda sulla faccia interna dell'opercolo all'estremità abapicale del margine stesso, mentre sulla fascia marginale è ridotto ad un sottile velo o manca del tutto; in corrispondenza della spirale giovanile infine lo strato U costituisce una specie di tappo ombelicale sovrapposto alle strutture trabecolari del nucleo (Fig. 2-B, C).

Lo strato U è già stato descritto da Kessel (1942, pp. 215, 242) come callo superficiale aggiuntivo; esso in effetti risulta un elemento essenziale nell'architettura opercolare, senza il quale l'opercolo stesso sarebbe ridotto ad una sottile lamina (strati trabecolari) con avvolgimento elicoidale estremamente aperto, molto fragile soprattutto in corrispondenza della spira.

La struttura di U è fibrosa con cristalli molto sottili e più o meno paralleli tra loro; solo in corrispondenza della spira si nota un accenno di aggregazione fascicolata (tav. 3, fig. 6; tav. 4, fig. 4). Le fibre aragonitiche sono disposte in continuità strutturale con quelle delle trabecole C (tav. 3, figg. 3, 4), per cui è impossibile fissare un limite fra i due strati; d'altronde in tutto l'opercolo esiste continuità cristallina tra le fibre delle successive lamine di accrescimento (tav. 2, figg. 4-6). A mio parere i due strati C ed U sono comunque distinti, in quanto rappresentano diverse fasi di secrezione inorganica; lo strato U è infatti presente anche dove manca la base trabecolare, come sopra la spira giovanile, e le lamine U sono in ritardo di accrescimento rispetto alle trabecole C, che emergono come denticolazioni lungo il margine columellare.

Sulla faccia esterna dell'opercolo è distinguibile un *sottostrato calcareo superficiale* S, corrispondente al callo centrale e quindi osservabile solo nelle sezioni assiali o trasversali intorno alla spira (Fig. 2-E; tav. 1, fig. 1); esso ingloba frequenti lito- e bioclasti, agglutinati dalla cavità ombelicale durante le fasi di estensione del piede e di ribaltamento ombelicale dell'opercolo. Il sottostrato S presenta una struttura fibrosa in continuità strutturale con le fibre dello strato U; i cristallini aragonitici sono paralleli tra loro oppure riuniti in ciuffi rivolti verso la faccia esterna. L'aggregazione in ciuffi, sviluppata soprattutto all'esterno di clasti agglutinati (tav. 3, fig. 5; tav. 4, fig. 4), ricorda la struttura penicillata (water-jet) di Dieci, Russo & Russo (1974, p. 102).

L'opercolo del genere *Tectonatica* (Fig. 2-B, C) presenta un'architettura multistratificata omologa di quella di *Naticarius*. La differenza sostanziale consiste nell'assenza dello strato trabecolare inferiore L; nelle sei sezioni studiate compare infatti solo lo strato C con pseudoprismi più regolari (tav. 4, fig. 1). Anche in *Tectonatica* le trabecole sono arcuate e sovrapposte entro cordoncini spirali; in particolare, la serie di trabecole più interne, prossime allo strato B, ha una giacitura orizzontale ed in frattura determina una cresta trasversale separante un orizzonte interno solo apparentemente uguale allo strato L (tav. 1, fig. 4; tav. 2, fig. 1). Lo strato esterno U è più sviluppato e ricopre la fascia marginale con un velo cristallino macroscopicamente translucido (tav. 7).

Gli opercoli studiati corrispondono alla conchiglia solo nella composizione mineralogica; sono infatti interamente, o quasi, aragonitiche le conchiglie di *Lunatia catena*, *Neverita josephinia*, *Naticarius millepunctatus* (Philippon, 1974, p. 55). Gli strati calcarei riconosciuti nell'opercolo delle Naticinae non trovano però alcuna omologia strutturale con il guscio (Kessel, 1942, p. 218), il quale è costituito da microstrutture a lamine incrociate (Philippon, 1974, p. 23). Questa diversità è spiegata dal fatto che la secrezione inorganica avviene in settori epiteliali separati, palleale per il guscio, pedale per l'opercolo (Vovelle, 1972).

Nomenclatura e misure

Nella Fig. 1 è riassunta la terminologia utilizzata in questo lavoro. Alcuni termini sono stati assunti con opportuni emendamenti dai testi di KESSEL (1942, p. 200), di WRIGLEY (1942, p. 12), di MARINCOVICH (1977, p. 211); altri vengono introdotti *ex novo* allo scopo di snellire le descrizioni.

Dall'osservazione di più di 200 opercoli calcarei delle Naticinae è risultato che gli elementi morfologici utili per una loro distinzione specifica si riferiscono alle modalità di avvolgimento spirale, all'eccentricità del nucleo e alla fascia marginale. Gli altri caratteri, quali lo sviluppo della banda columellare, l'architettura e la microstruttura, sono costanti a livello generico, pur presentando una certa variabilità inter- ed intraspecifica.

La fascia marginale, abbiamo visto, è composta da solchi e da creste spirali sviluppati lungo il margine labiale esterno; il loro numero e la loro disposizione costituiscono elementi diagnostici sufficienti per una distinzione specifica. Solo in *Naticarius tigrinus* la fascia marginale mostra tale variabilità da permettere il riconoscimento di morfotipi diversi.

Per quanto riguarda l'avvolgimento, ricordiamo con KESSEL (1942, p. 199) che la linea direttrice dell'opercolo (margine periferico abapicale ed esterno) descrive una spirale logaritmica (equiangolare nel senso di RAUP & STANLEY, 1978, p. 171). VECCHIA (1945) aveva studiato la legge di avvolgimento nelle Ammoniti, che ugualmente presentano una spirale di tipo logaritmico; secondo l'Autore tale legge è espressa dall'*evolvenza*, cioè dall'avvolgimento reciproco dei giri o meglio della linea direttrice ventrale osservabile in una sezione equatoriale di ammonite; in questa definizione non entra il concetto di involuzione od evoluzione del guscio, che riguarda il grado di ricoprimento di un giro sul precedente. Un alto valore di evolvenza significa un basso numero di avvolgimenti spirali e quindi un'elevata velocità di accrescimento. Matematicamente l'evolvenza è data dal rapporto tra i diametri misurati in sezione equatoriale ogni mezzo giro di spira ($E = Dn/Dn_{-1}$ = costante) oppure ogni quarto di giro, cioè su diametri ortogonali; la legge di accrescimento può anche essere espressa con formula diversa dal rapporto tra i raggi misurati sullo stesso diametro, ogni giro completo di spira. Si noti che il diametro utilizzato da VECCHIA è una misura passante per il centro della spira e non corrisponde alla dimensione equatoriale massima, bensì si discosta dal centro quanto più la conchiglia è evolvente.

Possiamo utilizzare le conclusioni di VECCHIA nello studio dell'accrescimento degli opercoli, tenendo conto che nel nostro caso il fattore espansione della spira, che determina l'altezza dell'avvolgimento elicoidale, è talmente basso che possiamo considerare la linea direttrice degli opercoli avvolta secondo una spirale piana, come nelle Ammoniti.

L'esiguo spessore della piastra calcarea e la costante decalcificazione negli esemplari fossili scoraggiano l'esecuzione di sezioni equatoriali; pertanto le misure diametrali sono state rilevate ogni quarto di giro (DH, DL). La retroflessione delle linee di accrescimento e l'arrotondamento all'estremità adapicale dell'opercolo hanno obbligato l'estrapolazione di un punto da cui misurare il diametro maggiore passante per il centro (DH). Allo scopo ho proseguito manualmente e con un curvilineo la spirale direttrice marginale dell'opercolo; ho tracciato una retta attraverso i due punti rappresentanti rispettivamente l'inizio del margine columellare (massimo ricoprimento di questo sulla spira) e l'inizio della retroflessione del margine stesso: la curva e la retta si intersecano nel punto T. Il segmento passante per il centro e compreso fra T e il margine abapicale opposto fornisce la misura DH. Il diametro minore (DL)è stato misurato sulla retta ortogonale al primo attraverso il centro; notiamo che un'estremità del segmento DL coincide quasi con l'inizio del margine columellare. Lungo DH ho inoltre misurato D1 e D2, che possono ugualmente esprimere l'evolvenza.

La retta DH e la retta condotta lungo il margine columellare formano un angolo $\alpha°$, con vertice in T, che fornisce la misura dell'*eccentricità* del nucleo: valori bassi di $\alpha°$ indicano nuclei più eccentrici. Notiamo che l'eccentricità è direttamente proporzionale all'evolvenza.

La definizione dei parametri DH, DL, D1, D2, $\alpha°$ è riassunta in Fig. 1. E' necessario precisare che le misurazioni sono state possibili dopo aver disegnato alla camera lucida la faccia interna di ogni esemplare, con ingrandimenti 6x (*Natica* e *Naticarius*) e 11x (*Tectonatica*).

La morfologia opercolare è definita da:

$\alpha°$ = eccentricità del nucleo;
DH/DL = evolvenza;
D2/D1 = fattore di accrescimento; quantifica l'incremento di altezza per ogni giro spirale; valori alti del rapporto indicano un accrescimento lento.

Le misure sono state elaborate statisticamente e riunite nelle tabelle biometriche che accompagnano ciascuna specie. Da queste si ricava che le misure messe a confronto nei due rapporti presentano un coefficente di correlazione molto elevato, che convalida la loro utilizzazione come parametri di accrescimento. Le rette di regressione dei rapporti DH/DL e D2/D1 hanno tuttavia scarti minimi a livello interspecifico, tanto che si è ritenuto superfluo rappresentare graficamente le relative nubi di dispersione.

Le Figg. 3 e 4 rappresentano le differenze specifiche attraverso il confronto degli intervalli fiduciali sulla media di $\alpha°$, DH/DL, D2/D1. Per quanto riguarda il genere *Naticarius* (Fig. 4), la mancanza di ricoprimento in tutti e tre i casi permette un immediato riconoscimento delle diverse specie. Nel genere *Tectonatica* (Fig. 3) il parziale

ricoprimento nel rapporto DH/DL degli intervalli fiduciali per l'errore standard Sm e la minima separazione per $\alpha°$ e per D2/D1 esprimono invece scarse differenze morfologiche tra *T. astensis* e *T. tectula*. Ulteriori commenti a queste figure sono inseriti nelle schede delle singole specie.

A conclusioni più chiare si giunge confrontando $\alpha°$, DL/DH e D2/D1 nel diagramma triangolare di Fig. 5, in cui le specie occupano aree di distribuzione separate senza ricoprimento. In questo caso è stato utilizzato il rapporto DL/DH per evitare l'eccessiva concentrazione di punti che si sarebbe ottenuta tabulando percentualmente l'inverso DH/DL. Appare evidente dal grafico che la distribuzione per il genere *Naticarius* dipende essenzialmente dal rapporto DL/DH e quindi dall'evolvenza, mentre nel caso di *Tectonatica* ha maggiore influenza il rapporto D2/D1, cioè l'aumento nell'altezza del giro per ogni involuzione spirale.

