



Giovanni Serafini*, Beatrice Fornaciari*, Cesare Andrea Papazzoni*

Risultati preliminari sul nuovo rostro di ittiosauro trovato a Gombola (MO)

Riassunto

Un frammento di rostro di ittiosauro (251372) è stato recentemente rinvenuto nei calanchi presso Gombola (MO) e consegnato al Museo Civico “Augusta Redorici Roffi” di Vignola (MO). Frammenti rostrali simili (IPUM 30139 e IPUM 30140) e un frammento di omero (IPUM 30141) provenienti dal medesimo luogo si trovano nelle Collezioni di Paleontologia dell’Università di Modena e Reggio Emilia. In questo articolo, viene descritto l’esemplare 251372 che, sottoposto a tomografia assiale computerizzata (TAC) e ad un accurato restauro, è stato oggetto di uno studio tassonomico e confrontato con IPUM 30139. La morfologia delle radici dentarie consente di ascrivere entrambi alla sottofamiglia Platypterygiinae. Alcune caratteristiche tafonomiche suggeriscono che i due reperti potessero appartenere al medesimo esemplare. Sulla matrice del reperto 251372 è stata tentata la datazione sia per mezzo dei microfossili, sia per mezzo dei nannofossili calcarei. Purtroppo entrambi i metodi non hanno prodotto alcun risultato significativo. L’esemplare 251372 può essere quindi datato genericamente al Cretaceo Inferiore-Cenomaniano (145-94 milioni di anni fa).

Abstract

Preliminary results on the new ichthyosaur rostrum found in Gombola (Italy). An ichthyosaur rostrum (251372) was recently found in the badlands near Gombola (Modena Apennines, Italy) and is exhibited at the Civic Museum “Augusta Redorici Roffi” in Vignola (Modena province). Similar rostral fragments (IPUM 30139 and IPUM 30140) and a humerus fragment (IPUM 30141) from the same place are stored in the Palaeontological Collections of Modena and Reggio Emilia University. Specimen 251372, examined by CT scan and subsequently restored, is described and compared with IPUM 30139. The morphology of the dental root showed that both specimens could be ascribed to the Platypterygiinae subfamily. Some taphonomical features suggest that the two fragments could belong to the same specimen. The matrix of 251372 was examined to search for microfossils and calcareous nannofossils useful for precise dating. Unfortunately, no significant results came out of this survey. Therefore, specimen 251372 can be loosely dated to the Lower Cretaceous-Cenomanian (145-94 My).

Parole chiave: *Ittiosauro, Platypterygiinae, Cretaceo, TAC, tafonomia, Gombola*

Key words: *Ichthyosaur, Platypterygiinae, Cretaceous, CT scan, taphonomy, Gombola, Italy*

* Dipartimento di Scienze Chimiche e Geologiche, Università di Modena e Reggio Emilia, Via G. Campi 103, 41125 Modena; e-mail: gio94jp@gmail.com; beatrice.fornaciari@unimore.it; cesareandrea.papazzoni@unimore.it.

1. Introduzione

Oggetto di questa nota è lo studio preliminare di un frammento di rostro di ittiosauro del Cretaceo rinvenuto nel 2015 nei calanchi vicino a Gombola (MO) (lat. 44°23'32,233"N – long. 10°42'30,099"E; Fig. 1). Il reperto è stato raccolto dal sig. Sauro Manzini e depositato presso il Museo Civico di Vignola "Augusta Redorici Roffi" (da qui in poi indicato per brevità come Museo di Vignola). Dopo regolare denuncia all'autorità competente, al reperto è stato assegnato il numero di inventario 251372 dalla Soprintendenza Archeologia, belle arti e paesaggio per la città metropolitana di Bologna e le province di Modena, Reggio Emilia e Ferrara (da qui in poi indicata per brevità come Soprintendenza). Il reperto è stato oggetto della tesi di laurea triennale in Scienze Naturali di uno degli autori (G.S.).

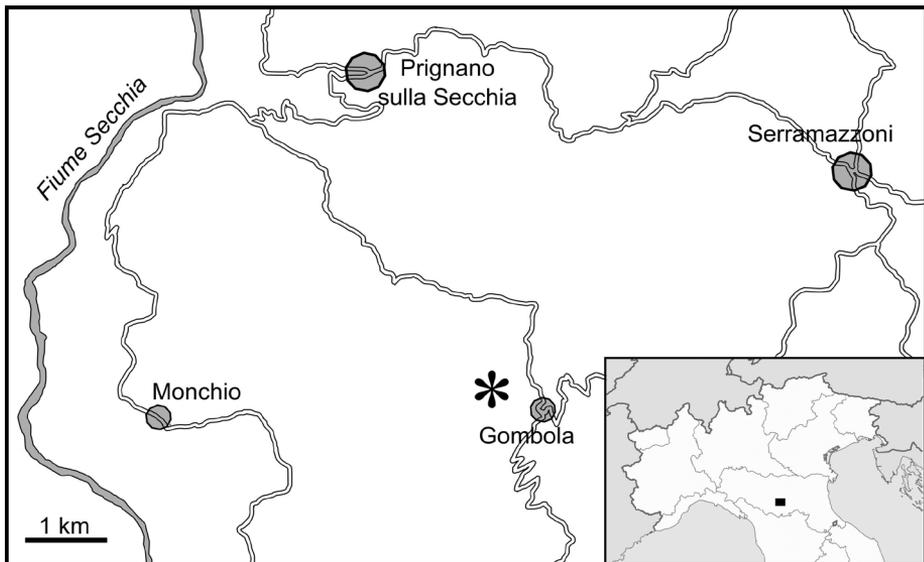


Fig. 1 – Mappa schematica dell'area di Gombola. La località dove è stato ritrovato il reperto 251372 è indicata dall'asterisco.

2. Generalità sugli ittiosauri

Gli ittiosauri, che formano l'ordine Ichthyosauria, appartenente all'infraclasse Lepidosauromorpha, costituiscono uno dei gruppi di rettili marini mesozoici meglio adattati all'ambiente acquatico. Comparvero nel Triassico inferiore (Olenekiano: 251,2 milioni di anni fa) e si estinsero durante il Cretaceo Superiore (limite Cenomaniano-Turoniano: 93,9 milioni di anni fa), circa 28 milioni di anni prima della grande estinzione di fine Cretaceo (Fischer *et al.*, 2016).

