LUIGI LORENZO CAPASSO (*), ATTANASIO PALLIZZI (*), LUISA MILIA (*), RUGGERO D'ANASTASIO (*)

ARCHAEOOVULUS PALENAE, N. GN., N. SP. (ICNOFOSSILIA): OOTECA FOSSILE DI ANFIBIO DEL MESSINIANO PRE-EVAPORITICO DI CAPO DI FIUME, PRESSO PALENA (ABRUZZO)

Abstract - Archaeoovulus palenae, *n. gn., n. sp.* (Icnofossilia): *a fossil amphibious ootheca from the pre-evaporitic Messinian site of Capo di Fiume, Palena (Abruzzo).* The Authors describe a Messinian icnofossil of an ootheca, coming from the paleontological site of Palena. Its morphological and dimensional characteristics do not match with the oothecae of modern Teleostei correlated with the fossil fishes from the same paleontological site. Therefore, the Authors compared this fossil ootheca with the ones of extant amphibians, and evidenced similarities with *Bufo viridis* ootheca. The fossil from Palena is significantly different from other known fossil oothecae, and its uniqueness justifies the creation of a new *taxon*. The discovery of this fossil, together with Palena tanatocenosis, confirms that the ancient Messinian basin was characterized by a wide range of salinity, compatible with survival and reproduction of both marine and fresh water vertebrates such as the amphibians of the genus *Bufo*.

Key words - Paleontology, Icnofossils, Miocene, Central Italy.

Riassunto - Archaeoovulus palenae, n. gn., n. sp. (Icnofossilia): ooteca fossile di anfibio del Messiniano pre-evaporitico di Capo di Fiume, presso Palena (Abruzzo). Gli Autori descrivono un reperto icno-paleontologico che rappresenta un frammento di ooteca fossile proveniente dal giacimento di Palena, località Ponte di Legno (Italia Centrale), datato al Messiniano pre-evaporitico. I confronti morfologici e strutturali con le ooteche dei teleostei viventi correlati alle specie trovate fossili nel medesimo giacimento non hanno dimostrato analogie. Gli Autori, pertanto, hanno eseguito opportuni confronti con le ooteche di anfibi viventi, dimostrando che le maggiori analogie del reperto fossile sono con le attuali ooteche di Bufo viridis. Esso non trova confronto con altre ooteche fossili, rappresentando un reperto icno-paleontologico assolutamente unico, la cui peculiarità giustifica l'istituzione del nuovo taxon. La presenza di questo genere di uova nella tanatocenosi di Palena conferma che le acque nelle quali si sono depositate le rocce pre-evaporitiche avevano una salinità estremamente variabile, che oscillava da quella compatibile con la sopravvivenza di specie marine, come Merluccius, fino a quella compatibile con la sopravvivenza e addirittura con la riproduzione di vertebrati strettamente dulciacquicoli come sono, appunto, gli anfibi del genere Bufo.

Parole chiave - Paleontologia, Icnofossili, Miocene, Italia Centrale.

INTRODUZIONE

Recentemente uno di noi ha rinvenuto occasionalmente un frammento carbonioso, incompleto, ma articolato, di una struttura nastriforme contenente corpuscoli monomorfi sferoidali, in impronta e controimpronta, nel materiale lapideo derivato dalla discarica dei lavori di perforazione in galleria praticati negli anni '90 esattamente al centro del piccolo affioramento di marne laminate biancastre e di Tripoli situato in località Ponte di Legno, presso Capo di Fiume, circa 3 Km a Sud dell'Abitato di Palena (provincia di Chieti, Appennino Abruzzese), lungo la valle dell'Aventino (Fig. 1). Il sito è ben noto ai paleontologi per la sua ricca ittiofauna messiniana descritta da vari autori (Carboni et al., 1992; Mazza et al., 1995; Carnevale, 1998; Carnevale & Landini, 2001) e per lo scheletro incompleto, ma articolato di un Prolagus eccezionalmente ben conservato, con tracce di pelliccia e di organi interni (Mazza et al., 1995). Nel giacimento sono state segnalate anche molte specie vegetali (Carnevale, 1998) e sono stati rinvenuti anche resti di uccelli. Il giacimento è stato individuato per la prima volta negli anni '70 dal Prof. Adriano Antonucci, docente di Anatomia umana normale nella Facoltà di Medicina e Chirurgia dell'Università «G. d'Annunzio» di Chieti e Pescara, il quale ne ha riportato l'interesse paleontologico nell'ambito delle associazioni amatoriali, anche se non ha mai segnalato per iscritto l'importante scoperta scientifica, della quale qui vogliamo dare finalmente atto pubblicamente. Le raccolte eseguite dal Prof. Antonucci nel giacimento in questione sono state interamente donate al nostro Museo universitario, con parere favorevole della Soprintendenza archeologica competente.

La sequenza stratigrafica è stata studiata in dettaglio da vari autori, fra i quali Carboni *et al.* (1992) e Carnevale (1998) (Fig. 2).

Il reperto descritto in questo lavoro è un tipo di fossile estremamente raro, che fa riferimento all'ambito della paleo-fisiologia, in quanto in grado di fornire risposte a domande inerenti le modalità ed i comportamenti riproduttivi di specie animali estinte.

Nonostante questa rarità, sono note descrizioni di uova di pesci fossili limitatamente ai selacei e, attraverso un singolo rinvenimento, ai placodermi, mentre nessun rinvenimento sembra essere stato eseguito a proposito di uova fossili di anfibi.

Infatti, capsule oofore di condritti sono state trovate ripetutamente in vari depositi paleozoici a partire dal Devoniano.

^(*) Università degli Studi «G. d'Annunzio», Museo universitario, piazza Trento e Trieste, 1, 66100 Chieti (Italia). Corresponding author: Ruggero D'Anastasio. E-mail: r.danastasio@unich.it



Fig. 1 - Ubicazione del sito paleontologico.

L'istituzione dell'icnogenere Paleoxyris risale al 1828 ed è dovuta al naturalista francese Brongniart (Brongniart, 1828). In seguito questa ooteca di pesci elasmobanchi si è dimostrata essere il più diffuso icnofossile di questo tipo. Infatti, nel 1885 Kidston (1885) ne ha descritto esemplari in rocce carbonifere affioranti in Gran Bretagna, confermando la presenza del genere Palaeoxyris, basato solo su resti di capsula oofora attribuita ad elasmobranchi fossili non meglio identificabili. Questo stesso icnogenere è stato successivamente segnalato anche in altre località inglesi (Moysey, 1910; Crookall, 1928; 1930; 1932), nel paleozoico della Boemia (Prantl, 1933) e della Francia (Renault & Zeiller, 1888), nel Carbonifero dell'Illinois (Sroka & Richardson, 1997) e dell'Oklahoma (Zidek, 1976), nel Carbonifero della Russia (Chabakov, 1927).