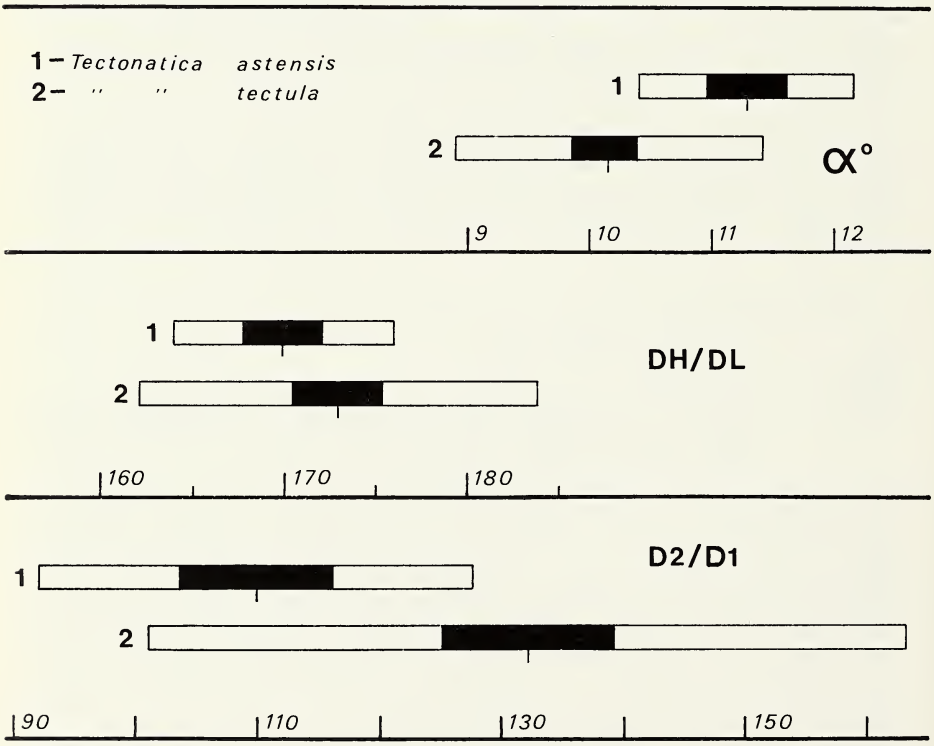


Fig. 3

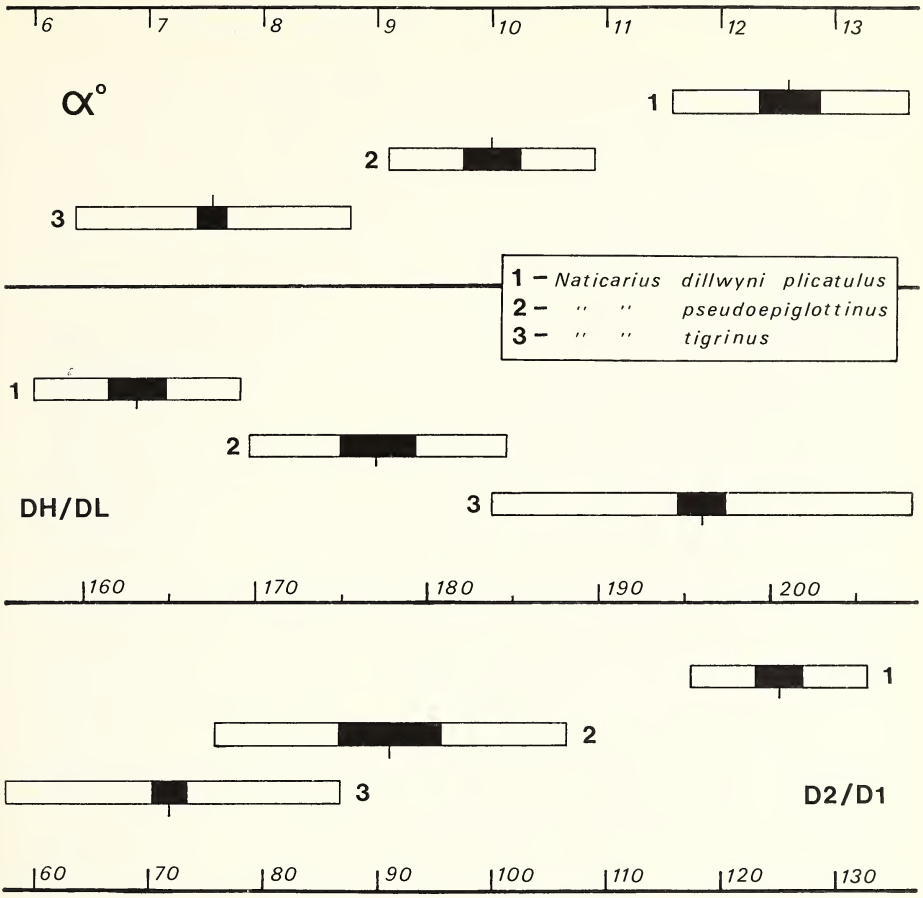


Fig. 4

Figg. 3, 4 - Rappresentazione grafica dei dati analitici relativi agli opercoli delle specie studiate di *Naticarius* (Fig. 4) e di *Tectonatica* (Fig. 3): confronto delle medie e degli intervalli fiduciali inerenti ai parametri morfologici di eccentricità del nucleo spirale (α°), evolvenza (DH/DL), fattore di accrescimento (D2/D1). I rettangoli in bianco riproducono l'intervallo M $\pm$ 2s, quelli in nero l'intervallo M $\pm$ $2s_m$ per una confidenza 95% della media.

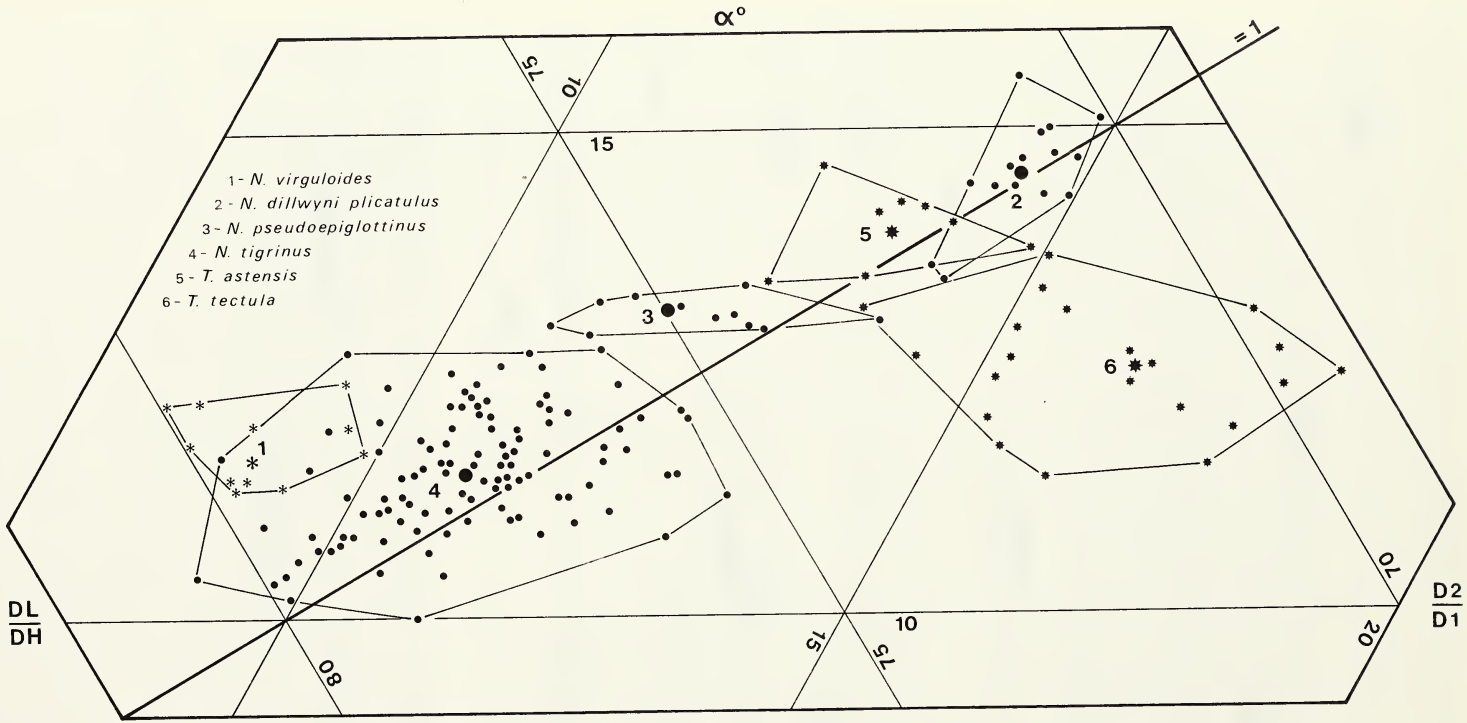


Fig. 5 - Rappresentazione grafica mediante diagramma triangolare delle proporzioni relative ai fattori dimensionali α °, DL/DH, D2/D1 in sei opercoli di N a t i c i d a e del Pliocene piemontese e ligure. Il simbolo più grosso nel baricentro di ciascuna area di distribuzione rappresenta il punto figurativo per le medie dei tre fattori.

Descrizioni paleontologiche

Vengono descritte sei specie di Naticidae del Pliocene piemontese e ligure che posseggono opercoli calcificati: *Natica virguloides, Naticarius dillwyni plicatulus, N. pseudoepiglottinus, N. tigrinus, Tectonatica astensis, T. tectula.* Tra queste, *N. virguloides* e *T. astensis* erano state a suo tempo attribuite da Sacco (1891) al genere *Lunatia*, sottofamiglia Policininae; il ritrovamento dell'opercolo calcareo giustifica il loro trasferimento nella sottofamiglia Naticinae.

Per quanto riguarda le descrizioni specifiche, riportate nelle pagine seguenti, anticipo che solo tre specie sono state rinvenute in affioramento con l'opercolo in posizione di chiusura; nelle altre (*N. virguloides, T. astensis, T. tectula*) gli opercoli sono stati recuperati mediante setacciatura del sedimento fossilifero ed attribuiti per esclusione alle relative specie a cui si trovano associati. Le tabelle biometriche, elaborate per ciascuna specie, si riferiscono di regola ad un campione composto da esemplari provenienti da popolazioni diverse; ciò è stato possibile dopo aver verificato la corrispondenza tra i dati statistici delle singole popolazioni (si veda al riguardo la discussione per *N. tigrinus* nel paragrafo « biometria »).

Il materiale descritto proviene in parte dalla Collezione « Bellardi & Sacco » del Museo dell'Istituto di Geologia di Torino. La maggior parte degli esemplari è stata però raccolta dallo scrivente nelle seguenti località plioceniche del Piemonte e della Liguria:

MR - Monteu Roero (Alba), Pliocene inferiore.
RT - Rio Torsero (Albenga), Pliocene inferiore.
MC - Moncalvo (Asti), Pliocene inferiore-medio.
QA - Quarto d'Asti, Pliocene inferiore-medio.
BC - Baldichieri (Asti), Pliocene medio.
CF - Cascina Fiora presso Baldichieri, Pliocene medio.
VA - Valle Andona (Asti), Pliocene medio.
VB - Valle Botto (Asti), Pliocene medio.
VP - Volpedo (Tortona), Pliocene medio (?).
VL - Villalvernia (Tortona), Pliocene.

Tutti gli opercoli misurati e figurati nel presente lavoro sono depositati nella Collezione « Molluschi Pliocene » dell'Istituto di Geologia dell'Università di Torino.

Phylum **MOLLUSCA**

Classe **GASTROPODA**

Sottoclasse **Prosobranchia**

Ordine **Mesogastropoda**

Superfamiglia NATICACEA

Famiglia NATICIDAE

Sottofamiglia NATICINAE

Genere *NATICA* SCOPOLI, 1777

Specie-tipo: *Nerita vitellus* LINNAEUS, 1758, per designazione susseguente.

DIAGNOSI - Conchiglia globosa, liscia, priva di scultura subsuturale; ombelico da stretto a mediamente aperto, mai a fessura; callo ombelicale ridotto e privo di funicolo; callo parietale con lobo anteriore sviluppato, che occlude l'estremità adapicale dell'ombelico. Opercolo calcificato con larga fascia marginale munita di una o più forti creste spirali; banda columellare espansa adapicalmente; architettura multistratificata con due strati trabecolari centrali ad orientazione opposta.

OSSERVAZIONI - MARINCOVICH (1977, p. 363) attribuisce importanza nella tassonomia generica alla presenza di solchi sottosuturali. A me sembra che questo carattere sia quanto mai discutibile: infatti tali solchi, pur assenti in tutte le specie del genere *Natica*, si osservano con chiarezza solo in alcuni rappresentanti di *Naticarius* (*N. dillwyni plicatulus*), mentre in altre specie (*Naticarius pseudoepiglottinus*, *N. tigrinus*, *N. millepunctatus*) essi sono difficilmente distinguibili dalle strie di accrescimento, che si presentano più impresse verso la sutura spirale. Analogamente a queste ultime specie, *Natica virguloides* ha strie di accrescimento impresse. Ritengo che siano più indicativi i caratteri ombelicali: le conchiglie del genere *Natica* sono prive di funicolo e presentano il callo parietale espanso in un lobo anteriore (WENZ, 1938-44, p. 1039).

Natica virguloides (Sacco, 1891)
(tav. 5, figg. 1-4; tab. 1)

Materiale - Sono stati esaminati 11 opercoli provenienti da un affioramento nei pressi di Cascina Fiora (CF).

Conchiglia - Guscio globoso con spira depressa (angolo spirale: 135-140°). Strie di accrescimento opistocline leggermente impresse sotto la sutura. Peristoma semicircolare con labbra ispessite. Labbro columellare convesso, inclinato di circa 25° sull'asse della conchiglia. Ombelico aperto privo di funicolo; callo parietale espanso a virgola in un marcato lobo anteriore. Colorazione residua data da tenui macchioline quadrate rossastre, distribuite su tutta la conchiglia.

A quanto mi risulta, la specie è nota solo nel Pliocene piemontese e ligure (Astigiano, Villalvernia, Savona).

Sacco (1891, p. 76) attribuiva *N. virguloides* al genere *Lunatia* (= *Naticina*), ma la presenza di un opercolo calcareo esclude questa ipotesi. I caratteri ombelicali sono propri del genere *Natica*.

Opercolo - Forma ad evolvenza media (DH/DL = 179) e rapido accrescimento (D2/D1 = 63) con nucleo piccolo e molto eccentrico (α° = 8,2). Le caratteristiche biometriche sono prossime a quelle di *Naticarius tigrinus* (Fig. 5).

L'opercolo presenta margine columellare leggermente concavo e tagliente per maggior sviluppo degli strati interni B e L. Estremità adapicale arrotondata. Superficie interna convesso-concava con spirale stretta; linee di accrescimento un poco sinuose. Superficie esterna depressa nella zona centrale con callo ridotto all'estremità abapicale; banda columellare molto estesa, subtriangolare, emergente in una cresta spirale; fascia marginale ampia, granulata, munita di una sottile cresta periferica e di un largo e rilevato cordone interno; solco interno molto profondo e delimitato da un bordo angoloso.