Il nome deriva dal greco antico ἰχθύς (*ichthys*) – pesce – e fa riferimento all'aspetto pisciforme, che ci è noto grazie a numerosi scheletri quasi completi e grazie a impronte carboniose delle parti molli (antracoleimmi) provenienti dal giacimento a conservazione eccezionale di Holzmaden (Giurassico inf., Germania).

In generale, gli ittiosauri erano caratterizzati da un corpo più o meno idrodinamico, cranio con un rostro allungato con denti omodonti, pinna dorsale (nelle forme più derivate), pinne pettorali e pelviche e pinna caudale. La pinna dorsale non era sostenuta da parti dure, mentre le pinne pari erano sorrette dalle ossa degli arti, estremamente modificate. In particolare, radio, ulna, tibia e fibula erano corte e allargate e, nelle forme più derivate, divennero quasi discoidali, simili alle falangi, costituendo con esse una serie ininterrotta di ossa.

Durante la lunghissima storia del gruppo (oltre 150 milioni di anni), la forma del corpo degli ittiosauri cambiò notevolmente, da lacertiforme (nel Triassico) a tunniforme (nel Giurassico sup. e Cretaceo), più idrodinamico (Carroll, 1988; Sander, 2000). Si presume che gli ittiosauri lacertiformi non fossero dotati di pinna dorsale, che avessero pinne pettorali e pelviche all'incirca uguali e una pinna caudale con il solo lobo inferiore (eterocerca inversa). Gli ittiosauri tunniformi avevano invece un tronco più tozzo, una pinna dorsale, pinne pettorali di maggiori dimensioni rispetto alle pinne pelviche e una pinna caudale bilobata che, come nelle forme precedenti, era sostenuta solo nella parte inferiore dalla colonna vertebrale ma con un'inflessione verso il basso (Carroll, 1988).

Queste modificazioni determinarono anche il cambiamento da un nuoto per ondulazione di tutto il corpo a uno per ondulazione della sola regione caudale, con conseguente aumento della velocità massima raggiungibile. Nelle forme più derivate, inoltre, le pinne pettorali subirono la regressione del pollice e la comparsa di dita e falangi in sovrannumero (iperdattilia e iperfalangia), che ampliarono la superficie delle pinne aumentando la stabilità nel nuoto (Sander, 2000).

Gli ittiosauri del Giurassico superiore e del Cretaceo, appartenenti alla famiglia Ophthalmosauridae, erano caratterizzati da occhi di grandi dimensioni che, relativamente alle dimensioni corporee, erano maggiori di quelli di qualsiasi altro animale (es. *Temnodontosaurus*: anello sclerotico di 25 cm; corpo lungo 9 m; *Ophthalmosaurus*: anello sclerotico di 22 cm; corpo lungo 4 m). Si ipotizza che il vantaggio determinato da un occhio di maggiori dimensioni fosse quello di consentire una vista migliore in condizioni di scarsa luminosità, come durante la caccia a profondità elevate. Un anello costituito da placche ossee, inoltre, manteneva costante la sfericità dei globi oculari, impedendo eccessive deformazioni date dall'aumento di pressione durante le immersioni in profondità (Motani *et al.*, 1999).

La dieta degli ittiosauri può essere ricostruita in base alle morfologie dentarie (e ai contenuti stomacali, quando disponibili). Gli ittiosauri del Cretaceo sono stati suddivisi in tre categorie eco-morfologiche (Fischer *et al.*, 2016):

- “specialisti di prede molli”: ittiosauri con denti piccoli e ricurvi, con una corona bassa e liscia e senza ornamentazioni evidenti, adatti a prede piccole e molli;
- “generalisti”: ittiosauri con denti piccoli, con una corona robusta e con ornamentazioni leggere;
- “predatori al vertice”: ittiosauri con denti grandi e robusti, con una corona alta e con ornamentazioni evidenti in senso longitudinale, adatti a prede di diverso tipo; a tale morfologia dentaria è associato spesso un rostro robusto (per resistere a stress torsionali).

I contenuti stomacali sono noti prevalentemente da ittiosauri del Giurassico inferiore del Dorset e della Baviera e consistono, nella maggior parte dei casi, di rostri di belemniti. In alcuni casi, sono stati ritrovati anche resti di pesce, vertebre di un piccolo ittiosauro predato da uno più grande e addirittura resti di tartarughe marine e di uccelli (Pollard, 1968; Kear *et al.*, 2003; Massare & Young, 2005).

Anche se già nel XIX secolo erano disponibili fossili di ittiosauri adulti contenenti feti, l'ipotesi della loro viviparità fu proposta solo a partire dagli anni '80 del XX secolo (in precedenza si pensava a fenomeni di cannibalismo). Alcuni reperti mostrano esemplari gravidi con feti allo stadio embrionale, altri addirittura mostrano adulti con feti in stadio di sviluppo tardivo che vengono espulsi dal canale pelvico (secondo alcuni, sarebbero esemplari in cui lo sviluppo di gas di putrefazione *post-mortem* avrebbe provocato l'espulsione del feto). In tutti questi esemplari (tranne in uno, probabilmente caso patologico), i piccoli sono orientati con la testa verso l'interno del corpo della madre. Si presume che la nascita avvenisse in posizione podalica, adattamento sviluppato per consentire di evitare il soffocamento sott'acqua, ritardando il momento del primo respiro (come nei cetacei e nei sirenidi) (Blackburn & Sidor, 2014).