Nonostante la rarità di resti fossili di uova di pesci, l'icnogenere *Palaeoxyris*, quindi, sembra essere relativamente frequente e, soprattutto, molto diffuso, anche geograficamente, senza che siano state dimostrate sensibili differenze morfologiche fra gli esemplari trovati nei diversi continenti ed in un ampio intervallo cronologico. Completamente occasionali sembrano essere, al contrario, altri taxa, ugualmente basati esclusivamente su resti di capsule oofore di elasmobranchi fossili; sono noti i seguenti icnogeneri: Vetacapsula, Fayolia, Chimaerotheca. Vetacapsula è stata descritta nel Carbonifero della Russia (Chabakov, 1927), della Gran Bretagna (Crookall, 1928b) e del Nord America (McGhee & Richardson, 1982); Fayolia nel Carbonifero della Gran Bretagna (Crookall, 1928a). Chimaerotheca è invece una ooteca la cui struttura e morfologia esterna corrispondono molto bene alle ooteche delle attuali chimere. Uova fossili di chimere sono state trovate sia nel Giurassico della Baviera (Jaekel, 1901), sia nel Cretaceo del Kansas (Brown, 1946; 1950), sia nel Cretaceo dell'Alberta (Warre, 1948). Recentemente Frickhinger (1994) ha dimostrato che nei calcari litografici di Solnhofen esistono almeno due specie giurassiche di ooeche di pesci: una senz'altro morfologicamente identica alle ooteche delle chimere attuali, l'altra – di taglia assai minore – con una morfologia molto peculiare, che potrebbe collegarsi a forme diverse di elasmobranchi. Una terza forma (recentissimamente rinvenuta da uno di noi - Capasso -



Fig. 2 - Successione stratigrafica di Capo di Fiume (modificata da Carboni *et al.*, 1992).

e non ancora descritta), infine, per la sua morfologia elicoidale, si avvicina molto alle ooteche degli attuali *Heterodontidae*, del resto presenti con almeno una specie fossile nello stesso giacimento giurassico di Solnhofen (*Heterodontus falcifer* Wintershof).

Resti interpretabili quali possibili ooteche a struttura esterna spiralata sono del resto presenti anche in depositi assai più antichi, come ad esempio nelle ardesie devoniane di Bundembach (Germania), ammettendo che non possano corrispondere a qualche forma di coprolite di pesce comunque dotato di valvola a spirale.

Uova di pesci immerse in materiale amorfo a costituire vere e proprie ooteche multiple sono state dimostrate anche nel giacimento carbonifero di Mazon Creek (Illinois) e sono state descritte come *Mazonova helmichnus* (Godfrey, 1995). Questa forma è estremamente interessante per la sua struttura e per la sua costituzione, anche se essa fa riferimento a pesci paleozoici certamente diversi dagli osteitti. Strutture spiralate costituite da esili patine carboniose, dotate di propaggini filiformi sinuose, sono state rinvenute recentemente anche negli strati marnosi carboniferi di Bear Gulch, nel Montana. Queste strutture possiedono una morfologia comparabile con le ooteche spiralate degli Heterodontidae attuali ma, in più, dimostrano la presenza di prolungamenti spiralati e sfrangiati cui potevano essere demandate funzioni di ancoraggio al fondo o al substrato. L'osservazione micromorfologica di queste strutture dimostra la presenza di almeno un unico elemento scheletrico preponderante, robusto, ben sviluppato, di foggia triangolare, ma dotato di un prolungamento spiniforme, che potrebbe, in linea del tutto teorica, trovare riscontro, anche morfologico, nei potenti e sviluppatissimi aculei ossei dorsali tipici dei condrostei primitivi del genere Falcatus, caratteristici di questo giacimento.

Recentemente i calcari litografici del giacimento cenomaniano di Hadjula (Libano) hanno restituito interessanti resti di ooteche fossili. In particolare una grossa struttura ovalare appiattita, a superficie liscia, del diametro massimo di circa 12 cm è stata trovata sia in forma isolata, sia in associazione ad un esemplare fossile dello squalo *Scyliorhinus elongatus* (Davis, 1887) di dimensioni assai ridotte, che fanno riferimento ad un esemplare appena nato. L'associazione può essere casuale, ma non può essere escluso che le grosse strutture sacciformi ovoidali trovate ad Hadjula siano ooteche fossili di *Scyliorhinus*, anche se mancano tracce di resti di sacco vitellino e di strutture anatomiche di connessione fra il neonato e l'interno dell'ooteca.

Infine, una ooteca di batoideo recentemente trovata nel medesimo giacimento (ed ancora non descritta), dimostra chiaramente tracce di sacco vitellino e di embrione la cui anatomia è del tutto comparabile con embrioni di batoidei vivipari ben noti nello stesso giacimento e dettagliatamente descritti da uno di noi (Capasso, 2003).

Tutti gli esempi fin qui citati fanno riferimento ad ooteche fossili di pesci cartilaginei; un unico esempio riguarda, a nostra conoscenza, un diverso gruppo di pesci fossili e cioè i Placodermi. Ritchie (2005), infatti, ha recentemente pubblicato una ooteca riferibile all'unica specie fossile rintracciata negli strati di arenaria nera devoniana della Merriganowry quarry (Cowra Shire, New South Wales, Australia). L'unico componente della tanatocenosi in questione è il fillolepide Cowralepis mclachlami Ritchie al quale è stata attribuita una ooteca nastriforme lunga 30 mm e larga 10 mm, contenente circa 200 corpuscoli ovoidali, uniformi, con asse maggiore orientato nel senso della lunghezza della teca, ciascuno della dimensione massima di circa 3-4 mm. Ritchie (2005), pur non potendo esaminare il contenuto di ciascuno di questi corpuscoli, ha escluso che la struttura rappresenti un possibile coprolite (avendo esaminato comparativamente l'organizzazione e la morfologia di coproliti dello stesso pesce) e ritiene che l'esemplare rappresenti la più antica ooteca fossile di pesci fino ad oggi descritta.

Come si vede mancano, a nostra conoscenza, esempi paleontologici di ooteche di pesci ossei e, soprattutto, mancano esempi di reperti fossili relativamente recenti che, per morfologia e struttura, possano essere connessi ad ooteche di osteitti.

Inoltre, nonostante che la letteratura paleontologica sia ricca di descrizioni di uova fossili di rettili, specialmente di età mesozoica e soprattutto riferite a dinosauri, mancano del tutto citazioni relative ad esempi di uova fossili di anfibi.

La comparazione del nostro reperto con le ooteche e le uova delle moderne specie di pesci evolutivamente imparentate alle forme fossili di Palena non ha evidenziato possibili analogie. Diversamente l'ooteca e le uova di Palena mostrano una stretta somiglianza con le ooteche nastriformi e le uova degli anfibi dell'attuale genere *Bufo*. Il nostro reperto, pertanto, rappresenta il primo esempio di questo genere nella letteratura paleontologica.

La scelta di assegnare al nostro reperto un nome generico e specifico è in linea con l'atteggiamento tenuto da tutti i precedenti paleontologi i quali hanno stabilito la correttezza formale dell'assegnazione di una posizione sistematica anche agli icnofossili, ai quali alcuni vogliono far afferire anche i reperti inerenti tracce di riproduzione, quali sono appunto anche le uova. Ad ogni modo tutte le ooteche descritte finora in letteratura, infatti, hanno ricevuto una determinazione generica e specifica quando non sia stato possibile riferire univocamente l'ooteca ad una data specie fossile. Pertanto, abbiamo applicato anche al nostro reperto la nomenclatura binomia generica e specifica, anche per sottolineare l'assoluta eccezionalità del rinvenimento.

Icnofossilia

Archaeoovulus palenae, nuovo genere, nuova specie

Origine del nome: il nome generico fa riferimento, nella sua prima parte, all'antichità del reperto (*archaeo*), nella seconda, alla funzione riproduttiva legata all'uovo; il nome specifico fa riferimento al comune di Palena, in provincia di Chieti.

Provenienza: il nostro esemplare proviene dalle marne di Ponte di Legno, località Capo di Fiume, 3 Km a Sud di Palena (Chieti), che Mazza *et al.* (1995) hanno attribuito al Messiniano pre-evaporitico.