L'opercolo presenta architettura e struttura simili a quelle del genere *Naticarius* (Fig. 2-E; tav. 1, fig. 6; tav. 3, fig. 4). In dettaglio le trabecole L appaiono più strette e le trabecole C meno arcuate, mentre lo strato U non prosegue sulla cresta della fascia marginale, ma è limitato al fondo dei solchi spirali.

Pur non disponendo di opercoli in posizione di chiusura, l'attribuzione alla specie è confermata dall'associazione fossilifera del Pliocene medio di Cascina Fiora, in cui questi opercoli si rinvengono con relativa frequenza accanto ai gusci di *Natica virguloides*. D'altra parte il margine opercolare corrisponde perfettamente con l'apertura di questa conchiglia (tav. 5, fig. 1: montaggio eseguito dallo scrivente).

N=11	DH	DL	D1	D2	$\alpha°$	DH/DL x100	DL/DH x100	D2/D1 x1000
valori	14,87	8,5	11,66	0,75	8,9			
estremi	9,47	5,06	7,61	0,51	7,9			
$\overline{M}$	12,47	6,95	9,81	0,62	8,2	179	56	63
s	1,53	0,95	1,17	0,09	0,33	4	1,3	5,1
s_m	0,46	0,29	0,35	0,03	0,1	1,2	0,4	1,5
$\overline{M}+2s$	15,53	8,85	12,15	0,80	8,86	187	58,6	73,2
$\overline{M}-2S$	9,41	5,05	7,47	0,44	7,54	171	53,4	52,8
$\overline{M}+2s_m$	13,39	7,53	10,51	0,68	8,4	181,4	56,8	67
$\overline{M}-2s_m$	11,55	6,37	9,11	0,56	8,0	176,6	55,2	60
R						0,99	0,99	0,86
y=ax+b						y=1,6x+1,35	y=0,51x+0,59	y=0,07x+0,07

Tab. 1 - Dati biometrici in una popolazione di *Natica virguloides* (Sacco) del Pliocene medio di Cascina Fiora, Baldichieri d'Asti. Le misure sono in mm.

Genere *NATICARIUS* Duméril, 1806

Specie-tipo: *Nerita cancrena* Linnaeus, 1758, per monotipia.

Diagnosi - Conchiglia globosa, talora allungata con giri rigonfi. Scultura assiale formata da solchi subsuturali incisi verso la periferia e paralleli alle linee di accrescimento. Ombelico ristretto con solco adapicale sempre evidente. Callo ombelicale slanciato; funicolo da robusto a basso o indistinto. Callo parietale sottile o moderatamente ispessito con lobo anteriore poco sviluppato. Opercolo calcificato, ornato da una, due coste marginali o da molte costicine sulla faccia esterna; banda columellare con espansione centrale; architettura multistratificata con due strati trabecolari centrali ad orientazione opposta.

Naticarius dillwyni (Payraudeau, 1826) *plicatulus* (Bronn, 1831)

(1) 1949 - *Natica pseudoepiglottina* non Sismonda - Ruggieri, p. 80, t. 1, f. 5.
1976 - *Naticarius* (*N.*) *dillwyni plicatulus* (Bronn) - Pavia, t. 5, ff. 6, 7.

Materiale - Ho misurato complessivamente 15 opercoli provenienti da: MR (9 es., 1 opercolo in posizione di chiusura), BC (2 es.), VA (1 es.), VB (1 es. in posizione di chiusura). Rispetto ai valori generali riportati in Tab. 2, la popolazione di Monteu Roero (MR: 9 es.) ha fornito le seguenti medie — α°: M = 12,4 (s = 0,55); DH/DL: M = 161 (s = 2,8); D2/D1: M = 125 (s = 3,5).

Conchiglia - Guscio globulare con spira mediamente rilevata (angolo spirale: 120°), scalinata da una stretta rampa suturale; presso la sutura sono presenti forti solchi collabrali (tav. 5, fig. 10). Bocca semicircolare con labbra sottili. Bordo columellare concavo, inclinato di circa 25° sull'asse della conchiglia. Callo ombelicale sottile, munito di un grosso funicolo « a virgola »; callo parietale leggermente espanso con doccia esalante. Il funicolo occupa buona parte della metà inferiore dell'ombelico ed evidenzia un marcato solco adapicale.

La sottospecie *plicatulus*, caratterizzata dai solchi sottosuturali più profondi di quelli della sottospecie nominale, è conosciuta fossile dal Miocene medio al Pliocene (Pavia, 1976, p. 138).

N=15	DH	DL	D1	D2	α°	DH/DL x100	DL/DL x100	D2/D1 x1000
valori	18,73	10,93	13,57	1,69	13,4			
estremi	9,65	4,24	5;18	0,62	11,3			
$\overline{M}$	12,58	7,73	9,18	1,14	12,6	163	62	125
s	3,37	2,01	2,42	0,3	0,51	3,0	1,3	3,8
s_m	0,87	0,52	0,63	0,08	0,13	0,8	0,3	0,98
$\overline{M}$+2s	19,32	11,75	14,02	1,74	13,62	169	64,6	132,6
$\overline{M}$-2s	5,84	3,71	4,34	0,54	11,58	157	59,4	117,4
$\overline{M}+2s_m$	14,32	8,77	10,44	1,3	12,86	164,6	62,6	126,96
$\overline{M}-2s_m$	10,84	6,69	7,92	0,98	12,34	161,4	61,4	123,04
R						0,99	0,99	0,99
y=ax+b						y=1,7x-0,56	y=0,6x+0,18	y=0,12x+0,04

Tab. 2 - Dati biometrici per *Naticarius dillwyni plicatulus* (Bronn) del Pliocene piemontese. Le misure sono in mm.

(1) Le citazioni bibliografiche in sinonimia sono limitate ai lavori che descrivono opercoli di Naticidi fossili.

Opercolo - Forma a bassa evolvenza (DH/DL = 163) ed accrescimento lento (D2/D1 = 125) con grosso nucleo poco eccentrico, subcentrale ($\alpha° = 12,6$).

L'opercolo presenta un margine columellare convesso e l'estremità adapicale appuntita e sporgente. Superficie interna con depressione marginale solcata; spira aperta; linee di accrescimento sinuose. Superficie esterna concava con callo diviso in un settore subcentrale e in un'espansione spirale al margine abapicale; banda columellare subrettangolare; fascia marginale con due creste adunche e strapiombanti; solco interno stretto e mal delimitato. In un solo caso (tav. 5, fig. 10) si è osservata una terza cresta spirale più interna.

A livello microstrutturale, le differenze rispetto alle altre specie congeneriche si riducono ad una maggiore apertura delle trabecole dello strato L (tav. 1, fig. 3; tav. 2, fig. 3; tav. 3, figg. 2, 3). Inoltre si nota un maggior sviluppo columellare dello strato U, che sembra però legato a variazioni individuali.

Rispetto alle due altre specie congeneriche qui esaminate, l'opercolo di *N. dillwyni plicatulus* presenta i valori più bassi di eccentricità del nucleo e di evolvenza, che trovano spiegazione nella maggiore sfericità della conchiglia. Esso differisce dall'opercolo della sottospecie attuale *N. dillwyni dillwyni* per le creste marginali nettamente separate.

Naticarius pseudoepiglottinus (SISMONDA, 1847)

(tav. 5, figg. 5-9; tab. 3)

1956 - *Natica pseudoepiglottina* SISMONDA - MORONI, p. 105, t. 9, f. 54.
1965 - *Natica pseudoepiglottina* SISMONDA - MORONI & TORRE, p. 4, t. 1, f. 3.
1979 - *Natica millepunctata* non LAMARCK - MARTINELL, t. 4, ff. 1-5.
non 1949 - *Natica pseudoepiglottina* d'ORBIGNY (sic!) - RUGGIERI, p. 80, t. 1, f. 5 (= *N. dillwyni plicatulus*).

MATERIALE - Ho esaminato 12 opercoli provenienti da: MR (3 es.), RT (5 es.), QA (3 es.), VB (1 es.). A questi si aggiunge una conchiglia della Collezione Bellardi & Sacco completa di opercolo in posizione di chiusura (tav. 5, fig. 9).

CONCHIGLIA - Guscio globulare con spira elevata (angolo spirale: 115°) e scalinata da una rampa suturale subconcava. Solchi subsuturali opistoclini corrispondenti ad una maggiore impressione delle strie di accrescimento. Bocca semicircolare con labbro columellare ispessito e sottile callo parietale. Bordo columellare rettilineo, inclinato di 30-35° sull'asse della conchiglia. Ombelico stretto con funicolo centrale occludente più di metà del foro ombelicale.

La specie è preferenziale di fondali argillosi ed è conosciuta dal Miocene al Pliocene (MORONI, *loc. cit.*).

N. pseudoepiglottinus presenta analogie con *N. dillwyni plicatulus*, dalla quale può comunque essere facilmente distinta per la mancanza di veri e propri solchi subsuturali, per la maggior altezza della spira, per il bordo columellare maggiormente inclinato, per il funicolo subcentrale. Le differenze rispetto a *N. tigrinus* sono talmente evidenti da non richiedere commenti.

Considerata da SACCO (1891) e da molti Autori successivi come una « varietà » o una sottospecie di *N. epiglottinus* (LAMARCK) dell'Eocene e dell'Oligocene nordeuropeo, *N. pseudoepiglottinus* si differenzia per il labbro columellare rettilineo e per il funicolo più piccolo e centrale di quello della specie paleogenica; esistono inoltre differenze nell'opercolo, che in *N. epiglottinus* presenta solo due deboli solchi sulla fascia marginale (WRIGLEY, 1948, p. 11, ff. 1, 2).

OPERCOLO - Rispetto alle due specie congeneriche qui esaminate, *N. pseudoepiglottinus* presenta valori medi di evolvenza (DH/DL = 177), di velocità di accrescimento (D2/D1 = 91) e di eccentricità ($\alpha° = 10$), come d'altra parte risulta evidente nel diagramma triangolare di Fig. 5. Ciò non significa tuttavia che la specie costituisce un termine intermedio tra *N. dillwyni plicatulus* e *N. tigrinus* ed infatti i diagrammi rappresentativi degli intervalli fiduciali sulla media dei tre parametri non mostrano alcun ricoprimento (Fig. 4).

L'opercolo presenta un margine columellare rettilineo con estremità adapicale non sporgente e poco arcuata. Superficie interna convessa senza depressione marginale; linee di accrescimento rettilinee.

N=12	DH	DL	D1	D2	$\alpha°$	DH/DL x100	DL/DH x100	D2/D1 x1000
valori	15,73	9,03	11,83	1,13	10,7			
estremi	5,32	2,92	4,14	0,43	9			
$\overline{M}$	9,83	5,55	7,55	0,68	10	177	57	91
s	2,9	1,63	2,23	0,19	0,45	3,8	1,4	7,7
s_m	0,84	0,47	0,64	0,06	0,13	1,1	0,4	2,2
$\overline{M}$+2s	15,63	8,81	12,01	1,06	10,9	184,6	59,8	106,4
$\overline{M}$-2s	4,03	2,29	3,09	0,30	9,1	169,4	54,2	75,6
$\overline{M}+2s_m$	11,51	6,49	8,83	0,8	10,26	179,2	57,8	95,4
$\overline{M}-2s_m$	8,15	4,61	6,27	0,56	9,74	174,8	56,2	86,6
R						0,99	0,99	0,99
y=ax+b						y=1,8x-0,16	y=0,56x+0,05	y=0,09x+0,07

Tab. 3 - Dati biometrici per *Naticarius pseudoepiglottinus* (SISMONDA) del Pliocene piemontese e ligure. Le misure sono in mm.

Superficie esterna concava con callo sviluppato verso il margine abapicale; banda columellare espansa al centro; margine columellare tagliente con fine denticolazione; fascia marginale rilevata, munita di tre creste spirali ravvicinate e ribaltate verso il centro dell'opercolo; solco interno profondo e limitato da un bordo angoloso. L'opercolo di tav. 5, fig. 9 presenta una fascia marginale più ampia con elementi proporzionalmente più larghi.

Nella struttura notiamo un maggiore sviluppo dello strato B, con due o tre successive superfici di accrescimento parallele alla faccia interna, ed un minore spessore dello strato C (Fig. 2-G).

L'opercolo figurato da MORONI & TORRE (1965) presenta una fascia marginale pluricrestata; ho potuto esaminare una morfologia analoga su un esemplare del Pliocene di Quarto d'Asti, che si deve intendere come variante poco comune per divisione delle due creste più esterne.

Naticarius tigrinus (Defrance, 1825)

(tav. 6, figg. 1 - 11; tabb. 4, 5)

1880 - *Natica tigrina* Defrance - Brugnone, p. 117, t. 1, fig. 10.
1891 - *Natica millepunctata* non Lamarck - Sacco, p. 49, t. 2, f. 7 (var. *pliodertonensis*), f. 12 (var. *tigrina*).
1914 - *Natica millepunctata* non Lamarck - Cerulli Irelli, p. 214, t. 19, f. 4.
1949 - *Natica raropunctata* Sassi - Ruggieri, p. 78, t. 1, ff. 1, 3 (+ var. *sulcooperculata*).
1964 - *Natica raropunctata* Sassi - Moroni & Paonita, p. 14, f. 6.
1965 - *Natica tigrina* Defrance - Ruggieri, p. 148, f. 2, t. 1, ff. 1-5 (+ ssp. *sulcooperculata*).
1969 - *Natica tigrina* Defrance - Di Geronimo, t. 4, ff. 3-5, 8 (+ ssp. *sulcooperculata*).
1969 - *Natica tigrina* Defrance - Janssen, p. 171.
1971 - *Natica tigrina* Defrance - D'Alessandro, t. 1, f. 2.
1974 - *Naticarius sulcooperculatus* (Ruggieri) - Barsotti et al., figg. 2/2, 7.
1974 - *Naticarius tigrinus* (Defrance) - Barsotti et al., f. 2/6.
1974 - *Natica* (*N.*) *tigrina* Defrance - Malatesta, p. 236.
1976 - *Naticarius* (*N.*) *tigrinus* (Defrance) - Pavia, t. 5, f. 5.