Fino agli anni '90 del secolo scorso, tutti gli ittiosauri cretacei venivano attribuiti al genere *Platypterygius*, ma studi più recenti indicano una diversità maggiore, rappresentata da almeno 12 generi (v. ad es. Fischer *et al.*, 2016). Come già accennato, gli ittiosauri si estinsero presumibilmente al passaggio Cenomaniano-Turoniano, in corrispondenza con perturbazioni ambientali globali, sia a livello continentale che marino: raffreddamento, eventi anossici, *upwelling* ecc. Durante questa crisi scomparve il 28% degli invertebrati marini, tra cui molti bivalvi, cefalopodi, echinidi, foraminiferi ecc. Probabilmente questo cambiamento ecologico generò una crisi nella catena alimentare al vertice della quale stavano gli ittiosauri, che sarebbero stati sfavoriti dalla competizione con gli squali, i plesiosauri ed i mosasauri; questi ultimi ne avrebbero successivamente occupato la nicchia ecologica (Bardet, 1994).

3. I fossili dei terreni cretacei dell'Appennino settentrionale

Nel 1856 il geologo bolognese Giovanni Giuseppe Bianconi introdusse il termine “Argille scagliose” per indicare un insieme di formazioni argillose, laminate e fogliettate, caoticamente mescolate con rocce del tutto diverse, quali calcari, arenarie, marne, frammenti basaltici ecc. L'età delle “Argille scagliose” si rivelò ben presto un problema: il contenuto in fossili era scarso e spesso contraddittorio (Mesozoico? Terziario?). La presenza di microfossili quali globigerine e globorotalie faceva sì che molti propendessero per l'Eocene. In effetti, entro questa “formazione” (oggi suddivisa in numerose unità e indicata complessivamente dal termine “Liguridi” o Unità Liguri) sono presenti fossili di età diverse (dal Cretaceo all'Eocene), spesso mescolati in modo inestricabile tra loro a causa delle complesse vicende tettoniche dell'area appenninica. L'idea di un'età cretacea per le Liguridi ricevette sostegno verso la fine del XIX secolo, principalmente ad opera di Giovanni Capellini (1833-1922), grande geologo ligure e professore di geologia all'Università di Bologna, il cui Museo di Paleontologia è oggi a lui dedicato. Egli infatti recuperò tutte le notizie allora disponibili riguardo ai fossili cretacei delle “Argille scagliose”, tra i quali ammoniti, denti di *Ptychodus* (Capellini, 1884), inocerami e vertebre di squali (*Oxyrhina mantelli*) (Capellini, 1890). A questi si aggiunse il cosiddetto “coccodrilliano di San Valentino” (Simonelli, 1897), fossile del muso di un rettile marino ridescritto e reinterpretato quasi un secolo dopo da Sirotti (1990) come mosasauro (*Mosasaurus hoffmanni*).

Tra i pezzi eccezionali rinvenuti nel Modenese, spicca un reperto frammentario da Gombola descritto inizialmente come “Gavialide” da Pantanelli (1889), ma presto riassegnato dal solito Capellini (1890) al gruppo degli ittiosauri, sotto il nome di *Ichthyosaurus campylodon*. Un reperto simile proveniente dal bolognese fu descritto da Simonelli (1910), che lo attribuì cautamente al genere *Ichthyosaurus*, ipotizzando che si potesse trattare anche di una specie diversa da quella trovata a Gombola, e lo datò come “non più recente del Cretaceo”. Nel 1974 il sig. Enzo Grazioli trovò, ancora una volta nelle vicinanze di Gombola, un terzo frammento di rostro, con stato di conservazione simile a quello descritto da Pantanelli, costituente la parte terminale del muso. Rompianesi (1975) descrisse questo fossile come *Ichthyosaurus campylodon* Carter, avanzando l'ipotesi che potesse essere addirittura parte dello stesso individuo trovato nel 1889. Nel 1975, sempre vicino a Gombola, lo stesso Pietro Rompianesi trovò anche un frammento di omero di ittiosauro. Nel 1978, nelle vicinanze di Prignano (Modena), ancora in sedimenti attribuibili alle Liguridi, il sig. Artemio Scurani trovò due vertebre, riconosciute da Rompianesi & Sirotti (1995) come parte della coda di un ittiosauro. Nel 1979 il sig. Renato Berselli trovò un altro frammento di rostro di ittiosauro a Montevoglio, vicino a Bazzano (Bologna). Tutti questi reperti furono ridescritti e attribuiti a

Platypterygius sp. da Sirotti & Papazzoni (2002). Un dente isolato fu raccolto nei primi anni '70 (forse nel 1973, ma la data è incerta) dal sig. Celso (detto Marco) Piani nelle Argille Varicolori del Cenomaniano-Campaniano inferiore in un calanco vicino a Castelvecchio di Prignano (MO). Scambiato in un primo tempo per un dente di ittiosauro, è stato attribuito al pliosauro cretaceo *Polyp-tychodon interruptus* (Papazzoni, 2003).

Tra gli altri fossili cretacei delle Liguridi, meritano di essere menzionati i tronchi di Cicadee, già segnalati da Capellini (1890) e descritti e comparati con quelli dell'America settentrionale (Maryland) da Capellini & Solms-Laubach (1892). Al Museo Capellini di Bologna esiste una sala che contiene gran parte della collezione di cicadee di Capellini, assieme a materiale di confronto proveniente proprio dal Nord America. Davvero unica è una cicadea fossile di grandi dimensioni, proveniente da una tomba etrusca di Marzabotto (BO), riconosciuta come tale da G. Bianconi e appropriatamente denominata da Capellini *Cycadeoidea etrusca*. I 21 esemplari esposti sono attribuiti ad almeno 10 specie diverse (più tre identificate soltanto a livello generico) e provenienti da almeno 14 località dell'Appennino settentrionale (più un esemplare proveniente dal Veronese), in una fascia che va dal Parmense all'Imolese.

4. Il nuovo ittiosauro di Gombola: descrizione e confronto con l'esemplare del XIX secolo

Come accennato nell'introduzione, nei calanchi presso Gombola (Appennino modenese) è stato trovato nel 2015 un nuovo frammento del rostro di un ittiosauro (inv. 251372). La Soprintendenza ne ha autorizzato lo spostamento temporaneo presso il Dipartimento di Scienze Chimiche e Geologiche dell'Università di Modena e Reggio Emilia, dove il fossile è stato studiato per poi essere riconsegnato al Museo di Vignola dove è attualmente conservato.