Ubicazione dell'olotipo: l'esemplare è depositato presso il Museo universitario dell'Università statale «G. d'Annunizo» a Chieti, Piazza Trento e Trieste 1, con il numero di inventario n. 1000.

Diagnosi: ooteca nastriforme dotata di banda perimetrale oofora, con margini sub-paralleli sinuosi ed apice arrotondato; nastro largo circa 20 mm e di lunghezza non determinabile; uova sferoidali monomorfe, di dimensioni variabili fra 1,5 e 2,0 mm, a superficie microgranulare; uova distribuite con densità variabile, mediamente di circa 9 uova per cm².

Descrizione: il reperto fossile consiste in un sottile sacca carboniosa nastriforme, che delimita ed avvolge corpuscoli sferici monomorfi.

Inquadramento geologico del giacimento di Palena-Ponte di Legno

La cava di Ponte di Legno è un affioramento di calcareniti e marne mioceniche affioranti in località Capo di Fiume, 3 Km a Sud dell'abitato di Palena (Fig. 1). Al centro di piccolo giacimento paleontologico nel 1993 è stata scavata una ampia e profonda galleria (oggi obliterata); questa colossale opera ha intaccato irrimediabilmente sia il paesaggio alpestre del luogo, ricco di vegetazione e di acque sorgive, sia gli strati fossiliferi che sono stati devastati e distrutti, come è stato più volte inutilmente denunciato (Capasso, 1996); i materiali di risulta di questa devastazione paleontologica, perpetrata con ogni regolarità di permessi da parte di tutti gli Enti pubblici aventi diritto, sono stati trasportati anche lontano dal luogo di estrazione e sono stati esaminati a varie riprese da numerosi appassionati locali, ivi compreso uno di noi (Pallizzi), il quale ha appunto rinvenuto l'esemplare in questione, poi consegnato al Museo universitario di Chieti.

La cava di Ponte di Legno è parte della copertura miocenica del Monte Porrara; questa copertura poggia sull'ossatura di calcari cretacei potente anche più di 1000 metri (Fig. 3). La sequenza stratigrafica della cava di Ponte di Legno (anche detta di Capo di Fiume) è stata descritta per la prima volta da Carboni et al. (1992) ed è stata successivamente analizzata più in dettaglio da altri Autori (si veda ad esempio Mazza et al. 1995; Carnevale, 1998). All'interno della complessa serie stratigrafica di Ponte di Legno, i livelli macrofossiliferi (Fig. 2) sono costituiti da pacchi di strati laminati di diatomiti e di marne (chiamate «Tripoli» da Carboni et. al., 1992) con intercalazioni calcarenitiche di spessore rodotto e di pochi metri di lunghezza. I livelli marnosi sono ricchi di resti organici in generale e di piante e pesci fossili in particolare. Per quanto riguarda lìorigine dei sedimenti tropolacei, vari Autori concordano nell'affermare che si tratti di facies lagunari, mentre le lenti calcarenitiche vengono attribuite a depositi fluviali o di canali tidali (Mazza et al., 1995; Pareae Ricci Lucchi, 1972; Ricci Lucchi 1978). La sequenza è ricoperta da alcune decine da metri di argille alloctone (Bellatalla et al. 1992).

Molti dei fossili recuperati in questi strati sono oggi esposti al Museo Paleontologico di Palena (Agostini & Rossi, 1999).



Fig. 3 - Schema strutturale del settore di convergenza tra le unità Maiella e Scontrone-Porrara. 1: depositi fluvio-lacustri; 2: alternanze argilloso-arenacee delle Formazioni della Laga e del Cellino; 3: conglomerati calcarei di Palena; 4: successione carbonatica della Maiella; 5: successione carbonatica del Monte Porrara; 6: successione carbonatica del Monte Morrone; 7: zona a scaglie di Rivisondoli-Pescocostanzo; 8: successione calcarenitico-calcareo-marnosa, con livelli in facies di «Scaglia» appartenente all'unità del bacino molisano; 9: fascia cataclastica; 10: faglie normali; 11: faglie inverse e sovrascorrimenti (modificato da Ghisetti e Vezzani, 1983).

MATERIALI

Il reperto consiste in un frammento di apparenza carboniosa nastriforme, che contiene al suo interno numerosi corpuscoli sferoidali, anch'essi in apparenza di natura carboniosa.

Il reperto, conservato presso il Museo universitario dell'Università degli Studi «G. d'Annunzio» di Chieti-Pescara (inv. N. 1000) è posseduto in impronta e controimpronta e rappresenta certamente una parte di un fossile di dimensioni maggiori, in quanto la roccia matrice è spezzata accidentalmente ad una delle estremità (Fig. 4).

Metodi

Le caratteristiche morfologiche e metriche del fossile sono state descritte e rilevate mediante analisi macroscopiche ed osservazioni allo stereomicroscopio.

La microstruttura dei corpuscoli è stata studiata sia mediante sezione sottile osservata al microscopio ottico, sia attraverso preparati analizzati al Microscopio



Fig. 4 - *Archaeoovulus palenae* n. gn, n. sp. (Messiniano, Palena, Italia Centrale): impronta (A) e controimpronta (A). (Reperto n. 1000; Museo universitario, Università degli Studi «G. d'Annunzio», Chieti-Pescara).

Elettronico a Scansione (*Electron Scan Microscope*: SEM). La composizione chimica e la natura dei cristalli all'interno dei corpuscoli è stata studiata mediante diffrattometrica.

La sezione sottile è stata realizzata in più fasi. Tramite un'apposita troncatrice è stata ricavata una lastra lunga 35 mm, larga 20 mm e spessa 5 mm. La lastra è stata smerigliata con paste abrasive a grana progressivamente inferiore, ed è stata poi fissata su un vetrino portaoggetto, anch'esso smerigliato, mediante un collante perfettamente incolore e trasparente. L'operazione di incollaggio è stata eseguita su un fornelletto a piastra metallica alla temperatura di 40° C. Il preparato è stato, quindi, messo sotto pressione per eliminare eventuali bolle d'aria tra il vetrino portaoggetti ed il campione.

Il taglio è stato eseguito con una sega con lama diamantata Petrothin Buehler per raggiungere uno spessore del preparato di 400 micron.

L'assottigliamento è stato eseguito con una macchina lappatrice, che permette una riduzione dello spessore del campione precisa ed uniforme. Questa macchina è formata da un piatto di ghisa circolare con scannellature radiali, da un cilindro contenente acqua e abrasivo, da una pompa per vuoto e da un *jig* dove vengono fissati i campioni di roccia. Per mezzo di uno strumento (comparatore) con scala micrometrica si stabilisce lo spessore che si vuol dare alla sezione. Attraverso l'utilizzo di questo macchinario abbiamo raggiunto lo spessore di 200 micron. Un ulteriore assottigliamento è stato ottenuto con smeriglio di corindone di grana decrescente (100 micron, 60 micron, 12 micron), fino a raggiungere lo spessore finale di 80 micron.

La sezione sottile così ottenuta è stata analizzata con un microscopio da petrografia, caratterizzato, rispetto ad un normale microscopio ottico, dalla presenza di due prismi di Nicol o filtri di polarizzazione. Il Nicol polarizzatore, posto sotto il tavolino del microscopio, invia sull'oggetto un fascio di luce polarizzata in un piano; il Nicol analizzatore, posto tra l'obiettivo e l'oculare, può ruotare. L'analisi della sezione sottile è stata effettuata sia con un solo polarizzatore, sia con i Nicols incrociati per individuare, attraverso le caratteristiche ottiche e di birifrangenza, la tipologia di minerali presenti all'interno del campione.