Materiale - Ho esaminato i seguenti 107 opercoli, alcuni dei quali in posizione di chiusura nella conchiglia: MR (9 es.), RT (43 es.), MC (4 es.), QA (9 es.), BC (12 es.), VA (7 es.), VB (9 es.), VP (5 es.), VL (9 es.).

Conchiglia - Guscio globulare con spira scalinata da un'ampia rampa suturale subconcava. Strie di accrescimento impresse sulla rampa suturale. Bocca semicircolare con labbro columellare ispessito alle due estremità. Margine columellare rettilineo, inclinato di 30° sull'asse della conchiglia. Ombelico aperto con funicolo subcentrale. Caratteristica colorazione residua a macchie rossastre ordinate in serie spirali e collabrali.

La specie presenta ampia variabilità nello sviluppo del funicolo: da forme con funicolo massiccio (tav. 6, fig. 1), che colma parte del foro ombelicale, a forme con funicolo ridotto a filetto spirale (tav. 6, fig. 2). Notevole variabilità si registra anche nella sporgenza della spira (angolo spirale: 115 - 135°) e nell'infossatura della rampa suturale: si giunge sino a conchiglie spianate all'apice (Pavia, 1976, tav. 5, fig. 11).

N. tigrinus è specie euritopa nota dal Miocene al Pleistocene inferiore.

Un tempo confusa con la sua diretta discendente evolutiva *N. millepunctatus* (Pleistocene - Attuale: Ruggieri, 1965) per la macchiettatura rossastra, la specie di Defrance si differenzia morfologicamente per i caratteri conchigliari (Malatesta, 1974) ed opercolari. Le macchie rossastre hanno in *N. tigrinus* una frequenza molto variabile: si passa da forme a colorazione più fitta, comuni in associazioni fossilifere di facies sabbiosa, a forme con macchie larghe e rade o senza colori evidenti, più caratteristiche di facies argillose (var. *magnopunctata* e *epiglottiniformis*, Sacco).

località	MR		RT1		RT2		MC		QA		"VA"		VP		VL		media di M	
esemplari	N = 9		N = 13		N = 30		N = 4		N = 9		N = 28		N = 5		N = 9		8 medie	
	$\bar{M}$	s	$\bar{M}$	s	$\bar{M}$	s	$\bar{M}$	s	$\bar{M}$	s	$\bar{M}$	s	$\bar{M}$	s	$\bar{M}$	s	$\bar{M}$	s
DH	10,74	4,2	11,78	1,94	10,01	3,28	10,24	3,89	13,21	2,11	16,38	4,09	13,38	2,43	9,18	1,71	11,86	2,36
DL	5,38	2,21	6,0	1,06	5,19	1,79	5,26	2,13	6,79	0,99	8,41	2,2	6,84	1,26	4,59	0,83	6,06	1,24
D1	8,75	3,53	9,51	1,5	8,01	2,61	8,25	3,05	10,62	1,74	13,22	3,25	10,75	1,94	7,34	1,38	9,56	1,91
D2	0,56	0,22	0,7	0,09	0,6	0,22	0,6	0,21	0,73	0,1	0,94	0,26	0,84	0,16	0,51	0,06	0,68	0,15
$\alpha°$	7,23	0,5	7,34	0,43	7,79	0,44	7,25	0,51	7,36	0,54	7,6	0,65	7,76	0,79	7,5	0,65	7,48	0,21
DH/DL x100	201	4,1	196,7	5,7	194	5,5	196	4,7	194	4,5	195	6,6	196	6,5	200	5,8	196,6	2,6
DL/DH x100	50	1	50,8	1,5	51,7	1,6	51	1,2	51	1,2	51,2	1,8	51	1,7	50	1,4	50,8	0,58
D2/D1 x1000	65,3	4	74,4	7,2	73,8	7,9	73	2,1	69	4,1	71,2	7,3	78	8,5	69,7	4,1	71,8	3,88

Tab. 4 - Dati biometrici relativi a 8 popolazioni di *Naticarius tigrinus* (DEFRANCE) del Pliocene piemontese e ligure. Il campione RT1 costituisce una sottopopolazione della località RT (qui RT2), distinta per creste e solchi opercolari più incisivi (tav. 6, fig. 5).

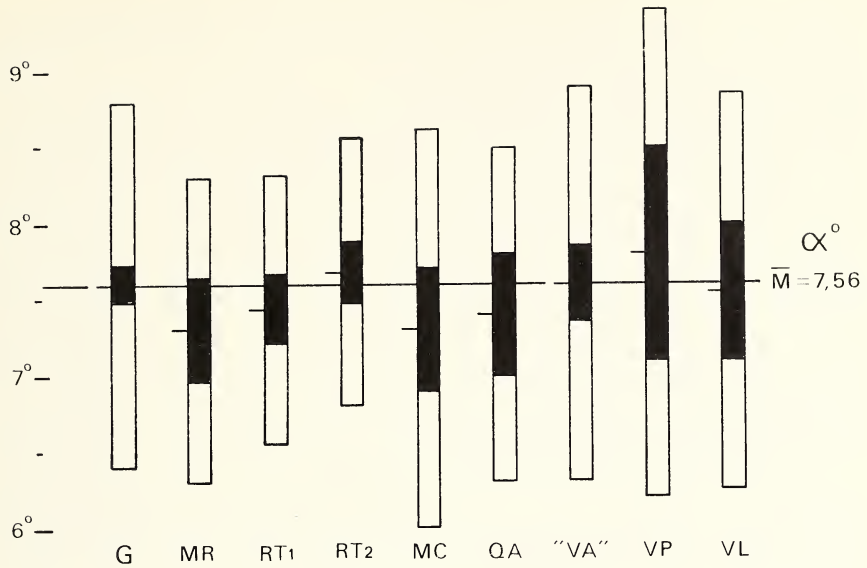


Fig. 6 - Confronto tra le medie di 8 popolazioni di *Naticarius tigrinus* del Pliocene piemontese e ligure, rispetto alla media G del campione generale. Intervallo bianco: M $\pm$ 2s. Intervallo nero: M $\pm$ $2s_m$.

Biometria - Nella Tab. 4 ho riportato i dati biometrici delle popolazioni campionate. Le località BC, VA e VB sono riunite per brevità grafica nella colonna « VA », in quanto i tre affioramenti sono ubicati a poca distanza tra loro nelle vicinanze di Asti, sono praticamente correlabili e presentano notevoli affinità dal punto di vista popolazionistico.

In Fig. 6 vengono confrontati gli intervalli fiduciali della deviazione (s) e dell'errore standard (s_m) sulla media M dell'angolo α° (eccentricità del nucleo), rispetto agli stessi intervalli sulla media generale (colonna G) del campione costituito da tutti i 107 esemplari misurati. Il ricoprimento sull'intervallo dell'errore standard è indizio di omogeneità fra le otto popolazioni campionate. Analoghe osservazioni possono essere fatte sui dati biometrici relativi ai rapporti DH/DL e D2/D1. Una conferma diretta di omogeneità si ha nel diagramma triangolare della Fig. 5, i cui punti figurativi per ciascun opercolo sono uniformemente distribuiti, senza che esista la possibilità di separare settori specifici per le diverse popolazioni.

Ciò giustifica, almeno per quanto riguarda le misure diametrali e di eccentricità, lo studio dell'opercolo di *N. tigrinus* sulla base di un unico campione formato da 107 esemplari. I dati biometrici generali sono riassunti nella Tab. 5.

N=107	DH	DL	D1	D2	$\alpha°$	DH/DL x100	DL/DH x100	D2/D1 x1000
valori	22,99	12,31	18,29	1,45	8,7			
estremi	5,81	2,99	4,7	0,26	6,5			
$\overline{M}$	12,32	6,31	9,92	0,71	7,56	195,93	51,07	71,97
s	4,18	2,2	3,36	0,25	0,6	6,02	1,6	7,28
s_m	0,4	0,21	0,32	0,1	0,06	0,58	0,15	0,7
$\overline{M}+2s$	20,68	10,71	16,64	1,21	8,76	207,97	54,27	86,53
$\overline{M}-2s$	3,96	1,91	3,20	0,21	6,36	183,89	47,87	57,41
$\overline{M}+2s_m$	13,12	6,73	10,56	0,91	7,68	197,09	51,37	73,37
$\overline{M}-2s_m$	11,52	5,89	9,28	0,51	7,44	194,77	50,77	70,57
R						0,99	0,99	0,95
y=ax+b						y=1,9x+0,33	y=0,5x+0,15	y=0,07x+0,02

Tab. 5 - Dati biometrici generali per *Naticarius tigrinus* (DEFRANCE) del Pliocene piemontese e ligure. Le misure sono in mm.

OPERCOLO - Forma ad evolvenza elevata (DH/DL = 196) ed accrescimento veloce (D2/D1 = 72) con nucleo molto eccentrico ($\alpha°$ = 7,56).

L'opercolo presenta un margine columellare ispessito e subrettilineo con estremità adapicale poco arcuata. Superficie interna con frequente convessità al nucleo; linee di accrescimento subrettilinee. Superficie esterna piana con callo centrale molto esteso ed ampia banda columellare in genere espansa verso il centro; fascia marginale costituita da due creste laminari e da un ampio solco interno di diversa incisione.

Esiste perfetta corrispondenza nella struttura con *N. millepunctatus* (Fig. 2-D, F; tav. 1, figg. 1, 5; tav. 2, figg. 4-6; tav. 4, figg. 2-4).

L'opercolo di *N. tigrinus* presenta grande variabilità nei caratteri della fascia marginale con due forme più diffuse.

Un primo morfotipo « normale » (tav. 6, figg. 7, 10), che in bibliografia troviamo raffigurato con il nome di *tigrinus*, presenta creste laminari e solco interno mal definito, sfumato sul piano opercolare. E' comune nelle associazioni fossilifere di facies a dominante sabbiosa (BC, VA, VP, VL).

Un secondo morfotipo (tav. 6, figg. 4, 6) corrisponde alla varietà *sulcooperculatus* di Ruggieri (1949), che alcuni Autori (Barsotti et al., 1974, p. 440) elevano al rango di specie con valore cronostratigrafico per il « Calabriano », seguendo l'opinione già espressa da altri (Ruggieri, 1965; Di Geronimo, 1969). Questa forma ha elementi marginali più incisi; in particolare il solco interno è delimitato da un bordo angoloso e la cresta mediana è più alta e spesso slargata. Tale opercolo è presente in tutte le popolazioni esaminate, con una certa prevalenza nelle associazioni fossilifere di facies argillosa (RT, QA). Ritengo che si debba riservare alla forma *sulcooperculatus* solo il valore di variante morfologica, ricordando però l'osservazione di Ruggieri (1949, 1965), secondo la quale l'opercolo diventa più comune nel Pleistocene inferiore a scapito del morfotipo *tigrinus*.

In generale notiamo passaggi continui tra opercoli incisi come il *sulcooperculatus* ed opercoli in cui le creste e i solchi marginali sono quasi scomparsi, mascherati da un velo di strato calcareo esterno U. Nella Tav. 6 ho figurato i casi più significativi che possono essere ordinati in sequenza: figg. 4 - 6 - 7 - 10 - 11 - 8.

Nel Pliocene inferiore di Rio Torsero è presente un opercolo caratterizzato da creste marginali massicce, l'esterna bifida e l'interna molto ampia, a cordone, e da un solco interno proporzionalmente più stretto e profondo (tav. 6, fig. 5). Nella colonna RT1 della Tab. 4 sono riassunti i dati biometrici di questa forma rispetto agli altri opercoli (RT2) di *N. tigrinus*. L'opercolo in questione presenta una certa analogia con quello di *N. virguloides*, ma è riferibile a *N. tigrinus* per tutti gli altri caratteri, compresi quelli microstrutturali (Fig. 2-D; tav. 1, fig. 1; tav. 2, figg. 5, 6).

Le differenze rispetto a *Naticarius millepunctatus* (Lamarck) sono note in letteratura (Brugnone, 1880; Ruggieri, 1949, 1965; Di Geronimo, 1969; Barsotti et al., 1974) e si basano essenzialmente sulla moltiplicazione delle creste spirali nella specie di Lamarck. Un opercolo attuale di *N. millepunctatus* ha fornito le seguenti misure: $\alpha° = 8{,}9$; DH/DL = 183; D2/D1 = 82, quindi valori esterni o al limite degli intervalli fiduciali indicati per *N. tigrinus* (Tab. 5). Rimane pertanto da verificare se l'opercolo di *N. millepunctatus* possa essere distinto anche in base ad una minore evolvenza e a una minore eccentricità rispetto alla specie fossile.