Il reperto è stato confrontato con il già menzionato frammento rostrale IPUM 30139 proveniente anch'esso dai calanchi vicino a Gombola e conservato presso le Collezioni di Paleontologia dell'Università di Modena e Reggio Emilia, dove si trovano anche un altro frammento rostrale (IPUM 30140) e un frammento di omero (IPUM 30141) provenienti dai calanchi di Gombola, come 251372. Quest'ultimo può essere confrontato con IPUM 30139, il più grande dei due frammenti rostrali, trovato nel XIX secolo e descritto per la prima volta da Pantanelli (1889).

4.1. Contesto geologico

Tutti i reperti di Gombola provengono dal Complesso del Rio Cargnone, formazione datata tra il Paleocene superiore e l'Eocene medio sulla base della posizione stratigrafica in relazione alle altre unità sotto- e sovrastanti. Ciò non deve trarre in inganno, perché si tratta di breccie argillose poligeniche con

elementi non più recenti del Cretaceo (Bettelli *et al.*, 2002); l'età (più recente) della formazione indica la sua definitiva messa in posto, non la deposizione dei singoli elementi costituenti.

Il Complesso del Rio Cargnone è infatti un'unità caotica risultante dall'accumulo di grandi frane di scivolamento in massa e di colate di fango e detrito in ambiente sottomarino e contiene materiale rimaneggiato da formazioni più antiche, come le Arenarie di Scabiazza (Turoniano superiore-Campaniano inferiore), le Argille Varicolori di Cassio (Cenomaniano superiore-Campaniano) e le Argille a Palombini (Cretaceo Inferiore-Turoniano) (Bettelli *et al.*, 2002). Poiché è noto che gli ittiosauro si sono estinti alla fine del Cenomaniano, riteniamo plausibile che i reperti provengano da una di queste ultime due formazioni, le uniche compatibili con la distribuzione stratigrafica degli ittiosauro.

4.2. Reperto 251372

Il reperto consiste di un frammento rostrale lungo circa 18 cm e alto circa 9 cm. Al momento del ritrovamento, il reperto si presentava inglobato da un'abbondante quantità di matrice (Fig. 2A): molti degli elementi ossei e dentari erano coperti e pertanto si è deciso di tentare il ricorso alla tomografia computerizzata assiale (TAC) per poter ottenere, tramite i raggi X, un'immagine delle parti non esposte (si veda il paragrafo successivo). Si sono così ottenute sezioni assiali del rostro e da esse, tramite un *software* apposito, un modello 3D: entrambe le tecniche sono state di notevole utilità per studiare il reperto e per il restauro eseguito successivamente dal Dr. Paolo Reggiani. Il modello 3D ha infatti permesso di individuare le aree da rimuovere senza rischiare di danneggiare i denti o le ossa coperte dalla matrice. Inoltre, dalla matrice sono stati prelevati campioni per analisi volte a identificare eventuali microfossili (foraminiferi e nannofossili calcarei) utili per datare il reperto.

Il fossile è quindi stato analizzato esternamente ed internamente. Sono identificabili il premascellare, sulla parte dorsale, e il dentale, sulla parte ventrale, entrambi costituiti da due rami, destri e sinistri, che qui si presentano disassati, con la parte sinistra ribassata rispetto alla destra.

Il frammento è distale rispetto alle narici: tale collocazione è indicata dall'assenza di elementi ossei come mascellari e nasali, molto estesi nella regione prossimale al cranio e via via meno estesi fino a scomparire nella regione più distale. Tra premascellare e dentale, sono ben visibili numerosi denti; alcuni si trovano ancora inglobati dalla matrice ma sono stati resi visibili dalla scansione. In totale, il reperto contiene 34 denti, alcuni in posizione anatomica, altri inclinati o dislocati. I denti sono robusti, conici, con un apice appuntito e mostrano una corona smaltata con creste longitudinali marcate. Le scansioni hanno messo in evidenza una radice dalla forma sub-rettangolare.

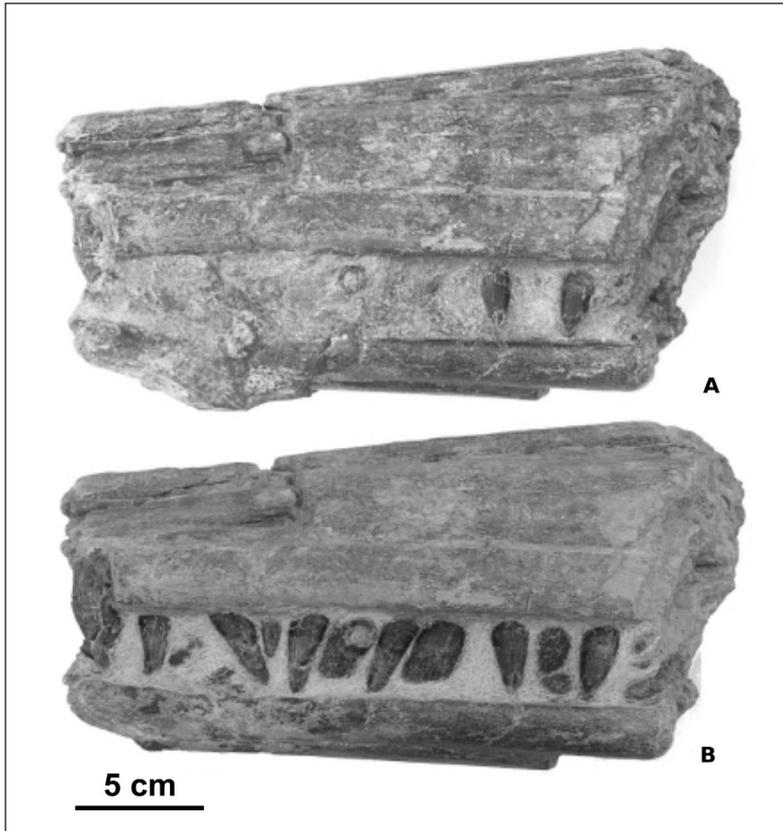


Fig. 2 – Reperto 251372 prima (A) e dopo (B) il restauro eseguito dal Dr. Paolo Reggiani. Su concessione del Ministero dei Beni e delle Attività Culturali e del Turismo, prot. 4210 del 15 aprile 2016 (riproduzione vietata).