Inoltre, frammenti del campione e singoli corpuscoli sono stati osservati al SEM in modalità classica e ad elettroni retrodiffusi.

Un frammento di campione (costituito prevalentemente dai corpuscoli ed in minima parte dalla banda amorfa carboniosa circostante e dalla matrice rocciosa) è stato polverizzato (in particelle di circa 50 micron), posizionato all'interno del diffrattometro e fatto ruotare intorno a un asse normale al fascio di RX. I dati ottenuti da quest'analisi sono stati codificati col software EVA ed è stata effettuata una determinazione semiquantitativa dei minerali presenti nel fossile.

RISULTATI

Il reperto in questione consiste in una struttura carboniosa nastriforme lunga complessivamente 35 mm e larga al massimo 20 mm, che delimita ed avvolge corpuscoli sferoidali, monomorfi, ma di dimensioni variabili da circa 1,5 a circa 2,0 millimetri di diametro. Una banda laterale delimita il fossile, demarcandone quasi il profilo su entrambi i lati e sull'estremità, che si intuisce essere stato dolcemente arrotondata; questa banda carboniosa è priva di corpuscoli e presenta un margine libero sinuoso (Fig. 4).

La parte conservata del fossile contiene oltre 60 corpuscoli, generalmente isolati, talora variamente aggregati (Fig. 5).

L'osservazione allo stereomicroscopio ottico a luce riflessa ha dimostrato che la superficie dei singoli corpuscoli è finemente granulosa, mentre nessuna struttura è visibile nella banda marginale che circonda il fossile. L'esame della sezione sottile al microscopio ottico a luce trasmessa ha dimostrato che i corpuscoli sferici sono tra loro distinti. Essi risultano immersi in una sostanza amorfa, carboniosa, e giacciono all'interno di un'area ben distinta dalla restante matrice rocciosa.



Fig. 5 - Archaeoovulus palenae n. gn, n. sp. (Messiniano, Palena, Italia Centrale): particolare delle uova allo stereomicroscopio a luce riflessa (9x) (A) e di parte della banda perimetrale dell'ooteca (9x) (B). (Reperto n. 1000; Museo universitario, Università degli Studi «G. d'Annunzio», Chieti-Pescara).

Gli esami di microscopia ottica ed elettronica hanno evidenziato all'interno dei corpuscoli la presenza di formazioni microcristalline prismatiche che si dipartono a raggiera dal centro della formazione stessa (Fig. 6).

L'esame del preparato istologico al microscopio da petrografia a Nicols incrociati ha dimostrato che le formazioni sferiche sono prevalentemente costituite da cristalli (Fig. 4).



Fig. 6 - Archaeoovulus palenae n. gn, n. sp. (Messiniano, Palena, Italia Centrale): sezione sottile osservata al microscopio ottico da petrografia. (Reperto n. 1000; Museo universitario, Università degli Studi «G. d'Annunzio», Chieti-Pescara).

L'osservazione del campione al SEM ha confermato la presenza di formazioni sferiche distinte all'interno di una cavità della matrice rocciosa. Le formazioni risultano costituite da aggregati microcristallini, che appaiono ben evidenti quando osservati con elettroni retrodiffusi. Tale modalità di analisi evidenzia le differenze di composizione chimica e di struttura cristalline degli elementi all'interno della formazione (Fig. 7).

Sia le osservazioni al microscopio per petrografia, sia le osservazioni al SEM dimostrano che i singoli corpuscoli sferoidali hanno perso qualsiasi organizzazione strutturale originale interna. La struttura attuale è certamente frutto di processi di fossilizzazione e di successiva diagenesi, con sostituzione della primitiva sostanza organica mediante sostanza minerale successivamente aggregatasi secondo strutture cristalline proprie che non ricalcano le originarie strutture organiche. L'esame diffrattometrico a raggi X delle formazioni sferiche ha dimostrato la prevalente presenza di calcite e di barite (Fig. 9).

DISCUSSIONE

Il reperto fossile consiste in un sottile nastro di sostanza carboniosa che delimita ed avvolge corpuscoli sferici. Le analisi di microscopia ottica ed elettronica dimostrano che i corpuscoli sono elementi distinti, raggruppati all'interno di una spazio delimitato della matrice rocciosa.

I corpuscoli risultano composti prevalentemente da microcristalli di calcite e di barite immersi in una sostanza amorfa. I microcristalli si sviluppano prevalentemente a raggiera a partire da un nucleo centrale.



Fig. 7 - Archaeoovulus palenae n. gn, n. sp. (Messiniano, Palena, Italia Centrale): sezione sottile osservata al microscopio ottico da petrografia, con un solo polarizzatore (A) ed a Nicols incrociati (B). (Reperto n. 1000; Museo universitario, Università degli Studi «G. d'Annunzio», Chieti-Pescara).

La calcite è frequentemente associata ai depositi evaporitici; generalmente cristallizza da soluzioni residuali calde o da acque superficiale ricche in carbonato di calcio.

La barite è più raramente riscontrabile in ambienti evaporitici, tuttavia la sua presenza è già stata dimostrata in giacimenti sedimentari in sostituzione della calcite od in copresenza con quest'ultima.

La struttura cristallina dei corpuscoli ricorda quella delle formazioni minerali di barite note come «pietra fosforica di Bologna», le cui prime descrizioni risalgono agli inizi del XVII secolo. Si tratta, in questo caso, di formazioni sferoidali, di dimensioni molto maggiori rispetto a quelle dei corpuscoli oggetto della nostra indagine, e rinvenute come formazioni singole.

La contemporanea presenza della calcite e della barite può verosimilmente essere la conseguenza della formazione di microcristalli di calcite all'interno di un'ambiente confinato, quale quello delimitato dalla mem-



Fig. 8 - Archaeoovulus palenae n. gn, n. sp. (Messiniano, Palena, Italia Centrale): singolo uovo sezionato ed osservato al Microscopio Elettronico a Scansione in modalità standard (A) e ad elettroni retrodiffusi (B). (Reperto n. 1000; Museo universitario, Università degli Studi «G. d'Annunzio», Chieti-Pescara).

brana plasmatica e l'involucro vitellino, seguita dal deposito di Sali di bario.

Confronti

Il fossile in questione trova riscontro nelle ooteche nastriformi di molti pesci teleostei e nelle ooteche cordoniformi di alcuni anfibi, mentre non risulta possibile alcun confronto con altre ooteche fossili.

Confronti con ooteche di pesci teleostei attuali.

Queste ooteche (cosiddette *nastri oofori*) sono costituite generalmente da milioni di uova tutte monomorfe, ma di diametro variabile, con variazioni delle dimensioni generali sempre inferiori al 20% (Tortonese, 1970). Le ooteche di alcuni teleostei sono organizzate in strutture nastriformi; le uova sono immerse in una sostanza proteica gelatinosa che circonda variamente le uova, le quali risultano disposte a distanza irregolare fra loro: alcune sono



Fig. 9 - Spettro diffrattometrico a raggi X di un uovo di *Archaeoovulus palenae* n. gn, n. sp. (Messiniano, Palena, Italia Centrale). (Reperto n. 1000; Museo universitario, Università degli Studi «G. d'Annunzio», Chieti-Pescara).

addossate e fittamente stipate, altre sono più distanziate fra loro, persistendo aree povere di uova nelle quali la sostanza gelatinosa rappresenta da sola il nastro ooforo. In talune specie, zone di sostanza gelatinosa addensate e prive di uova formano dei sepimenti trasversali che quasi suddividono la lunghezza del nastro in sezioni minori. La presenza di una chiara struttura organizzata nella quale le singole uova sono contenute e strutturate, sembra dimostrare che il nostro reperto rappresenti un caso di uova del tipo cosiddetto demerso, cioè di uova che vengono deposte e che restano sul fondo fino alla schiusa. Questa tipologia contrasta con la tipologia delle uova cosiddette *pelagiche* le quali, invece, tendono al galleggiamento, sono generalmente di dimensioni minori, non sono organizzate in ooteche e, soprattutto, dispongono ciascuna di una singola goccia di grasso, la cui presenza ne garantisce il galleggiamento.