Genere *TECTONATICA* Sacco, 1891

Specie-tipo: *Tectonatica tectula* Sacco, 1891 (Bonelli m.s.) per designazione originaria.

Diagnosi - Conchiglia da piccola a media, globosa o leggermente allungata; giri lisci o debolmente solcati alla sutura; ombelico chiuso o ristretto a fessura con callo ombelicale in genere molto espanso; callo parietale sottile. Opercolo calcificato, ornato esternamente da uno o più solchi marginali; architettura multistratificata con uno strato trabecolare centrale (C).

Osservazioni - Marincovich (1977, p. 405) ha proposto che *Tectonatica* sia considerato un sottogenere di *Natica,* analogamente a *Naticarius* (*loc. cit.*, p. 371). Tuttavia i caratteri ombelicali ed opercolari di *Tectonatica* ne escludono una stretta parentela con *Natica*; in particolare mi sembra decisiva l'assenza dello strato trabecolare inferiore L che presuppone una diversa modalità di secrezione e di sviluppo dell'opercolo.

Tectonatica astensis (Sacco, 1891)

(tav. 7, figg. 3-8; tab. 6)

Materiale - Ho esaminato 8 opercoli provenienti da: RT (5 es.), CF (1 es.), VL (2 es.).

Conchiglia - Guscio globulare di dimensioni medio-piccole con spira rilevata (angolo spirale: 115°) e scalinata. Strie di accrescimento leggermente impresse verso la sutura. Bocca semicircolare con labbro columellare ispessito e concavo, inclinato di circa 25° sull'asse della conchiglia. Ombelico parzialmente chiuso da un'espansione columellare più sviluppata nel terzo abapicale in uno pseudofunicolo. Callo parietale prolungato in un tozzo lobo anteriore. Accenno di solco adapicale nell'ombelico.

T. astensis è conosciuta dal Pliocene al Pleistocene inferiore (Pavia, 1976, p. 137).

Sacco (1891) aveva classificato la specie come « varietà » di *Lunatia alderi* Forbes (= *L. pulchella* Risso) che però ha morfologia ombelicale totalmente diversa senza callo columellare (tav. 7, fig. 14). L'attribuzione di *astensis* al genere *Tectonatica*, già ipotizzata da Pavia (*loc. cit.*) in base ai caratteri ombelicali, è confermata dalla presenza di un opercolo calcareo.

L'estensione del callo columellare in *T. astensis* è variabile soprattutto negli stadi giovanili, con forme in cui l'ombelico è quasi chiuso. In tal senso la specie di Sacco presenta analogie con l'attuale *Tectonatica filosa* (Philippi); quest'ultima ha callo ombelicale più espanso, semicircolare, senza solco adapicale (tav. 7, figg. 1, 2).

Opercolo - Forma a bassa evolvenza (DH/DL = 170) ed accrescimento medio-lento (D2/D1 = 110) con nucleo poco eccentrico ($\alpha° = 11,3$).

L'opercolo presenta il margine columellare convesso con evidenti denticolazioni e l'estremità adapicale arrotondata. Superficie interna convessa con impercettibili solchi spirali; linee di accrescimento convesse. Superficie esterna concavo-convessa con depressione subcentrale; callo a settore circolare; ampia banda columellare di forma triangolare; fascia marginale rilevata, percorsa da 2-3 solchi spirali che individuano 3-4 coste depresse; solco interno inciso.

A livello microstrutturale non si sono notate differenze rispetto alle altre specie congeneriche qui esaminate (Fig. 2-C; tav. 2, figg. 1, 2; tav. 3, fig. 1; tav. 4, fig. 1).

L'abbinamento con le conchiglie di *Tectonatica astensis* non è confermato dal ritrovamento dell'opercolo in posizione di chiusura, malgrado i controlli effettuati su centinaia di gusci. Tuttavia notiamo che si tratta sicuramente di un opercolo di *Tectonatica* (sviluppo della banda columellare ed analogia con *T. filosa*) e che nelle associazioni fossilifere esaminate non esistono altre « natiche », oltre alle

specie *astensis* e *tectula*, che possano appartenere al genere *Tectonatica* sulla base delle caratteristiche ombelicali; infine a *T. tectula* deve essere attribuito un opercolo diverso per problemi di associazione fossilifera, come vedremo, e di dimensioni: l'opercolo qui descritto corrisponde infatti alle conchiglie relativamente più grosse di *T. astensis*.

L'opercolo di *T. astensis* si distingue da quello di *T. tectula* per la fascia marginale solcata e per l'estremità adapicale più arrotondata; le differenze nei valori diametrali e di eccentricità sono invece poco marcate (Fig. 3).

N=8	DH	DL	D1	D2	$\alpha°$	DH/DL x100	DL/DH x100	D2/D1 x1000
valori	10,55	6,15	7,89	0,79	11,8			
estremi	4,08	2,5	3,05	0,39	10,5			
$\overline{M}$	7,13	4,20	5,34	0,58	11,3	170	59	110
s	1,94	1,1	1,43	0,13	0,44	3	0,9	8,8
s_m	0,39	0,69	0,51	0,05	0,17	1,1	0,3	3,1
$\overline{M}+2s$	11,01	6,4	8,2	0,84	12,18	176	60,8	127,6
$\overline{M}-2s$	3,25	2,0	2,48	0,32	10,42	164	57,2	92,4
$\overline{M}+2s_m$	8,51	4,98	6,36	0,68	11,64	172,2	59,6	116,2
$\overline{M}-2s_m$	5,75	3,42	4,32	0,48	10,96	167,8	58,4	103,8
R						0,99	0,99	0,93
y=ax+b						y=1,8x-0,43	y=0,57x+0,14	y=0,09x+0,1

Tab. 6 - Dati biometrici per *Tectonatica astensis* (Sacco) del Pliocene piemontese e ligure. Le misure sono in mm.

Tectonatica tectula Sacco, 1891 (Bonelli m.s.)

(tav. 7, figg. 9-13; tab. 7)

Materiale - Sono stati esaminati 20 opercoli provenienti dal Pliocene inferiore di Rio Torsero. Altri opercoli raccolti a Baldichieri e a Villalvernia hanno fornito valori in accordo con i dati biometrici di Tab. 7.

Conchiglia - Guscio globoso di piccole dimensioni con giri raccordati alla spira (angolo spirale: 120°) e suture superficiali. Strie di accrescimento debolmente opistocline e sinuose. Bocca semicircolare con labbro columellare concavo, inclinato di circa 30° sull'asse della conchiglia. Ombelico limitato ad una stretta fessura alla periferia del callo columellare semicircolare. In un esemplare del Pliocene di Villalvernia sono conservate tracce di colorazione, rappresentate da flammule rossastre radiali intorno alla sutura.

T. tectula è specie euritopa nota dal Miocene medio al Pleistocene inferiore. L'attuale *T. filosa* (Philippi) ha colorazione simile, ma callo columellare meno espanso (tav. 7, fig. 1).

N=20	DH	DL	D1	D2	$\alpha°$	DH/DL x100	DL/DH x100	D2/D1 x1000
valori	5,85	3,42	4,53	0,51	11			
estremi	3,55	1,97	2,74	0,38	9			
$\overline{M}$	4,53	2,62	3,46	0,45	10,16	173	58	132,5
s	0,7	0,42	0,56	0,04	0,63	5,39	2	15,6
s_m	0,16	0,09	0,12	0,01	0,14	1,2	0,4	3,49
$\overline{M}$+2s	5,93	3,46	4,58	0,53	11,42	183,78	62	163,7
$\overline{M}$-2s	3,13	1,78	2,43	0,37	8,93	162,22	54	101,3
$\overline{M}+2s_m$	4,85	2,8	3,7	0,47	10,44	175,4	58,8	139,48
$\overline{M}-2s_m$	4,21	2,44	3,22	0,43	9,88	170,6	57,2	125,52
R						0,98	0,98	0,65
y=ax+b						y=1,7x+0,08	y=0,59x-0,05	y=0,05x+0,28

Tab. 7 - Dati biometrici in una popolazione di *Tectonatica tectula* Sacco del Pliocene inferiore di Rio Torsero (Albenga). Le misure sono in mm.

Opercolo - Forma a bassa evolvenza (DH/DL = 173) ed accrescimento lento (D2/D1 = 132,5) con nucleo relativamente eccentrico ($\alpha° = 10,16$).

L'opercolo presenta un margine columellare convesso con evidenti denticolazioni ed un'estremità adapicale poco arrotondata. Superficie interna convessa con accenno di depressione marginale e visibili solchi spirali; linee di accrescimento rilevate e sinuose in corrispondenza della depressione marginale. Superficie esterna regolarmente concava con callo a settore circolare ed ampia banda columellare subrettangolare; fascia marginale semplice e liscia, non rilevata, separata dal piano opercolare da uno stretto e profondo solco.

Non ho trovato opercoli in posizione di chiusura, per cui l'abbinamento con la conchiglia manca di conferma. Tuttavia l'attribuzione a *T. tectula* si basa su corrispondenze morfologiche (estremità adapicale poco arrotondata sull'opercolo e conchiglia con giri alti e raccordati alla spira) e sui dati forniti dalle associazioni fossilifere. Infatti nel Pliocene inferiore argilloso di Salea, Albenga (Robba, comunicazione personale) e nel Pliocene medio sabbioso di Baldichieri sono presenti conchiglie di *T. tectula* in associazione all'opercolo ora descritto, mentre in entrambe le località manca *T. astensis*.

L'opercolo di *Tectonatica filosa* (Philippi), a cui Sacco (1891, p. 82) avvicinava la sua specie, è più appiattito, meno concavo - convesso e presenta una fascia marginale meno distinta, striata in senso spirale (tav. 7, fig. 2). L'opercolo di una conchiglia di *T. filosa*, pescata nel mare di Siracusa, è risultato più evolvente della specie fossile e ha fornito le seguenti misure: $\alpha° = 10,2$; DH/DL = 208; D2/D1 = 138.

BIBLIOGRAFIA

Barsotti G. et al., 1974 - Studio del Quaternario Livornese, con particolare riferimento alla stratigrafia e alle faune delle formazioni del bacino di carenaggio della Torre del Fanale. *Mem. Soc. Geol. It.*, Pisa, **13** (3) : 425-495, 4 tt., 2 tabb., 10 ff. testo.

Boggild O.B., 1930 - The shell structure of the molluscs. *Mém. Ac. Roy. Lett. Danemark,* Sct. Sc., Kopenhagen, 19 sér., **2** : 233-326, 15 tt.

Brown C.H., 1975 - Structural materials in animals. 448 pp., Pitman, London.

Brugnone G.A., 1880 - Le conchiglie plioceniche delle vicinanze di Caltanisetta. *Boll. Soc. Mal. It.*, Pisa, **6** : 85-157, 1 tav.

Cerulli Irelli S., 1914 - Fauna Malacologica Mariana. Parte VII. *Palaeont. It.*, Pisa, **20** : 183-277, tt. 15-23.

Cox L.R., 1960 - General Characteristics in Gastropoda. *in* Moore R.C., Treatise on Invertebrate Paleontology. Part J, Mollusca 1. : 84-169, ff. 51-88, Univ. Kansas, Lawrence.

D'Alessandro A., 1971 - La malacofauna pliocenica di Cala Bianca (Salerno). *Boll. Soc. Nat.,* Napoli, **80** : 379-388, 3 tt.

Dieci G., Russo A. & Russo F., 1974 - Nota preliminare sulla microstruttura di spugne aragonitiche del Trias medio- superiore. *Boll. Soc. Pal. It.,* Modena, **13** : 99-107, tt. 32-37.

Di Geronimo I., 1969 - La sezione plio-pleistocenica di Monte Navone. *Atti Soc. Gioenia,* Catania, **20** : 81-146, 7 tt., 3 ff. testo, 3 tabb.

Janssen A.W., 1969 - Beiträge zur Kenntnis des Miocäns von Dingden und seiner Mollusken-Fauna. 2. *Geol. et Palaeont.,* Marburg, **3** : 153-193, 8 tt., 12 ff. testo.

Kessel E., 1942 - Über Bau und Bildung des Prosobranchier-Deckels. *Zool. Morph. Ökol. Tiere,* Berlin, **38** : 197-250, 40 ff. testo.

Laghi G.F. & Russo F., 1979 - Struttura ed architettura delle piastre di *Chiton olivaceus* Spengler (Polyplacophora, Mollusca). *Boll. Soc. Pal. It.,* Modena, **17** (2) : 272-291, 7 tt., 5 ff. testo.

Malatesta A., 1974 - Malacofauna pliocenica umbra. *Mem. Serv. Carta Geol. It.,* Roma, **13** : 498 pp., 32 tt.

Marincovich L., 1977 - Cenozoic Naticidae (Mollusca, Gastropoda) of the Northeastern Pacific. *Bull. Amer. Paleont.,* Ithaca, **70** (294), 494 pp., 42 tt., 13 ff. testo.

Martinell J., 1979 - Mesogastropoda del Pliocenico del Empurdà (Girona). *Studia Geol.,* Salamanca, **15,** 85-165, 5 tt.

Moroni M.A., 1956 - La malacofauna saheliana del Messiniano inferiore della Repubblica di San Marino. *Giorn. Geol.,* Bologna, **25** (1953): 81-162, 13 tt.