4.3. Reperto IPUM 30139 (Collezioni di Paleontologia dell'Università di Modena e Reggio Emilia)

Si tratta di un frammento rostrale, non inglobato dalla matrice, la cui superficie è interamente visibile e ben conservata (Fig. 3). Misura 16 cm di lunghezza e dai 12 ai 14 cm di altezza ed è costituito da premascellari, dentali e spleniali, visibili esternamente, e da nasali, vomeri e surangolare destro, all'interno. La lucidatura dell'estremità posteriore ha permesso di identificare tali elementi e di metterne in luce la morfologia in sezione. L'interpretazione di IPUM 30139 qui riportata differisce da quella di Sirotti & Papazzoni (2002), in quanto si è ritenuto che la precedente orientazione del pezzo fosse errata (inversione della parte superiore ed inferiore; Fornaciari *et al.*, 2017).

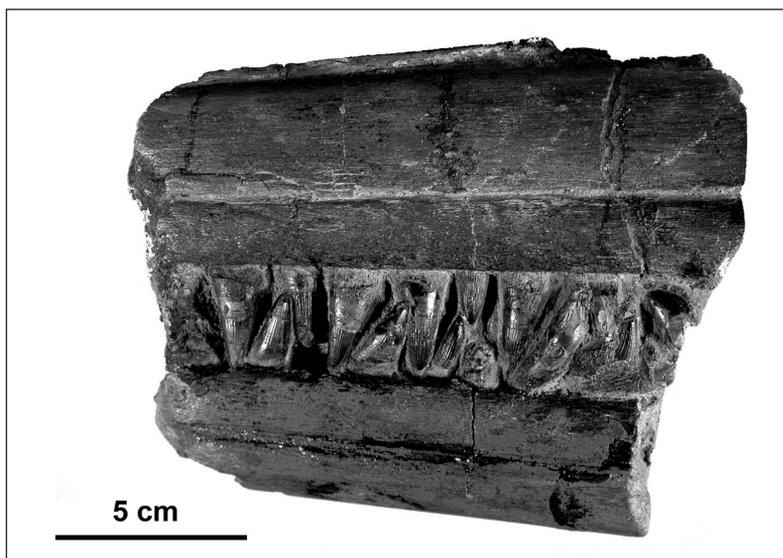


Fig. 3 – Reperto IPUM 30139, trovato a Gombola nel 1889 e attualmente conservato nelle Collezioni di Paleontologia dell'Università di Modena e Reggio Emilia.

Il rostro è dotato di 21 denti in posizione anatomica, anche se talvolta leggermente inclinati. La loro morfologia corrisponde a quella osservabile nel reperto 251372, ma è meglio visibile: robusta e conica, con un apice appuntito, una corona ricoperta da smalto con creste longitudinali marcate, un anello di cemento acellulare liscio e una radice larga, con sottili striature e dalla sezione sub rettangolare.

4.4. Discussione e confronto tra i due reperti

I due rostri sono estremamente simili per morfologia complessiva e deformazione assiale: entrambi, infatti, sono costituiti prevalentemente da premaxillari e dentali, con il ramo sinistro spostato più in basso rispetto a quello destro. La differenza di altezza e larghezza tra i due indica probabilmente una diversa posizione a livello rostrale.

La posizione relativa viene meglio determinata dalla presenza e dalla conformazione degli elementi ossei che costituiscono il rostro. In 251372, le scansioni assiali hanno permesso di osservare la morfologia di premaxillari e dentali in diverse posizioni assiali e di verificare che non vi fossero altre ossa interne. In IPUM 30139, la lucidatura dell'estremità distale ha messo in evidenza i già visibili premaxillari, dentali e spleniali, ma anche i più interni nasali, vomeri e surangolare. La presenza di tali elementi ha permesso

di stabilire che IPUM 30139 si trova in una posizione più prossimale rispetto a 251372.

Per quanto riguarda i denti, in 251372 non vi sono denti completamente visibili come in IPUM 30139 ma la corona è simile per morfologia e ornamentazione; inoltre, grazie alla scansione eseguita su 251372 (si veda sotto per i dettagli), sono confrontabili anche le sezioni delle radici, che in entrambi i casi sono caratterizzate da una forma sub-rettangolare.

5. Lo studio tramite TAC

Prima del restauro, il rostro 251372 si presentava quasi interamente ricoperto dalla matrice, la quale aderiva alle ossa e riempiva crepe, fratture e lo spazio tra mascella e mandibola. Tra il premascellare e il dentale erano infatti visibili solo alcuni denti (4 sul lato sinistro e 8 sul lato destro) che emergevano dalla matrice solo con la corona e per lo più abrasati. Per un reperto così frammentario questa copertura rendeva difficoltosi alcuni passaggi fondamentali dell'analisi morfologica, come distinguere tra di loro le due ossa, individuarne eventuali altre e distinguere la forma completa dei denti; quest'ultimo è un aspetto fondamentale per dare almeno una sommaria collocazione tassonomica all'esemplare in esame.

Per avere più informazioni sul reperto, operando in modo non invasivo, lo si è sottoposto a tomografia assiale computerizzata (TAC) presso il Nuovo Ospedale Civile Sant'Agostino Estense di Baggiovara (Modena). La procedura sfrutta, come in tutte le apparecchiature radiologiche, l'interazione tra la materia ed un fascio di raggi X; la produzione di immagini radiologiche avviene grazie al parziale assorbimento dei fotoni X da parte di materiali con diversa densità. Proprio come per i vari tessuti del corpo umano, è stata sfruttata nel fossile la differenza di densità tra osso e matrice. La scansione ha prodotto 309 sezioni assiali che percorrono tutto il rostro, dall'estremità distale a quella prossimale. Già dalle prime immagini non ancora elaborate è stato possibile identificare gli elementi scheletrici interni tra cui i denti, molto più numerosi rispetto a quelli visibili esternamente. In primo luogo grazie alle sezioni assiali, in particolar modo quelle in posizione centrale lungo il rostro, è stato possibile distinguere le due ossa di mascella e mandibola: infatti il premascellare (osso allungato che costituisce gran parte della mascella negli ittiosauri) appare in sezione più sottile rispetto al dentale (osso della mandibola), più tozzo e compatto. Ciò ha reso possibile orientare il fossile riconoscendo la parte superiore e quella inferiore, altrimenti difficili da distinguere quando le due componenti scheletriche sono esternamente così simili e danneggiate. Non sono stati osservati ulteriori elementi ossei, anche di piccole dimensioni, interni a premascellare e dentale; questo particolare ha suggerito di collocare il frammento rostrale in posizione anatomica molto anteriore, vicino alla estremità distale.