Tuttavia, anche le uova pelagiche possono essere eccezionalmente organizzate in strutture complesse, come accade, ad esempio, nelle uova del genere *Lophius*, che sono riunite in numero enorme in lunghi nastri gelatinosi galleggianti i quali possono anche misurare parecchi metri di lunghezza. Questo genere di strutture sono da considerare vere e proprie ooteche che prendono il nome di *nastri* (Spartà, 1928).

Con queste considerazioni, quindi, pur ammettendo la piena compatibilità morfologica fra il nostro reperto fossile e le uova di certi teleostei attuali, non è possibile definire con chiarezza se si tratti di uova demerse o se si tratti di qualcuno dei rari casi di uova pelagiche organizzate in nastro. In ordine alla possibilità di identificare la specie che ha deposto le uova, evidentemente ci è parso giusto far riferimento, anzitutto e primariamente, alle forme che sono state identificate fossili all'interno della tanatocenosi del giacimento di Palena-Ponte di Legno. In proposito ci si può riferire al lavoro di Carnevale (1998), il quale ha individuato le seguenti specie fossili:

Clupeoidi:	Sardina plichardus (Walbaum, 1792)
-	Sprattelloides gracilis (Schlegel, 1846)
	Etrumeus cf. boulei Arambourg, 1925
Stomiatoidei:	Maurolicus muelleri (Gmelin, 1879)
Mictofoidei:	Myctophum columnae (Sauvage, 1873)
	Diaphus edwardsi (Sauvage, 1870)
Alepisauroidei:	Paralepis albyi (Sauvage, 1870)
	Lestidiops sphekoides (Sauvage, 1870)
Anacantini:	Merluccius sp.
Solenictidi:	Syngnathus sp.
Percoidei:	Epinephelinae ind.
	Lates sp.
	Trachurus sp.
	Pagrus sp.
Labroidei:	Labrinae ind.
	Corinae ind.
	Pomacentridae ind.
Callyonimidae:	Callyonimus sp.

A questo elenco più recentemente è stato poi aggiunto il genere *Boops* (Carnevale, 2002).

Il tentativo di verificare la corrispondenza fra i caratte-

ri delle uova del nostro esemplare e quelli delle uova

pertinenti alle specie ittiche trovate fossili nello stesso giacimento, si è basato sul rilievo delle chiavi tassonomiche proposte da Furnestin *et al.* (1966) per il riconoscimento delle uova di pesci attuali, ovviamente limitatamente al rilievo di quei caratteri che hanno potuto persistere sul resto fossile.

Il nostro tentativo di identificazione, sviluppato nelle righe seguenti, dimostra comunque una serie di limiti che vanno tenuti ben presenti nel ponderare il valore stesso del nostro tentativo. In particolare, i limiti maggiori derivano dei seguenti fatti: (1) per le specie ittiche estinte, non conoscendo i caratteri biologici delle relative uova, ci si deve riferire a specie affini viventi; (2) la biologia riproduttiva e la morfologia, tipologia e biologia generale delle uova di alcune specie ittiche presenti fossili a Palena non è affatto conosciuta neppure nelle corrispondenti forme viventi (ad esempio, non conosciamo, ad oggi, la biologia elle uova di Para*lepis*); (3) alcuni cruciali caratteri propri delle uova possono essersi persi con la fossilizzazione, rendendosi così inapplicabile parte della chiave tassonomica identificativa usata per determinare e confrontare le uova attuali; (4) esiste la concreta possibilità che le uova fossili trovate a Palena siano state depositate da un animale che non ha lasciato tracce di se stesso nei sedimenti ovvero i cui resti fossili non sono stati trovati; (5) infine, si devono valutare le importanti possibili implicazioni in ordine alla constatazione che specie tassonomicamente molto vicine possono avere grandissime differenze nella morfologia e nella biologia generale delle uova (come accade, ad esempio, nell'ambito della famiglia *Labrinae*).

Con tutte queste limitazioni e seguendo soprattutto le indicazioni di biologia della riproduzione dei pesci del mediterraneo proposta da Tortonese (1970), abbiamo tentato di confrontare la morfologia e la biologia generale delle uova delle forme ittiche viventi corrispondenti alle forme trovate fossili a Palena con quella delle uova fossili descritte in questo lavoro.

Per quanto attiene ai pesci della famiglia *Clupeidae*, che nella tanatocenosi di Palena rappresentano la maggioranza degli individui (Carnevale, 1998), si deve considerare che l'attuale *Sardina pilchardus* (Walb.) è un pesce che depone uova morfologicamente simili a quelle del nostro reperto, soprattutto per la forma assolutamente sferoidale e per le dimensioni variabili fra 1,4 ed 1,7 mm (Tortonese, 1970); tuttavia, queste uova vengono deposte a molte decine di migliaia, generalmente in mare aperto (fino a 70 miglia dalla costa e fino a 150 metri di profondità) e, pur raggiungendo una densità talora ragguardevole, non sono mai raggruppate in strutture nastriformi organizzate.

Per quanto attiene a *Maurolicus muelleri* Gmelin le osservazioni di Sanzo (1939b) hanno dimostrato che le sue uova hanno forma sferoidale e diametro compreso fra 1,32 ed 1,58 mm, ma sono molto ben caratterizzate per presentare la loro superficie esterna strutturata «a mosaico di faccette esagonali», ciò che contrasta nettamente con la struttura granulare delle nostre uova.

Nei Mictofoidei attuali le uova sono sferoidali e vengono deposte a migliaia da ciascuna femmina: nelle femmine di *Ceratoscopelus maderensis* (Lowe) Tortonese (1970) ha contato oltre 2000 uova. Stante la taglia minuta di questi pesci e considerato l'elevatissimo numero di uova che ciascun individuo depone, le uova dei mictofoidei attuali sono invariabilmente caratterizzate dalle piccole dimensioni comprese tra i 0,5 mm dei *Ceratoscopelus* fino ad un massimo di 0,8 mm in *Electrona rissoi* (Cocco) (Sanzo, 1939a). Questi caratteri inerenti il numero di uova (e, per riflesso, la loro densità) e le dimensioni individuali contrastano con i caratteri del nostro reperto.

Non abbiamo reperito nella bibliografia specializzata informazioni riguardo alla morfologia ed alla tipologia delle uova dei Alepisauroidei, nonostante che lo sviluppo embrionale di molti di questi pesci attuali sia ben conosciuto (ad esempio: Sanzo, 1918; Ege, 1918). I merluzzi attuali, Merluccius merluccius (Linneo), depongono un numero sterminato di uova, valutato fra i 2 ed i 7 milioni nell'arco di una stagione riproduttiva (Tortonese, 1970), che vengono emesse in mare aperto ad una profondità variabile fra un minimo di 100 ed un massimo di 150 metri. Il singolo uovo è sferico, con un diametro complessivo variabile fra 0,94 ed 1,03 mm, ma eccentrico per la presenza di una goccia di grasso (Raffaele, 1888) che, come in tutte le uova pelagiche, ne assicura un certo galleggiamento e ne impedisce la deposizione sul fondale. Proprio il fatto di essere uova pelagiche contrasta con la tipologia del nostro reperto che, disponendo di una ooteca, dimostra una tipologia più probabilmente demersa, certamente strutturata in una ooteca nastriforme non conosciuta in nessuna specie del genere Merluccius.