Moroni M.A. & Paonita G., 1964 - Nuovi dati sul Pliocene e Quaternario dei dintorni di Palermo. 3. Malacofauna delle sabbie gialle plioceniche di Altavilla. *Riv. Min. Sicil.,* Palermo, **16** (79-81) : 39 pp., 2 tt., 13 ff. testo.

Moroni M.A. & Torre G., 1965 - Nuovi dati sul Pliocene e Quaternario dei dintorni di Palermo. 4. Malacofauna dei trubi (Pliocene inferiore) di Lascari. *Riv. Min. Sicil.,* Palermo, **17** (91-93) : 23 pp., 1 tav.

Pavia G., 1976 - I Molluschi del Pliocene inferiore di Monteu Roero (Alba, Italia NW). *Boll. Soc. Pal. It.,* Modena, **14** (2, 1975) : 99-175, 14 tt., 6 ff. testo.

Philippon J., 1974 - Structure et composition minéralogique de la coquille de Gastropodes actuels et fossiles. *C.E.R.P.A.B.,* Orsay, **7** : 84 pp., 11 tt., 18 ff. testo.

Raup D.M. & Stanley S.M., 1978 - Principles of Paleontology. 481 pp., Freeman, San Francisco.

Ruggieri G., 1949 - La malacofauna del Calabriano romagnolo: *Giorn. Geol.,* Bologna, **20** (1948) : 63-110, 3 tt.

Ruggieri G., 1965 - A contribution to the stratigraphy of the marine Lower Quaternary sequence in Italy. *Geol. Soc. Am.,* Special Pap., Boulder, **84** : 141-152, 2 ff. testo, 1 tav.

Sacco F., 1891 - I Molluschi dei terreni terziari del Piemonte e della Liguria. Parte VIII. 112 pp., 2 tt., Clausen, Torino.

Taki I., 1950 - Morphological observations on the gastropods operculum. *Venus.* Tokyo, **16** : 32-48, 2 ff. testo.

Vecchia O., 1945 - Sulla forma degli ammoniti. *Riv. It. Paleont.,* Milano, **51** (2) : 33 pp., 8 ff. testo.

Vovelle J., 1972 - Sclerotisation et minéralisation des structures squelettiques chez les mollusques. *Haliotis,* Paris, **2** (2) : 133-165, 7 ff. testo.

Wenz W., 1938-44 - Handbuch der Paläozoologie. Gastropoda, Teil 1. Allgemeiner Teil und Prosobranchia. 1639 pp., 4211 ff. testo, Borntraeger, Berlin.

Wrigley A., 1948 - English Eocene and Oligocene Naticidae. *Proc. Malacol. Soc.* London, **28** : 10-30, 47 ff. testo.

TAVOLA 1

Fig. 1 - Architettura multistratificata di *Naticarius tigrinus* (DEFRANCE). RT. Sezione trasversale; 40 x (cfr. Fig. 2-D). Dal basso (faccia interna) verso l'alto (faccia esterna) si riconoscono gli strati B, L, C, U e il sottostrato agglutinante S. Lo strato B, molto sottile, è mascherato da residui carboniosi neri. Manca lo strato organico H, che nei fossili non è conservato.

Fig. 2 - Strato organico H in *Tectonatica filosa* (PHILIPPI). Attuale, Siracusa. Frattura trasversale; 810 x. Sono visibili anche gli strati calcarei interno B e trabecolare C.

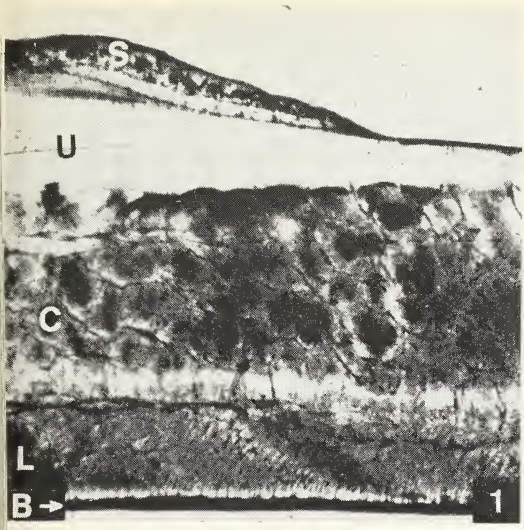
Fig. 3 - Trabecole L in *Naticarius dillwyni plicatulus* (BRONN). VB. Frattura trasversale; 790 x.

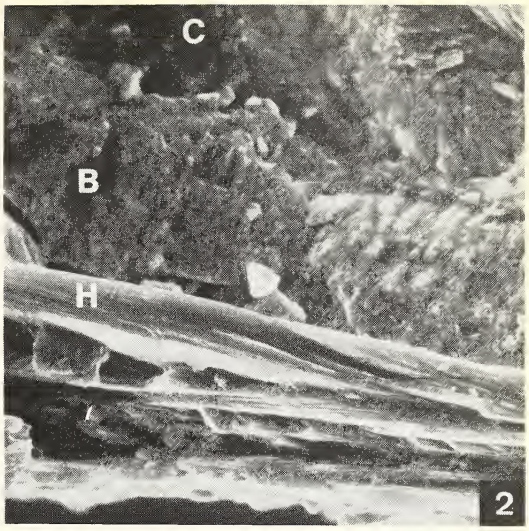
Fig. 4 - Strato calcareo interno B in *Tectonatica filosa* (PHILIPPI). Attuale, Siracusa. Frattura trasversale; 890 x. Verso l'alto si sviluppa lo strato trabecolare C.

Fig. 5 - Trabecole L in *Naticarius tigrinus* (DEFRANCE). VB. Sezione tangenziale; 250 x. La sezione è stata effettuata in prossimità del margine columellare, dove non compare lo strato interno B.

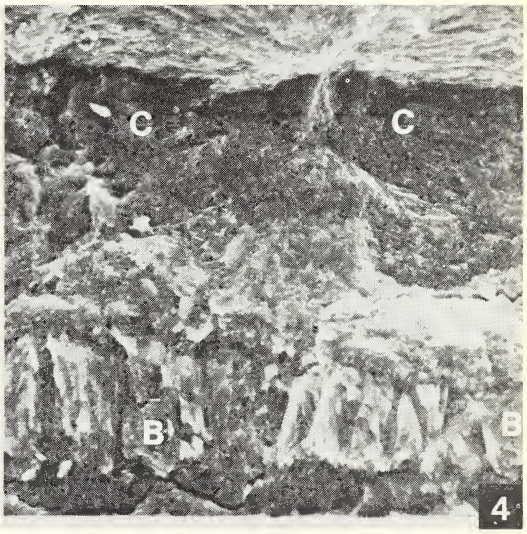
Fig. 6 - Trabecole L in *Natica virguloides* (SACCO). CF. Frattura trasversale; 790 x.

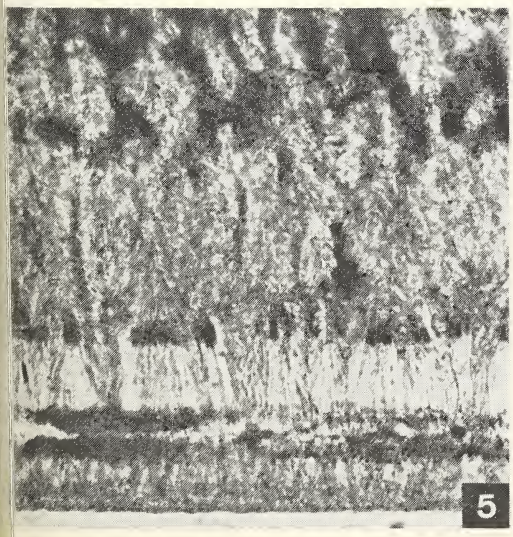
Le fotografie sono orientate nella tavola in modo da rispettare la sequenza interno (basso) - esterno (alto) propria dell'opercolo.


S
U
C
L
B
1


C
B
H
2

3


C
C
B
B
4


5

6

TAVOLA 2

Fig. 1 - Strato trabecolare C in *Tectonatica astensis* (Sacco). Frattura trasversale; 440 x. Le trabecole sono raggruppate e sovrapposte in pseudoprismi, entro i quali hanno una giacitura suborizzontale, almeno nella parte più interna dello strato. In alto compaiono le fibre dello strato interno B.

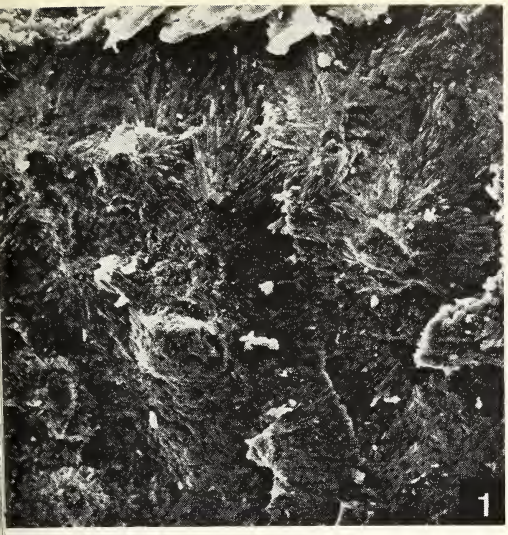
Fig. 2 - Dettaglio della fig. 1; 2000 x. Particolare dell'organizzazione delle fibre entro una trabecola suborizzontale.

Fig. 3 - Trabecole C in *Naticarius dillwyni plicatulus* (Bronn). VB. Frattura trasversale; 725 x. La sezione è tagliata normalmente alle trabecole orizzontali, che assumono un aspetto pseudosferulitico con ciuffi aperti in senso opposto all'osservatore.

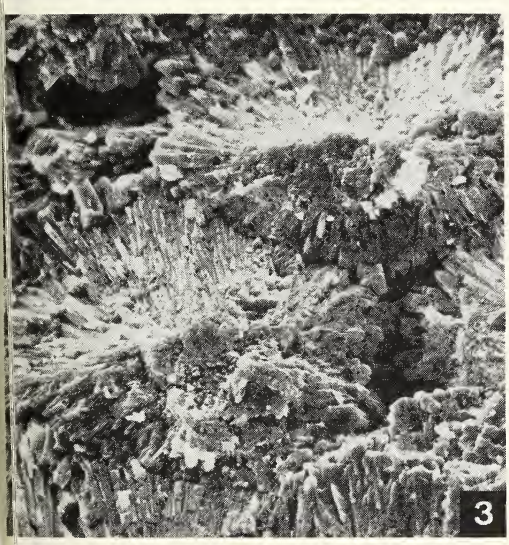
Fig. 4 - Strato trabecolare C in *Naticarius tigrinus* (Defrance). VA. Sezione equatoriale; 40 x. La fotografia illustra un tratto di sezione prossimo al bordo columellare con trabecole suborizzontali aperte nel senso dell'accrescimento. In questo esemplare le trabecole sono allineate in serie spirali con una regolarità che raramente si è osservata in altri opercoli. Si notino i residui carboniosi concentrati lungo le linee di accrescimento.

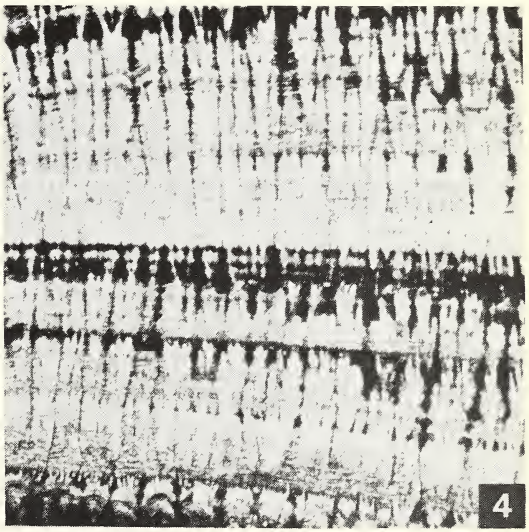
Fig. 5 - Strato trabecolare C in *Naticarius tigrinus* (Defrance). RT. Sezione equatoriale; 40 x. I limiti fra le trabecole sono evidenziati da veli carboniosi.

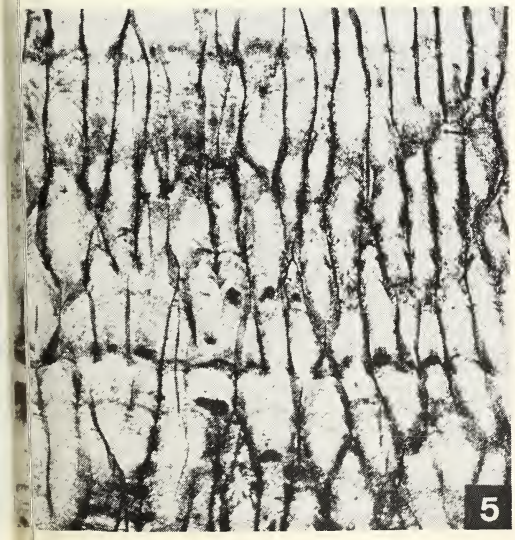
Fig. 6 - Dettaglio della fig. 5; 250 x. Sono evidenti i cristallini aghiformi che si irradiano dall'asse trabecolare secondo un angolo costante.