Altre osservazioni estremamente interessanti, rese possibili dalla scansione assiale, sono state la disposizione dei denti lungo i solchi alveolari (un lungo solco risultato dalla piega interna di ciascun ramo di mascella e mandibola) e l'identificazione della radice di questi. Non tutti i denti sono in posizione anatomica, molti sono inclinati, soprattutto lungo il lato destro della mandibola e in prossimità della grossa frattura che corre anteriormente. Un altro particolare insolito si può osservare lungo quasi tutta la lunghezza del fossile in sezione: sono visibili due coppie simmetriche di canali interni a mandibola e mascella, interpretati come spazi che ospitavano i rami del trigemino (V nervo cranico) insieme a vasi sanguigni.

Il vero successo dell'analisi TAC è stato tuttavia successivo alla rielaborazione delle immagini ottenute con la scansione in un modello 3D (Fig. 4). Sfruttando software radiologici in grado di elaborare le sezioni assiali si è ottenuto un modello digitale e tridimensionale dell'oggetto; su questo modello è stato possibile apportare rapidamente modifiche impossibili sull'oggetto reale, come la rimozione virtuale della matrice, ottenendo in anteprima una versione "restaurata" del fossile. L'analisi del rostro privo di matrice ha permesso l'identificazione totale di 34 denti e l'osservazione della radice di questi anche trasversalmente. Inoltre, il modello 3D ha contribuito significativamente all'analisi tafonomica (ossia alla ricostruzione di cosa sia accaduto tra la morte dell'animale e la sua fossilizzazione), correlando le caratteristiche esterne del fossile come fratture, crepe o segni di predazione con gli elementi interni quali dislocamento delle ossa, denti spezzati o fuori sede.



Fig. 4 – Modello 3D del reperto 251372, ottenuto per elaborazione della TAC eseguita presso il Nuovo Ospedale Civile Sant'Agostino Estense di Baggiovara (MO). Su concessione del Ministero dei Beni e delle Attività Culturali e del Turismo, prot. 4210 del 15 aprile 2016 (riproduzione vietata).

6. Il restauro

Data l'importanza del nuovo reperto 251372, trovato oltre un secolo dopo quello "storico" da Gombola, in accordo con il Museo di Vignola e con la Soprintendenza, si è deciso di liberare parzialmente il rostro dall'abbondante matrice ancora presente. Il restauro, con la supervisione scientifica del Dr. C.A. Papazzoni dell'Università di Modena e Reggio Emilia, è stato eseguito da un tecnico specializzato in restauro paleontologico, il Dr. Paolo Reggiani di Piove di Sacco (PD). L'intervento è stato co-finanziato dal Dr. Papazzoni e dalla Fondazione di Vignola.

Il Dr. Reggiani ha eseguito il restauro in data successiva allo studio del reperto con la TAC, potendo usufruire dei relativi risultati per calibrare l'intervento ed evitare qualsiasi danneggiamento accidentale dello stesso. La rimozione di buona parte della matrice ha dato un risultato esteticamente pregevole, oltre che scientificamente ineccepibile (Fig. 2B). Fin dall'inizio dell'intervento si era concordato con il Dr. Reggiani che la matrice fosse conservata per le ulteriori analisi volte a verificare la eventuale presenza di micro- e nannofossili, utili per la datazione del reperto.

7. I tentativi di datazione

L'analisi della matrice inglobante resti di vertebrati in passato ha dato ottimi risultati. Molto recentemente, questo tipo di indagine è stata eseguita proprio su un frammento di rostro di ittiosauro, trovato nei Monti Lessini, permettendone una datazione molto precisa (Fornaciari *et al.*, 2017).

Sui fossili di ittiosauri dell'Appennino settentrionale, purtroppo, finora non sono mai stati ottenuti risultati positivi, probabilmente a causa delle particolarità delle formazioni entro le quali i reperti si sono conservati.

Infatti, dai dati geologici a disposizione risulta che, durante la deposizione del Complesso di Rio Cargnone e delle altre formazioni cretacee delle Liguridi, l'ambiente deposizionale fosse di mare molto profondo. Questo dato a prima vista potrebbe sembrare incoraggiante, in quanto i microfossili che si potrebbero trovare apparterebbero eventualmente ad organismi planctonici, che sono potenzialmente di elevato valore biostratigrafico, ovvero utili per una datazione precisa. Si deve però sottolineare che, in linea generale, le formazioni Liguridi sono tipicamente estremamente povere in micro- e nannofossili calcarei. Questa scarsità viene spiegata con la deposizione ad una profondità al di sotto della CCD (profondità di compensazione dei carbonati), ovvero in una regione entro la quale i piccoli gusci degli organismi planctonici, costituiti da calcite, vengono dissolti per effetto delle condizioni fisico-chimiche delle acque marine.

Sul reperto 251372 si è quindi proceduto in via preliminare alla rimozione di una piccola porzione di matrice da un'area dove questa era particolarmente

abbondante, vicino alla regione distale del dentale. Il frammento prelevato è stato diviso in due parti: su una è stata realizzata una sezione sottile (Fig. 5) nei laboratori dell'Università di Modena e Reggio Emilia, per la ricerca di foraminiferi planctonici, mentre il secondo quantitativo è stato inviato alla Prof. Eliana Fornaciari, dell'Università di Padova, per la ricerca di eventuali nannofossili calcarei.