Per quanto attiene ai Signatoidei, essi si possono certamente escludere dal nostro caso. Infatti, i signatoidei attuali hanno costumi sessuali ben noti e molto caratteristici: le uova emesse dalla femmina vengono trattenute dal maschio fino alla schiusa. A tale scopo il maschio è fornito di una speciale borsa ventrale, o tasca incubatrice, dalla quale a tempo debito fuoriescono già i piccoli pesciolini (Tortonese, 1970).

Non abbiamo riferimenti bibliografici in ordine alla biologia delle uova degli *Epinephelinae*, ed è sorprendente, in generale, la carenza di informazioni riguardo alle abitudini sessuali ed alla biologia della riproduzione delle cernie (Tortnese, 1978).

La specie di riferimento del genere *Lates* è *L. niloticus*, che depone uova pelagiche disperse in acqua, senza ooteca (Ogutu-Ohwayo, 1988).

Il genere *Trachurus* presenta uova sferoidali non organizzate in ooteche, di dimensioni relativamente minute, variabili fra 0,76 e 0,78 mm, con riferimento alla specie *Trachurus trachurus* (Linneo). Più grandi (con diametro di circa 1 mm), anch'esse sferoidali e non organizzate in ooteche, sono le uova del genere *Pagrus* e delle orate in generale.

Nell'ambito della famiglia Labridae esiste una enorme variabilità sia nella morfologia sia nella biologia generale, dimostrando come specie sistematicamente molto vicine (e quindi dotate di caratteri anatomici del tutto affini) presentino molta distanza sul piano delle uova. Infatti, le uova dei labridi possono essere sia pelagiche sia demerse, queste ultime talora deposte entro nidi di alghe. Spartà (1956) ha scritto in proposito quanto segue: «Le specie dei generi Labrus e Crenilabrus hanno uova che si sviluppano sul fondo del mare, libere o aderenti ad oggetti sommersi per il loro peso specifico elevato, e le specie Ctenolabrus, Coris, Thalassoma hanno uova libere, galleggianti in seno all'acqua marina. Le prime mancano di gocce oleose; delle seconde hanno gocce oleose le uova di Coris e Thalassoma. Le uova di Coricus sono leggermente adesive e mancano di goccia oleosa; quelle di Xyrichthys sono galleggianti ed hanno goccia incolora. ... Le uova [di Labrus] sono sferiche e superano di rado il diametro di 1 mm».

Per quanto attiene ai *Corinae*, sappiamo che per la specie *Coris julis* (Linneo) le uova sono sferiche e galleggianti, dotate di goccia oleosa, ma non organizzate in ooteche (Tortonese, 1978).

Nell'unico pomacantide della fauna attuale del medirettaneo, *Chromis chromis* (Linneo), le uova sono ellissoidali, dotate di un caratteristico ciuffo di filamenti ad un polo (Tortonese, 1978).

Infine, i callionimidi hanno uova pelagiche di morfologia molto variabile. Tuttavia, in *Callionymus lyra* Linneo le uova sono sferiche, con diametro compreso fra 0,7 e 0,9 mm, ed hanno l'intera superficie coperta da un tipico reticolo a maglie esagonali. Questa caratteristica morfologia superficiale è stata dimostrata anche nelle uova di *Callionymus maculatus* Rafinesque, che tuttavia sono più omogenee sul piano dimensionale, variando il loro diametro fra 0,73 e 0,79 mm (Tortonese, 1978). Altre specie, tuttavia, hanno uova a superficie liscia, come in *Callionymus pusillus* Delaroche ed in *Callonymus rissoi* Lesueur, nelle quali, però, la taglia delle singole uova è molto minore, conforme alla minuta dimensione degli adulti; per *Callonymus rissoi* Lesueur il diametro varia da 0,58 a 0,64 mm.

Infine, per quel che attiene al genere *Boops*, il diametro massimo raggiunto dalle uova mature è pari a 0,68 mm, dimensione chiaramente inferiore a quella delle uova fossili di Palena (El-Agami *et al.*, 2004).

Si può concludere questa lunga disamina affermando che fra le specie di pesci teleostei trovate fossili a Palena, i cui rappresentanti attuali depongono uova organizzate in ooteche, non esistono forme paragonabili a quella trovata fossile. L'unica analogia morfo-strutturale che si deve ribadire resta quella fra il nostro reperto e le ooteche nastriformi di *Lophius*, genere che non è stato trovato fossile a Palena (anche se questa evidenza non consente di escludere l'effettiva presenza del genere nell'antico bacino abruzzese). D'altra parte queste ooteche dimostrano al giorni d'oggi alcune caratteristiche che sembrano contrastare con taluni dettagli strutturali mostrati dal nostro reperto:

- le ooteche di *Lophius* sono lunghissime, fino a 4-10 metri di lunghezza; questa enorme lunghezza ne causa spesso la rottura, cosicché i singoli frammenti mostrano estremità sfrangiate, spezzate, irregolari, mai arrotondate come nel costro esemplare;
- nelle ooteche di *Lophius*, come pure in quelle di altri teleostei, le dimensioni delle singole uova sono pressoché monomorfe, con una variabilità nel diametro che non supera mai il 15-20%; nel frammento trovato fossile a Palena la variabilità dimensionale fra le singole strutture sfroidali è molto grande, nonostante che il numero di uova posseduto sia relativamente basso;
- nelle ooteche di teleostei attuali la distribuzione delle uova all'interno del nastro è pressoché omogenea e non si evidenziano aree dell'oteca con maggiore densità di uova né aree periferiche dell'ooteca con densità minore (bande oofore); ciò contrasta con la struttura del nostro esemplare che dimostra l'esistenza di una caratteristica banda periferica priva di uova.

Per tutte le ragioni sopra elencate e per non avere trovato nessun chiaro riferimento strutturale e morfologico con ooteche riferibili a specie di pesci teleostei trovati fossili a Palena, ci sentiamo di escludere la possibilità che il nostro reperto rappresenti una ooteca di teleosteo.

Confronti con ooteche di anfibi attuali.

Prendendo in esame la morfologia, la struttura, le dimensioni e le modalità di aggregazione delle uova degli anfibi attualmente viventi nella medesima area geografica, con particolare riguardo all'Abruzzo, ma più in generale all'area mediterranea, si nota come esiste una enorme variabilità (Ferri et al., 2007). Vi sono specie che trattengono le uova all'interno dell'ovidotto per dare alla luce direttamente la prole viva, con un vero e proprio parto (come accade, ad esempio, nella diffusa salamandra pezzata giallo-nera); vi sono forme che depongono uova singole, sferoidali o claviformi, aderenti al substrato (come avviene nel tritone punteggiato). Gli ululoni e le rane in generale depongono uova sferiche dotate di una relativamente cospicua variabilità dimensionale, variamente aggregate fra loro ed immerse in una massa gelatinosa amorfa e trasparente. Gli aggregati gelatinosi hanno forma varia, bizzarra, multilobata, sempre ancorati al fondo o a qualche struttura vegetale pelagica, ma pur sempre adesa al benthos; le uova al loro interno hanno densità relativamente variabile.