1

2


3


4


5

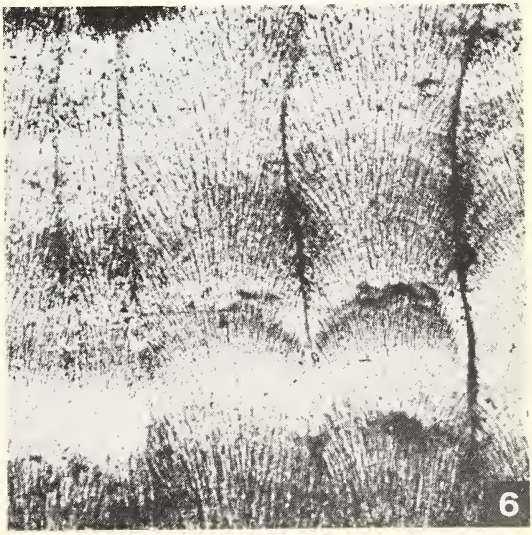

6

TAVOLA 3

Fig. 1 - Trabecole C in *Tectonatica astensis* (Sacco). RT. Frattura trasversale; 390 x. Le trabecole sono aperte verso la faccia esterna dell'opercolo.

Fig. 2 - Strato trabecolare C in *Naticarius dillwyni plicatulus* (Bronn). VB. Frattura trasversale; 390 x. Le trabecole C in prossimità del margine columellare hanno giacitura orizzontale. Si noti l'aspetto pseudosferulitico di alcune trabecole.

Fig. 3 - Strato trabecolare C e fibroso U in *Naticarius dillwyni plicatulus* (Bronn). VB. Frattura trasversale; 150 x. Si noti il passaggio graduale fra le trabecole C suborizzontali (fig. 2) e le fibre dello strato U.

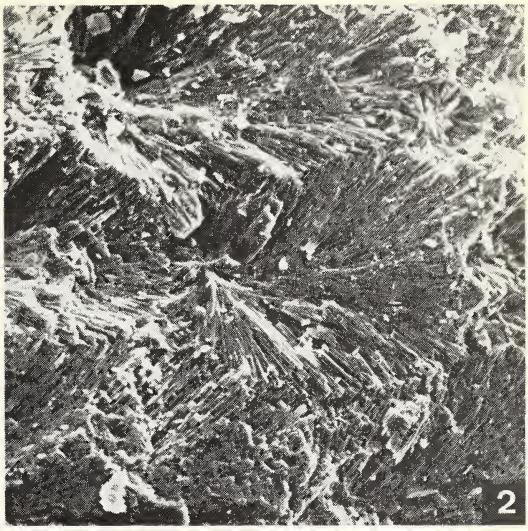
Fig. 4 - Idem in *Natica virguloides* (Sacco). CF. Sezione trasversale; 100 x. (cfr. Fig. 2-E).

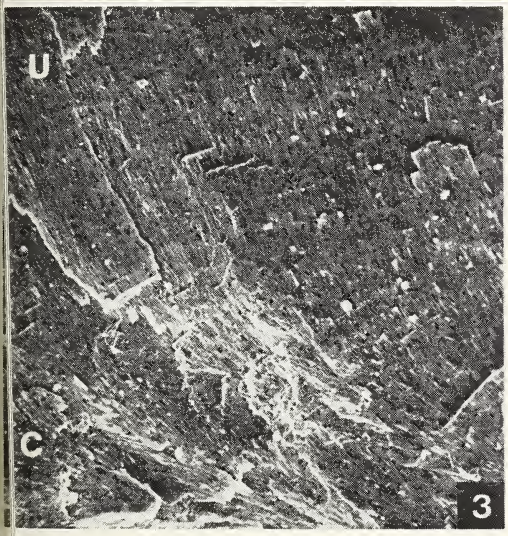
Fig. 5 - Sottostrato calcareo S in *Naticarius millepunctatus* (Lamarck). Attuale, Ostia. Frattura trasversale; 370 x. Si noti la struttura fibrosa simile al tipo penicillato. Le fibre agglutinano il guscio di un foraminifero.

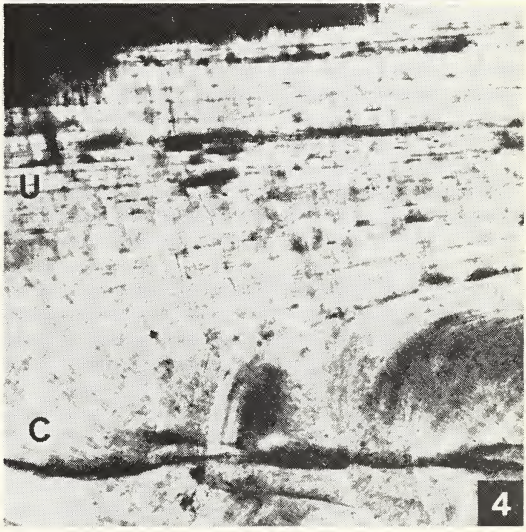
Fig. 6 - Struttura fibrosa dello strato U in *Tectonatica tectula* Sacco. RT. Frattura assiale; 1060 x. Si noti l'accenno ad un'aggregazione fascicolata. Lo strato U è direttamente sovrapposto ai giri della spira embrionale, qui nascosti da residui carboniosi (base della fotografia).

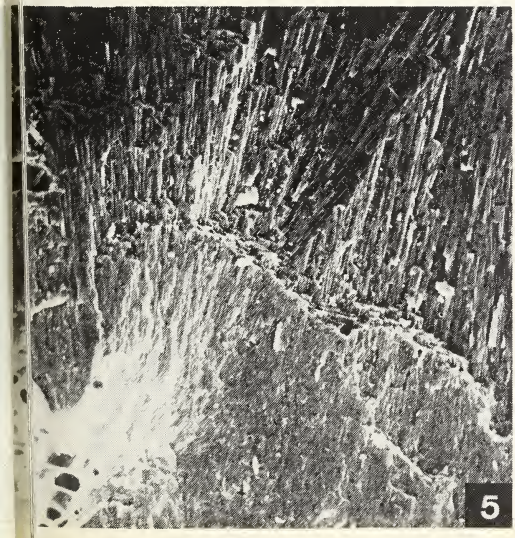
Le fotografie sono orientate nella tavola in modo da rispettare la sequenza interno (basso) - esterno (alto) propria dell'opercolo.

1


2


U
C
3


U
C
4


5

6

TAVOLA 4

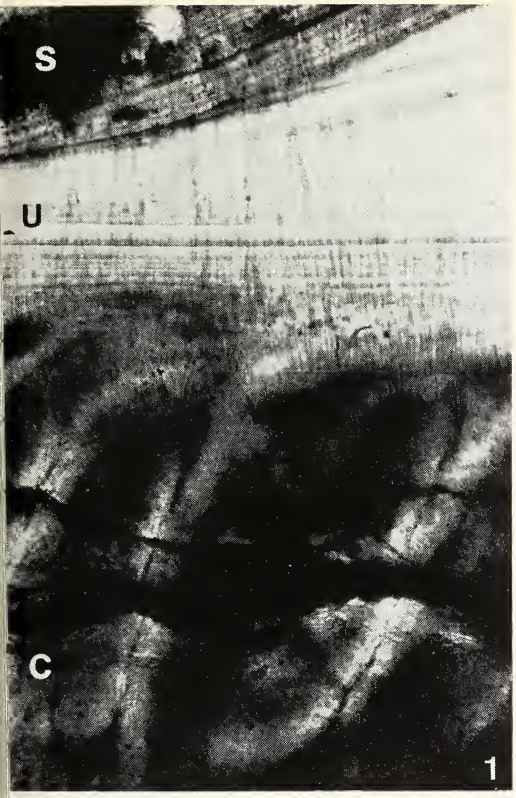
Fig. 1 - Architettura in *Tectonatica astensis* (Sacco). RT. Sezione assiale; 100 x (cfr. Fig. 2-C). Dal basso (interno) verso l'alto (esterno) si riconoscono gli strati trabecolare C e fibroso U e il sottostrato calcareo superficiale S finemente agglutinante. Le trabecole C sono organizzate in cordoncini spirali che in sezione assumono l'aspetto di pseudoprismi. Si noti il passaggio graduale fra struttura trabecolare e struttura fibrosa.

Fig. 2 - Pseudoprismi trabecolari in *Naticarius tigrinus* (Defrance). VB. Sezione trasversale; 250 x. In ciascun pseudoprisma troviamo trabecole sovrapposte e separate da orli carboniosi. L'asse di accrescimento delle trabecole passa da orizzontale (interno) a subverticale (esterno dello strato).

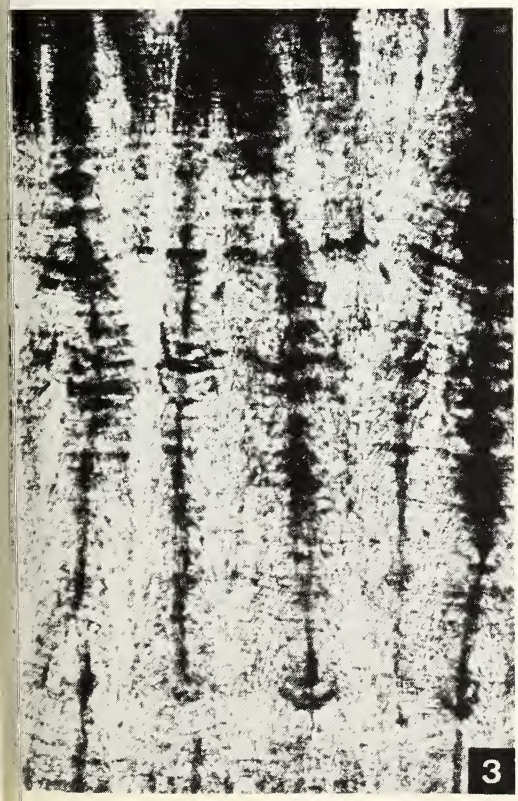
Fig. 3 - Trabecole C in *Naticarius tigrinus* (Defrance). VB. Sezione equatoriale; 250 x. Dettaglio della tav. 2, fig. 4.

Fig. 4 - Sottostrato superficiale S in *Naticarius tigrinus* (Defrance). VB. Sezione trasversale lungo il margine abapicale; 100 x. Il sottostrato agglutinante è sovrapposto allo strato trabecolare C; tra i due è interposto un sottile strato fibroso U. Si noti la struttura fibrosa, che diventa fibroso-raggiata, tipo penicillata, all'esterno dei corpi agglutinati.

Le fotografie sono orientate nella tavola in modo da rispettare la sequenza interno (basso) - esterno (alto) propria dell'opercolo.


S
U
C
1

2


3

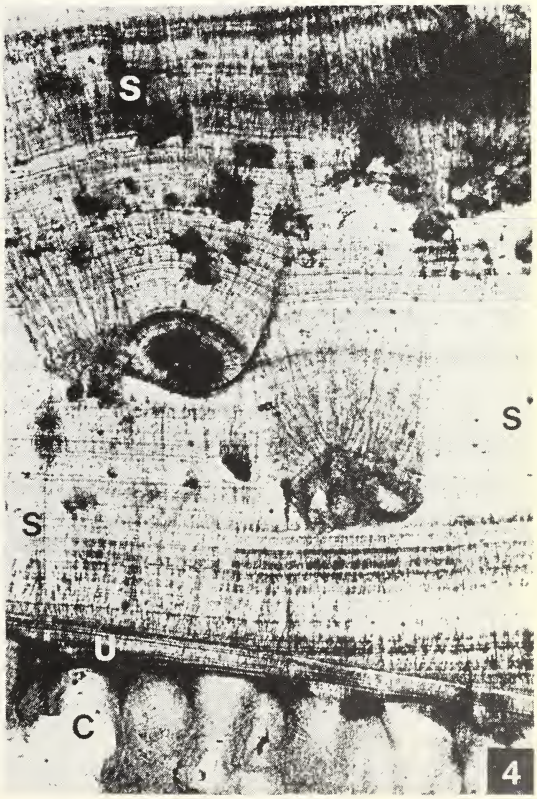

S
S
S
U
C
4

TAVOLA 5

Figg. 1-4 - *Natica virguloides* (Sacco).
Conchiglie: 1) CF; 1,7 x. 3) Paralectotipo, Pliocene medio (?), Astigiano, Collezione « Bellardi & Sacco »; 1,7 x.
Opercoli: CF; 2,3 x.

Figg. 5-9 - *Naticarius pseudoepiglottinus* (Sismonda).
Conchiglie: 8) MC; 1,7 x. 9) Pliocene, Astigiano, Collezione « Bellardi & Sacco »; 1,7 x.
Opercoli: 5) QA; 3,5 x. 6) MR; 4 x. 7) RT; 3,5 x.

Figg. 10-14 - *Naticarius dillwyni plicatulus* (Bronn).
Conchiglie: 10) VB; 1,7 x; esemplare raccolto dal dr. Gambarino. 11) Pliocene medio (?), Astigiano, Collezione « Bellardi & Sacco »; 1,7 x. 13) MR; 1,7 x.
Opercoli: 12) MR; 3 x. 14) MR; 4 x.