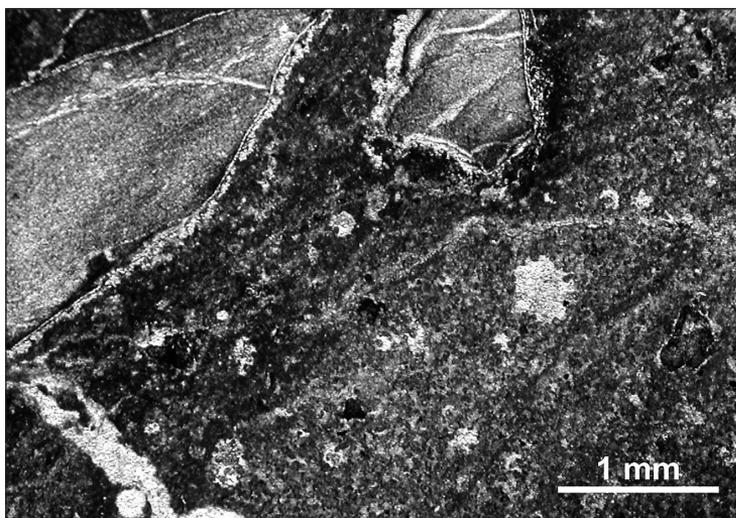


Fig. 5 – Sezione sottile della matrice del reperto 251372.

Purtroppo nella sezione sottile non sono stati osservati foraminiferi planctonici. Sono invece state individuate probabili tracce di silicizzazione ed alcuni oggetti tondeggianti dubitativamente identificati come radiolari.

Sul materiale inviato a Padova è stata realizzata una *smear slide*, ovvero un preparato per la ricerca del nannoplancton calcareo. La matrice si è rivelata quasi completamente sterile: gli scarsissimi nannofossili osservati sono forme della parte alta del Cretaceo Superiore (Coniaciano medio-Maastrichtiano), incompatibili con la distribuzione temporale degli ittiosauri, che si estinguono prima del Turoniano.

Di conseguenza, dobbiamo ammettere che le indagini svolte non hanno permesso di ottenere una datazione attendibile. L'ipotesi che l'ambiente deposizionale si trovasse al di sotto della CCD sembra confermata sia dalla possibile presenza di radiolari, sia dalla estrema scarsità di nannofossili calcarei.

In mancanza di ulteriori dati, il reperto può essere attribuito a un generico Cretaceo Inferiore-Cenomaniano (145-94 milioni di anni fa).

8. Conclusioni

L'attribuzione tassonomica si esegue sulla base della presenza di caratteri diagnostici, cioè di elementi che contraddistinguono esclusivamente i membri appartenenti ad uno stesso gruppo.

L'unico carattere diagnostico presente nei frammenti rostrali analizzati è la forma sub-rettangolare delle radici dentarie, visibile nelle sezioni assiali a raggi X in 251372 oppure direttamente nel caso di IPUM 30139. Fino agli anni '90 del secolo scorso, la forma della radice era considerata un carattere sufficiente per una determinazione a livello di genere. Tale carattere era inoltre riconosciuto in quello che era considerato l'unico genere valido di ittiosauri del Cretaceo, ossia *Platypterygius*. Per questo, anche in anni relativamente recenti, tutti i fossili di ittiosauri cretacei dell'Appennino settentrionale erano identificati come *Platypterygius* (cfr. ad es. Sirotti & Papazzoni, 2002). In seguito ai ritrovamenti successivi e alle revisioni tassonomiche recenti (Fischer *et al.*, 2016), sono stati individuati almeno 12 generi diversi, per i quali la forma delle radici è risultata essere un carattere condiviso esclusivamente entro la sottofamiglia *Platypterygiinae*. Purtroppo il carattere è insufficiente per individuare il genere di appartenenza, pertanto l'esemplare 251372, così come IPUM 30139, può essere riconosciuto soltanto come un *platypterygiino*, senza indicazione di genere o specie.

Dal punto di vista tafonomico, si possono fare alcune interessanti osservazioni. Innanzi tutto i due reperti 251372 e IPUM 30139 mostrano un analogo disassamento dei due rami del rostro. Questo potrebbe essere verosimilmente imputabile a fenomeni di disarticolazione delle ossa per cedimento dei tessuti durante la decomposizione. In particolare però, nel reperto 251372, si osservano anche una frattura trasversale che interessa tutto il rostro e, anteriormente rispetto ad essa, una compressione localizzata; tali caratteristiche suggeriscono l'effetto del morso di un predatore o di un necrofago. L'ipotesi è avvalorata dalla presenza di un dente di squalo conservato all'estremità prossimale. Siccome la matrice sembra aver riempito la frattura, tendiamo ad escludere che questa si possa essere generata tardivamente per la pressione del carico litostatico. Il reperto IPUM 30139, invece, non mostra segni evidenti di necrofagia, ma si osservano disassamento ed inclinazione dei denti analoghi a quelli di 251372, il che, unito alla provenienza dalla stessa località, porta a non escludere che i due reperti potessero appartenere addirittura al medesimo esemplare.

Ringraziamenti

Desideriamo ringraziare tutte le persone, gli enti e le strutture che hanno permesso lo svolgimento del restauro e dello studio di questo importantissimo reperto. In primo luogo un ringraziamento va alla Soprintendenza Archeologia, belle arti e paesaggio per la città metropolitana di Bologna e le province di Modena, Reggio Emilia e Ferrara, in particolare al Soprintendente Dott. Luigi Malnati e al Funzionario Archeologo Dott. Paolo Boccuccia, che hanno fornito tutte le informazioni e le necessarie autorizzazioni per lo studio e il restauro, sempre con competenza, cortesia, rapidità e spirito di collaborazione (autorizzazione allo studio prot. 4210 del 15 aprile 2016). Un sentito ringraziamento va all'Azienda USL di Modena, Nuovo Ospedale Civile Sant'Agostino Estense di Baggiovara, che ci ha permesso di eseguire la TAC sul fossile. Ringraziamo calorosamente il sig. Sauro Manzini che ha trovato il fossile e lo ha consegnato al Museo Civico di Vignola "Augusta Redorici Roffi". Un ringraziamento particolare va proprio al suddetto Museo, che ci ha consentito, e anzi sollecitato, lo studio del fossile nell'ambito di una rinnovata collaborazione con il Dipartimento di Scienze Chimiche e Geologiche dell'Università di Modena e Reggio Emilia. Un particolare ringraziamento va anche alla Dott.ssa Erin Maxwell del Museo di Storia Naturale di Stoccarda per l'aiuto fornito allo studio tassonomico del reperto. Uno speciale ringraziamento va alla Prof.ssa Eliana Fornaciari (Università di Padova) che ha eseguito la meticolosa analisi dei nannofossili calcarei. Grazie al Dott. Paolo Reggiani che ha svolto in modo impeccabile il restauro del nuovo reperto di Gombola. Ringraziamo infine in modo speciale la Fondazione di Vignola, che ha co-finanziato il suddetto restauro.