Infine, notiamo che i rospi depongono uova avvolte in cordoni gelatinosi all'interno dei quali la densità delle uova è maggiore al centro, minore alla periferia, costituendosi una sorta di involucro periferico costituito da sola sostanza gelatinosa priva di uova (cosiddetta *banda oofora periferica*). Le estremità sono arrotondate e la densità delle uova all'interno del cordone è variabile. Nel rospo comune (*Bufo bufo spinosus*) i singoli cordoni sono generalmente lunghi 30-50 cm, ma possono essere più corti ovvero raggiungere anche i 4 metri di lunghezza. Nel rospo smeraldino (*Bufo viridis*) i cordoni sono sempre più brevi, lo spessore è costante e si aggira attorno ai 20 mm circa, con estremità bene arrotondate e sempre prive di uova (Fig. 10).

Nel reperto descritto in questo lavoro, le caratteristiche morfologiche e dimensionali sia dei singoli corpuscoli sia dell'intero fossile, sono tutte pienamente compatibili con quelle di una ooteca cordoniforme del rospo smeraldino attuale; corrispondono anche le relazioni topografiche delle singole strutture, cioè il modo di aggregazione delle singole uova e la loro distribuzione all'interno del nastro, con presenza di «bande laterali» solo gelatinose, con la morfologia arrotondata delle estremità che, del resto, sono costituite dalla sola sostanza gelatinosa senza uova.



Fig. 10 - Ooteca (A) e uova (B) del genere Bufo.

Tutte queste analogie morfologiche, strutturali, dimensionali, sia delle singole uova sia del loro modo di aggregarsi nella ooteca, sia, infine, i caratteri dell'ooteca stessa, dimostrano una stretta analogia fra *Archaeoovulus palenae* le ottiche attuali del rospo smeraldino.

IMPLICAZIONI PALEOGEOGRAFICHE E PALEOECOLGICHE

Carnevale (1998) ha proposto una serie di deduzioni di ordine paleoambientale basate sulle implicazioni ecologiche connesse alle specie di pesci messiniani presenti a Palena. Infatti, l'associazione di questi pesci dimostra la coesistenza di specie che vivono in acque ipersaline, come *Merluccius*, e di specie tipiche di acque eurialine o iposaline, come sono *Spratteloides*, *Etrumeus, Sardina, Diplomistus, Pagrus.* Sulla base dello studio dei fossili di pesci, quindi, si configura come le acque della laguna di Palena avessero una salinità oscillante: generalmente iposaline o salmastre (conformemente alla biologia dei pesci che rappresentano la maggioranza della tanatocenosi), ma con puntate occasionali di ipersalinità.

Il rinvenimento di una ooteca di anfibio conferma la bassa salinità delle acque lagunari messiniane a Palena, presentando anche la possibilità che le variazioni di salinità potessero avvenire non solo nel senso della ipersalinità, ma anche in quello della iposalinità. Se, infatti, è possibile ammettere che la ooteca sia stata trasportata nella laguna, così come vi sono stati trasportati i resti di vegetali e l'esemplare di *Prolagus*, è anche ammissibile concepire che in taluni momenti particolari, quando, ad esempio, le acque dolci della circolazione superficiale erano particolarmente abbondanti, la laguna divenisse uno specchio di acqua quasi dolce, tanto da essere compatibile con la sopravvivenza di anfibi dulciacquicoli.

In ogni caso il rinvenimento della ooteca descritta in questo lavoro conferma che l'habitat circostante la laguna messiniana di Palena fosse un ambiente temperato ed umido, ricco di vegetazione, così come era stato ipotizzato sia dallo studio della flora sia dalla presenza del resto di Prolagus, un mammifero terrestre il cui corpo è stato seppellito sul fondale della laguna in perfette condizioni di conservazione, dimostrando un limitato trasporto ed un rapido seppellimento, senza tracce di fenomeni tafonomici di disturbo. Questo ambiente circostante la laguna, costituito da terre emerse vicine, verdeggianti, temperate ed umide, era senz'altro l'ambiente ideale per la proliferazione degli anfibi che trovavano nelle abbondanti acque, sia salmastre sia dolci, l'ambiente idoneo anche per la propria riproduzione e per la deposizione delle loro uova fecondate.

CONCLUSIONI

Il fossile descritto come Archaeoovulus palenae n. gn., n. sp., corrisponde morfologicamente e tipologicamente ad un frammento di ooteca di anfibio che trova i suoi più convincenti confronti con le attuali ooteche di Bufo viridis. Esso non trova confronto con altre ooteche fossili, rappresentando un reperto icno-paleontologico assolutamente unico, la cui peculiarità giustifica l'istituzione del nuovo taxon. La presenza di questa ooteca dimostra che l'ambiente lagunare messiniano di Palena aveva una salinità oscillante, ma con abbassamenti che consentivano anche la sopravvivenza e la riproduzione di specie dulciacquicole. In alternativa, si deve ammettere un trasporto limitatissimo, data la facile deteriorabilità della ooteca, con provenienza da acque dolci continentali assolutamente attigue al luogo di deposizione e comunque inserite in un ambiente terrestre verdeggiante, temperato ed umido.

RINGRAZIAMENTI

Gli Autori ringraziono Giovanni Rusciadelli, Cristiano Ricci, Gianluca Iezzi del Dipartimento di Ingegneria e Geologia, Università «G. d'Annunzio», Chieti per aver contribuito all'analisi microstrutturale delle uova fossili, Maria Gianmatteo del Centro Interdipartimentale di Microscopia Elettronica dell'Università degli Studi de L'Aquila per la documentazione al SEM, e Rita Santacroce, Università «G. d'Annunzio», Chieti per la revisione dei testi in inglese.

BIBLIOGRAFIA

- AGOSTANI S., ROSSI M.A., 2002. Il Museo paleontologico Alto Aventino ed il Geosito di Capo di Fiume-Palena (CH). *PaleoItalia* 7: 16-21.
- BELLATALLA M., GIOVANNELLI A., MARIOTTI G., 1992. Catena del Monte Morrone, M. Pizzalto e M. Porrara: elementi e considerazioni per una loro interpretazione. *Field trip guide book. 5th Symp. Ecology and Paleoecology of Bentonic Communities*: 121-126.
- BRONGNIART A., 1828. Essai d'une flore du bigarre. Annales de la Soc. de Sciences Naturelles 15: 456.
- BROWN R.W., 1946. Fossil egg capsules of chimeroid fishes. J. Paleontol. 24 (3): 261-266.
- BROWN R.W., 1950. Cretaceous fish egg capsule from Kansas. J. Paleontol. 24 (5): 594-600.
- CAPASSO L., 2003. Embryos and trophonems in Cenomanian rays from Lebanon (Batomorphii, Pisces). Boll. Mus. Civ. St. Nat. di Trieste 50: 23-39.
- CAPASSO L., 1996. La tutela paleontologica in Italia: stato attuale e prospettive. Atti del Congresso su Tutela dei Beni Paleontologici: problemi e prospettive. Trieste, 12 maggio 1995: 17-28. Ed. Università degli Studi di Trieste, Trieste.
- CARAFA M., 2007. Atlante degli anfibi del Parco Nazionale della Majella. Documenti tecnico-scientifici del Parco Nazionale della Majella 5: 1-136.
- CARBONI M.G., CIVITELLI G., CORDA L., ESU D., MATTEUCCI R., PE-LAGI I., 1992. Evoluzione delle facies e delle comunità bentoniche dal continentale al marino nel Miocene superiore della Valle del fiume Aventino. V Symp. Ecol. Paleoecol. Benthic. Comm.: 110-119.