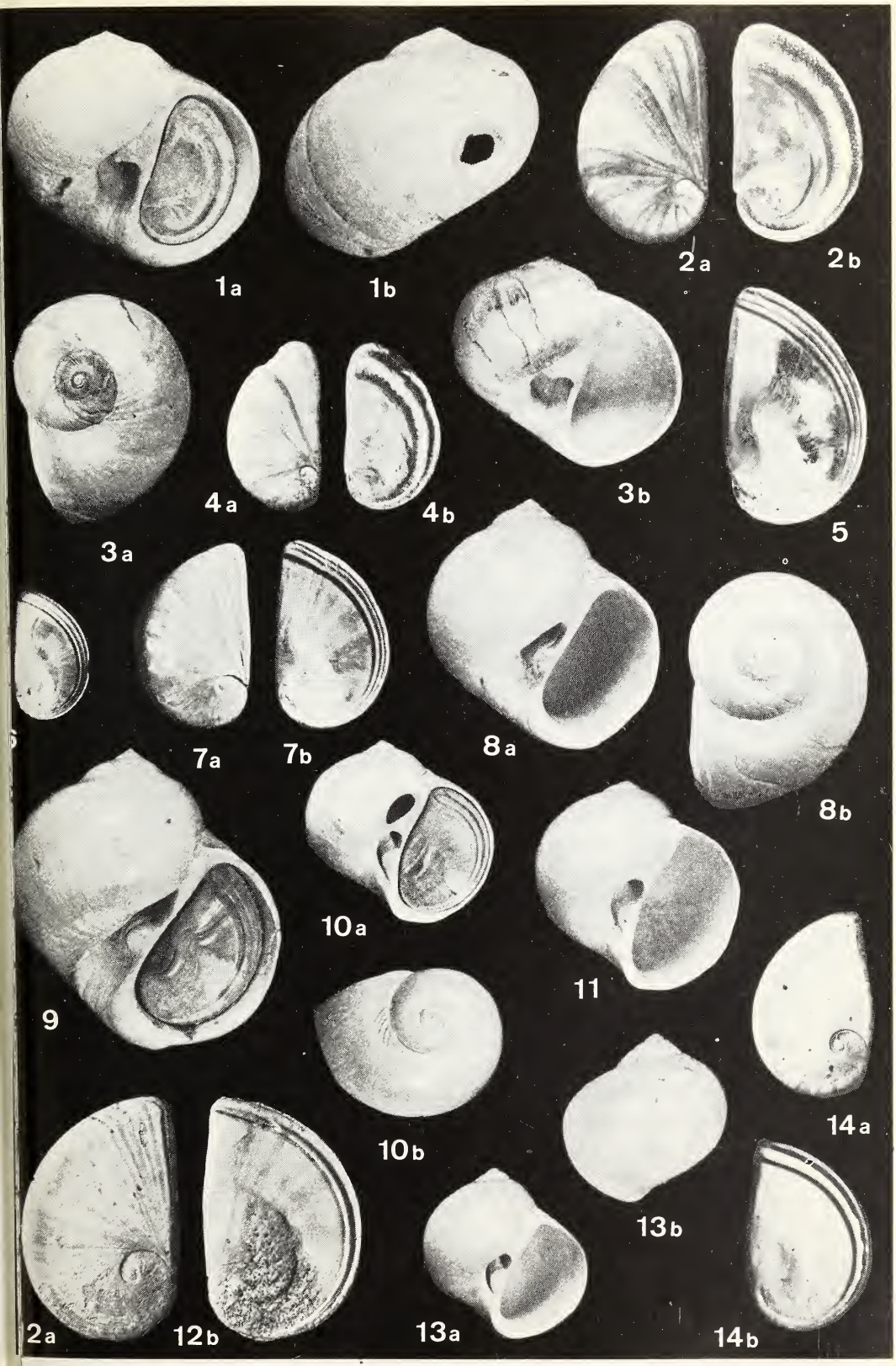

1a
1b
2a
2b
3a
4a
4b
3b
5
7a
7b
8a
8b
9
10a
11
10b
14a
2a
12b
13a
13b
14b

TAVOLA 6

Figg. 1-11 - *Naticarius tigrinus* (DEFRANCE).
Conchiglie: 1) VB; 1,7 x. 2) VL; 1,7 x. 3) VA; 1,7 x. 9) VB; 1,7 x.
Opercoli: 4) VB; 2,3 x. 5) RT; 2,3 x. 6) VL; 2,7 x. 7) VA; 2,3 x. 8) VA; 2,7 x. 10) VB; 2,3 x. 11) VB; 2,7 x.
Le figg. 4 e 6 rappresentano il morfotipo *sulcooperculatus*.

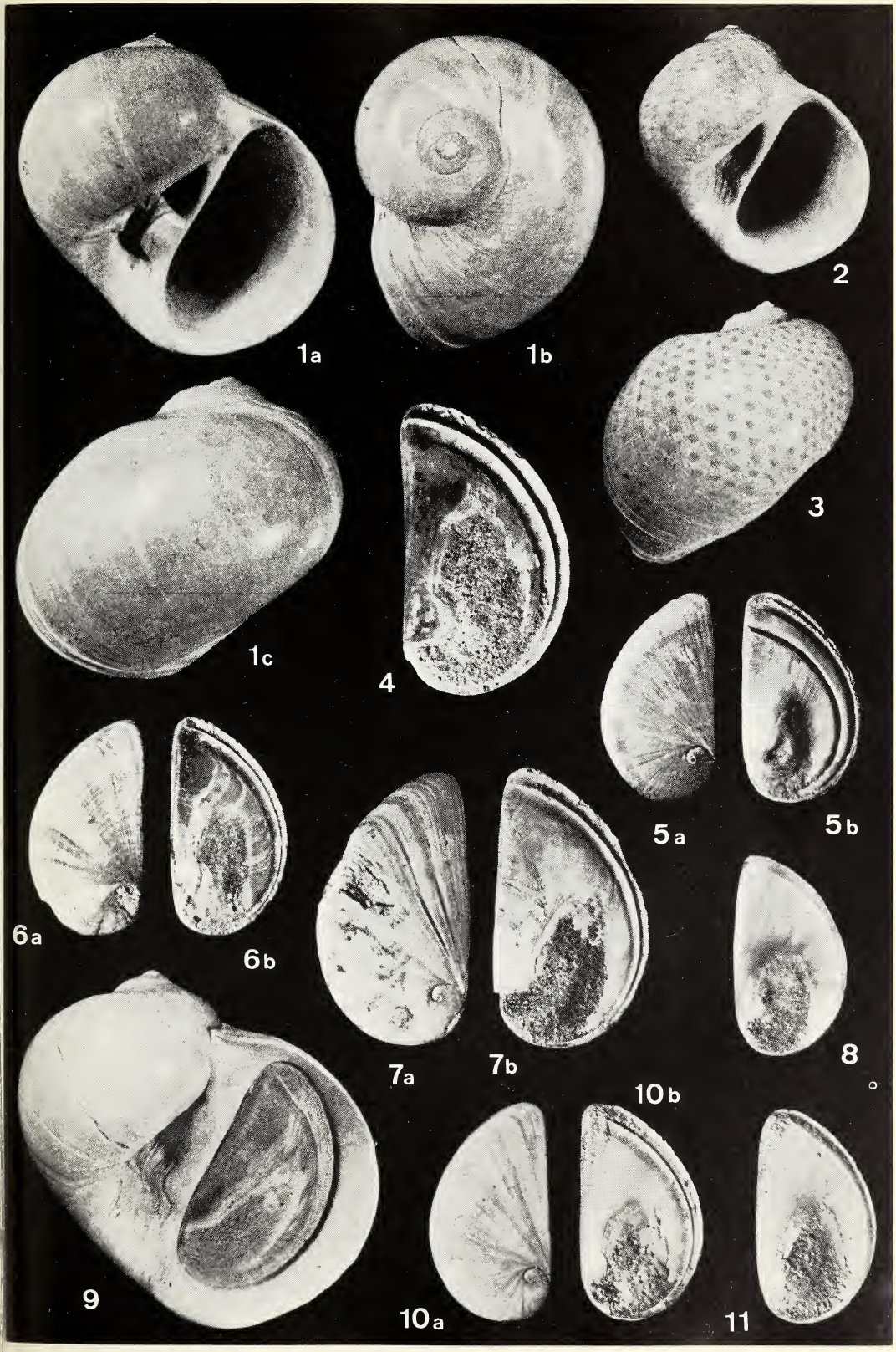

1a
1b
2
1c
4
3
5a
5b
6a
6b
7a
7b
8
9
10b
10a
11

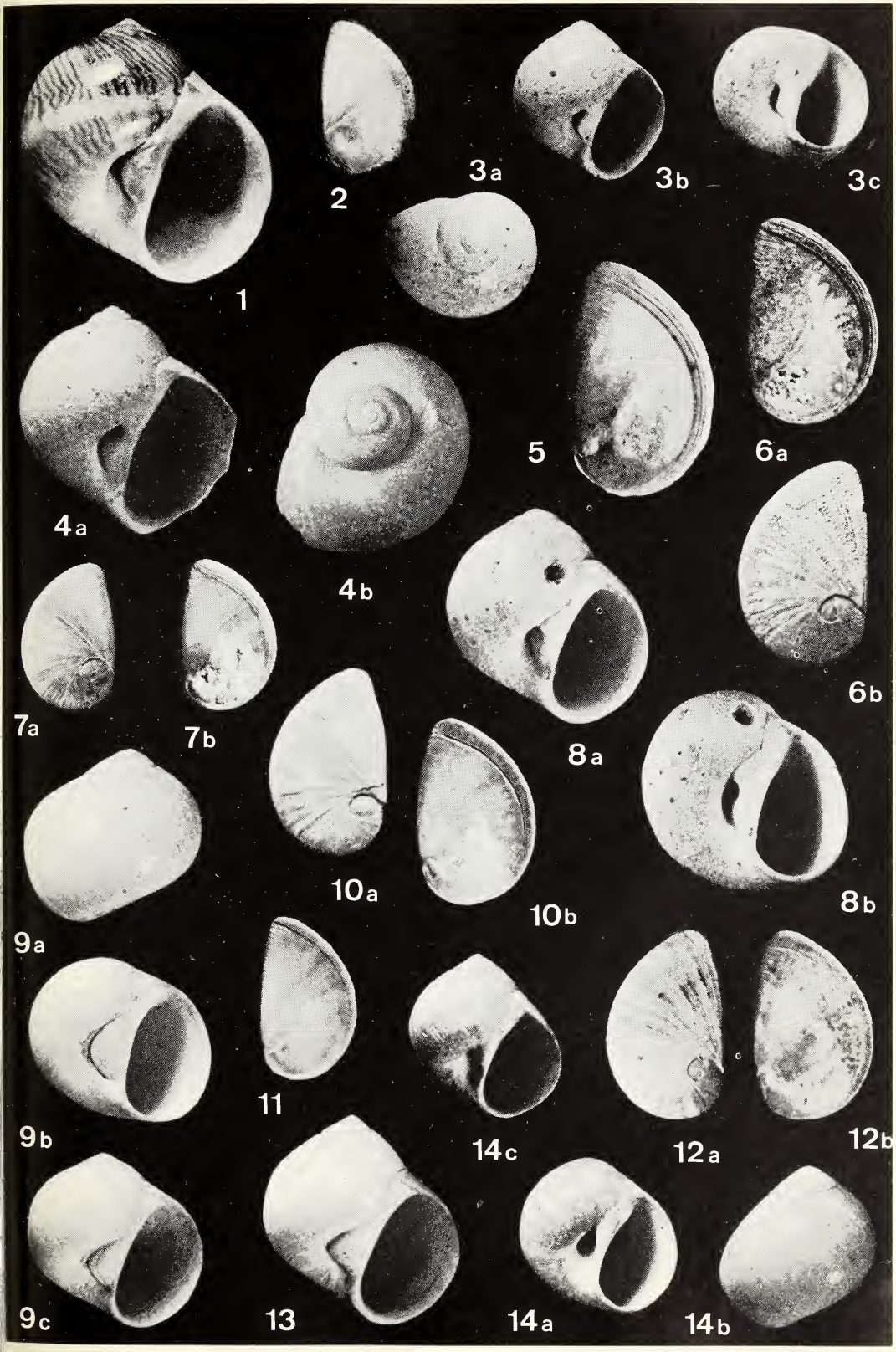
TAVOLA 7

Figg. 1-2 - *Tectonatica filosa* (PHILIPPI). Attuale, Siracusa.
1) conchiglia; 3,5 x. 2) opercolo; 5,4 x.

Figg. 3-8 - *Tectonatica astensis* (SACCO).
Conchiglie: MR; 3,5 x.
Opercoli: 5) BC; 4,6 x. 6) RT; 4,6 x. 7) RT; 5,4 x.

Figg. 9-13 - *Tectonatica tectula* SACCO.
Conchiglie: MR; 3,5 x.
Opercoli: 10) RT; 4,6 x. 11) RT; 5,4 x. 12) VL; 4,6 x.

Fig. 14 - *Lunatia alderi* (FORBES). MR; 3,5 x.


1
2
3a
3b
3c
4a
4b
5
6a
6b
7a
7b
8a
8b
9a
9b
9c
10a
10b
11
12a
12b
13
14a
14b
14c