Bibliografia

- BETTELLI G., PANINI F., PIZZIOLO M., 2002 – *Note illustrative della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000. Foglio 236: Pavullo nel Frignano*. Servizio Geologico d'Italia, S.EL.CA., Firenze, 165 pp.
- BLACKBURN D.G., SIDOR C.A., 2014 – *Evolution of viviparous reproduction in Paleozoic and Mesozoic reptiles*. The International Journal of Developmental Biology, **58**, pp. 935-948, Bilbao.
- CAPELLINI G., 1884 – *Il Cretaceo superiore e il gruppo di Priabona nell'Appennino settentrionale e in particolare nel Bolognese e loro rapporti col Grès de Celles in parte e con gli strati a Clavulina szaboi*. Memorie della Reale Accademia delle Scienze di Bologna (S. 4), **5**, pp. 1-18, Bologna.
- CAPELLINI G., 1890 – *Di un Ittiosauro e di altri importanti fossili Cretacei nelle argille scagliose dell'Emilia*. Rendiconti degli Atti della Reale Accademia dei Lincei, **46** (1), pp. 79-80, Roma.
- CAPELLINI G., SOLMS-LAUBACH E., 1892 – *I tronchi di Bennettitee dei musei italiani - notizie storiche, geologiche, botaniche*. Memorie della Reale Accademia delle Scienze di Bologna (S. 5), **2**, pp. 3-56, Bologna.
- CARROLL R.L., 1988 – *Vertebrate paleontology and evolution*. Freeman, New York, 698 pp.
- FISCHER V., BARDET N., BENON R.B.J., ARKHANGELSKY M.S., FRIEDMAN M., 2016 – *Extinction of fish-shaped marine reptiles associated with reduced evolutionary rates and global environmental volatility*. Nature Communications, **7**, 10825, London.
- FORNACIARI B., MAXWELL E., FORNACIARI E., PAPAZZONI C.A., ZORZIN R., 2017 – *A new platypterygiine ichthyosaur rostrum from the Lower Cretaceous of the Lessini Mountains (Northern Italy)*. Cretaceous Research, **71**, pp. 137-144, Amsterdam.
- KEAR B.P., WALTER E.B., SMITH E.T., 2003 – *Unusual gut contents in a Cretaceous ichthyosaur*. Proceedings

- of the Royal Society of London B (Suppl.), **270**, S206-S208, London.
- MASSARE J.A., YOUNG H.A., 2005 – *Gastric contents of an ichthyosaur from the Sundance Formation (Jurassic) of Central Wyoming*. *Paludicola*, **5**(1), pp. 20-27, Rochester, N.Y.
- MOTANI R., ROTHSCHILD B.M., WAHL W. JR, 1999 – *Large eyeballs in diving ichthyosaurs*. *Nature*, **402**, p. 747, London.
- PANTANELLI D., 1889 – *Sopra i resti di un Sauriano trovati nelle argille scagliose di Gombola nel Modenese*. *Bollettino della Società Geologica Italiana*, **8**(1), pp. 43-45, Roma.
- PAPAZZONI C.A., 2003 – *A pliosaurid tooth from the Argille Varicolori Formation near Castelveccchio di Prignano (Modena Province, northern Italy)*. *Rivista Italiana di Paleontologia e Stratigrafia*, **109**(3), pp. 189-191, Milano.
- POLLARD J. E., 1968 – *The gastric contents of an ichthyosaur from the Lower Lias of Lyme Regis, Dorset*. *Palaeontology*, **11**(3), pp. 376-388, London.
- ROMPIANESI P., 1975 – *Nuovo ritrovamento di un resto di Ittiosauro nelle "Argille scagliose" di Gombola (Appennino settentrionale Modenese)*. *Bollettino della Società Paleontologica Italiana*, **13**(1-2), pp. 151-152, Modena.
- ROMPIANESI P., SIROTTI A., 1995 – *Vertebre di Ittiosauro nei "Terreni alloctoni Liguridi" di Prignano (Modena)*. *Atti Soc. Nat. Mat di Modena*, **125** (1994), pp. 3-9.
- SANDER P.M., 2000 – *Ichthyosauria: their diversity, distribution, and phylogeny*. *Palaontologische Zeitschrift*, **74**(1/2), pp. 1-35, Berlin.
- SIMONELLI V., 1897 – *Intorno agli avanzi di Coccodrilliano scoperti a San Valentino (provincia di Reggio Emilia) nel 1886*. *Rendiconti dell'Accademia dei Lincei*, **5**, pp. 11-18, Roma.
- SIMONELLI V., 1910 – *Sopra un avanzo d'Ittiosauro trovato nell'Appennino bolognese*. *Memorie della Reale Accademia delle Scienze di Bologna (S. 6)*, **7**, pp. 367-372, Bologna.
- SIROTTI A., 1990 – *Mosasaurus hoffmanni Mantell, 1828 (Reptilia) nelle "Argille scagliose" di San Valentino (Reggio E.)*. *Atti Soc. Nat. Mat. di Modena*, **120** (1989), pp. 135-146.
- SIROTTI A., PAPAZZONI C.A., 2002 – *On the Cretaceous ichthyosaur remains from the Northern Apennines (Italy)*. *Bollettino della Società Paleontologica Italiana*, **41**(2-3), pp. 237-248, Modena.