- CARNEVALE G., 1998. L'ittiofauna messiniana di Capo di Fiume-Palena (CH): analisi sistematica, Paleoecologica e Paleobiogeografica. Tesi di Laurea, Facoltà di Scienze MM, FF e NN, Università degli Studi di Pisa.
- CARNEVALE G., 2002. Boops rotulei Arambourg (Teleostei, Percoidei) in the Messinian of Central Italy, with comments on systematics, paleoecology and zoogeography. N. Jb. Geol. Paläont. Mb., 12: 725-736.
- CARNEVALE G., LANDINI W., 2001. On the fish occurrence of the genus Lates Cuvier and Valenciennes in Pre-Evaporitic Messinian of the Mediterraneum. *Boll. Mus. Civ. St. Nat. di Verona* 25: 73-78.
- CHABAKOV A.W., 1927. Su rune decouverte des oeufs d'Elasmobranches Palaeoxyris et Vetacapsula, dans les depots Carbonifere de la Russie. *Bull. Com. Geol. Leningrad* 46: 33-34.
- CROOKALL R., 1928a. The genus Fayolia. The Naturalist 8: 325-332.
- CROOKALL R., 1928b. Paleozoic species of Vetacapsula and Palaeoxyris. Report Geol. Surv. Great Britain, Summary of Progress for 1927 2: 87-107.
- CROOKALL R., 1930. Further morphological studies in *Palaeoxyris*. *Report Geol. Surv. Great Britain, Summary of Progress for 1929* 3: 8-36.
- CROOKALL R., 1932. The nature and affinity of *Palaeoxyris*. Report Geol. Surv. Great Britain, Summary of Progress for 1931 2: 122-140.
- DAVIS J.W., 1887. The fossil fishes of the chalk of Mount Lebanon, in Syria. *Scientific Transactions of the Royal Dublin Society*, Series 2, 3: 457-636.
- EGE V., 1918. On the postlarval stages of the species on *Paralepis* inhabiting the North Eastern part of Atlantic, including Mediterranean. *Vid. Medd. Nat. For. Kojobenhavn* 69: 23-33.
- EL-AGAMI A., ZAKI M.I., AWAD G.S., NEGM R.K., 2004. Riproductive biology of *Boops boops* (Family *Sparidae*) in the Mediterranean Environment. *Egyptian J. Aq. Res.* 30(B): 241-254.
- FERRI V., DI TIZIO L., PELLEGRINI M., 2007. Atlante degli anfibi d'Abruzzo: 198. Ed. Ianieri Editore, Pescara.
- FOURNIER E., 1925. Les *Fayolia* sont bien des coques d'oeufs d'Elasmbranches. *Compte Rendu Soc. Geol. de France* 9: 128-130.
- FRICKHINGER A., 1994. Die Fossilien von Solnhofen: 336. Goldschneck-Verlag, Weidert.
- GILL T., 1905. An interesting Cretaceous chimeroid egg-case. Science 22: 601-602.
- GHISETTI F., VEZZANI L., 1983. Deformazioni pellicolari mioceniche e plioceniche nei domini strutturali esterni dell'Appennino centro-meridionale (Maiella ed Arco Morrone-Gran Sasso). *Mem. Soc. Geol. It.*, 26: 563-577.
- GODFREY S.J., 1995. Fossilized eggs from the Pennsylvanian of Illinois: *Ichnos* 4: 71-75.
- FURNESTIN M.L., MAURIN C., LEE J.Y., RAIMBAULT R., 1966. Eléments de planctonologie appliqué: 194. Institute Scientiphique et Téchnique des Pêches Maritimes, Paris.
- JAEKEL O., 1901. Ueber Jurassische Zahne und Eier von Chimariden. Neues Jahrb. Beilageband 14: 540-564.
- KIDSTON R., 1885. On the species of the genus *Palaexyris* Brongniart, occurring in British Carboniferous rocks. *Royal Phys. Soc.* of Edinburg 9: 54-65.
- MAZZA P., RUSTIONI M., ARUTA G., DI CARLO E., 1995. A Messsinian *Prolagus* from Capo di Fiume Quarry (Palena, Abruzzo, Central Italy). *Boll. Soc. Paleont. It.* 34 (1): 55-66.
- MCGHEE G.R., RICHARDSON E.S., 1982. First occurrence of the problematic fossil *Vetacapsula* in North America. J. Paleontol. 56 (5): 1295-1296.

- MOYSEY L., 1910. On *Palaeoxyris* and other allied fossils from Derbyshire and Nottinghamshire coalfield. *Quart. J. Geol. Soc. London* 66: 329-344.
- OGUTU-OHWAYO R., 1988. Reproductive potential of the Nile perch, *Lates niloticus* L. and the establishment of the species in Lakes Kyoga and Victoria (East Africa). *Hydrobiologia* 162: 193-200.
- PRANTL F., 1933. On the genus Palaeoxyris in Bohemia. Rozpravy II. Tridy Ceske Akademie 63 (12): 1-4.
- RAFFAELE F., 1888. Le uova galleggianti e le larve di Teleostei nel Golfo di Napoli. *Mitth. Zool. Stat. Neapel.* 8: 3-120.
- RENAULT B., ZEILLER R., 1888. Sur l'attribution des genres Fayolia et Palaeoxyris. Compte Rendu Soc. Geol. France 107: 1022-1024.
- RITCHIE A., 2005. Couralepis, a new genus of phyllolepid fish (Pisces, Placodermi) from the Late Middle Devonian of New South Wales, Australia. Proc. Linn. Soc. N.S.W. 126: 215-259.
- SANZO L., 1918. Stadi larvali di Paralepis sphyraenoides Risso. Rend. Accad. Lincei 27: 123-140.
- SANZO L., 1939a. Nuovo contributo alla conoscenza dello sviluppo di Myctophus Rissoi (Cocco). At. Acc. Gioenia di Catania 3: 25.
- SANZO L., 1939b. Rarissimi stadi larvali di Teleostei. Arch. Zool. It. 26: 121-151.

- SPARTA A., 1928. Nastro galleggiante di uova di teleostei. Mem. Com. Tal. Ital. 122: 33-39.
- SPARTA A., 1956. Famiglia: Labridae. Uova, larve e stadi giovanili di-Teleostei. Fauna Flora Golfo di Napoli 38: 576-594.
- SROKA S.D., RICHARDSON E.S., 1997. Problematica. In: Shabica C.W., Hay A.A., Richardson's Guide to the fossil fauna of Mazon Creek: 309. Ed. Northeastern Illinois University, Chicago, Illinois.
- TORTONESE E., 1970. Fauna d'Italia. Osteichthyes. Parte Prima: 551. Ed. Calderini, Bologna.
- WARREN P.S., 1948. Chimaeroid fossil egg capsules from Alberta. J. Paleontol. 22: 630-631.
- ZEILLER R., 1890. Note rectificative sur le genre Fayolia. In: Renault B., Zeiller R. Flore fossile de Commentry. App. a la Premiere Partie. St. Etienne. Bull. Soc. de l'Ind. Min., serie II, 4 (2): 369-379.
- ZIDEK J., 1976. A new shark egg capsule from the Pensylvanian of Oklahoma, and remarks on the chondrichthyan egg capsules in general. *J. Paleontol.* 50 (5): 907-915.

(ms. pres. il 10 gennaio 2013; ult. bozze il 15 giugno 2014)