

scapolare ed al tipo di impiantazione dei denti nella mandibola, secondo il paleontologo elvetico Rieppel, l'*Helveticosaurus* dovrebbe esser più strettamente imparentato con i rettili lepidosauri, come l'Askeptosauro, o con gli arcosauri, come il Ticinosuco. Per quanto è dato di conoscere dai resti imperfetti a nostra disposizione, l'Elveticosauo era un rettile dalle abitudini prevalentemente acquatiche; doveva tuttavia essere in grado di spostarsi sulla terraferma reggendosi e trascinandosi sulle zampe anteriori, così come fanno le otarie. Un'analoga possibilità di movimento sulla terraferma è stata postulata anche per i notosauri come i pachipleurosauridi e il Ceresiosauo.

Gli Ittiotterigi

Durante l'era Mesozoica, dal Triassico sino alla fine del periodo Cretacico, i mari furono popolati da un gruppo di rettili altamente specializzati per la vita acquatica, gli ittiotterigi.

Gli ittiotterigi sono una sottoclasse di rettili marini i cui rappresentanti furono così perfezionati per la vita nelle acque che la struttura anatomica, profondamente modificata, non permetteva più loro di uscire dall'ambiente acquatico, neppure per la posa delle uova, come avviene e come avveniva in tutti gli altri rettili amanti dell'acqua.

Come avviene oggi per alcuni mammiferi, per esempio per i delfini, gli ittiotterigi avevano assunto una forma del corpo perfettamente idrodinamica, più simile a quella di un pesce che a quella di un rettile, ed erano divenuti ottimi nuotatori, una necessità essenziale per gli animali che volevano conquistare le immensità oceaniche. Per ottenere un nuoto veloce gli ittiotterigi effettuarono dunque notevoli modificazioni: il corpo divenne simile a quello di uno squalo, gli arti si trasformarono in pinne, si sviluppò una potente pinna caudale ed una pinna dorsale simile a quella dei pescecani.

Durante il nuoto la spinta era data esclusivamente dalla pinna caudale tramite oscillazioni ondulatorie del corpo che erano possibili grazie alla trasformazione delle vertebre della colonna, divenute molto simili a quelle dei pesci. La pinna caudale ipocerca tendeva durante il nuoto a forzare verso il basso e quindi a rivolgere il muso dell'animale verso l'alto; questo movimento era controbilanciato probabilmente dagli arti, trasformati per la vita acquatica con una serie di adattamenti di estremo interesse. Il cinto scapolare e ancor più il cinto pelvico erano ridotti e il secondo aveva addirittura perso la connessione con le vertebre sacrali. Le ossa delle zampe erano molto accorciate; ad eccezione dell'omero e del femore tutti gli elementi presentavano la tendenza ad assumere forma esagonale o circolare.

Le ossa delle dita erano quelle più visibilmente trasformate; esse formavano un insieme a forma di pala, flessibile ma incapace di movimenti reciproci fra osso ed osso. Le falangi erano molto aumentate di numero con una iperfalangia che non si riscontra in nessun altro gruppo di rettili, mentre, d'altro canto, il numero delle dita poteva variare da un minimo di tre in alcune forme triassiche, ad un massimo di sette o otto negli ittiotterigi giurassici o cretacici.

Anche il cranio, com'è ovvio, era modificato in ragione della vita acquatica: negli ittiotterigi vi erano lunghe mascelle appuntite, provviste di numerosi denti aguzzi, che inducono a considerare questi animali come ottimi predatori dei veloci cefalopodi, abbondantissimi durante l'era

Mesozoica. Che gli ittioterigi si cibassero soprattutto di cefalopodi è noto con sicurezza poiché molti reperti fossili provenienti sia dagli scisti ittiolitici, sia dai più recenti giacimenti tedeschi conservano praticamente intatto il contenuto dello stomaco, costituito quasi esclusivamente da innumerevoli piccoli uncini cornei, difficili da digerire, che caratterizzano i tentacoli di alcuni cefalopodi dell'era Mesozoica.

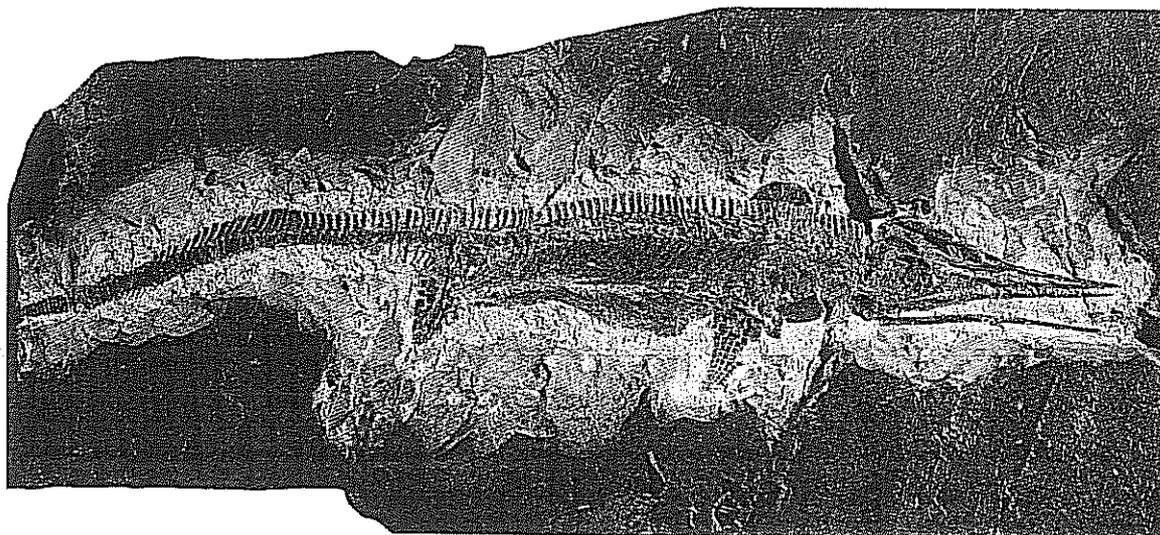
Sempre nel cranio gli occhi erano molto grandi ed erano protetti, forse dagli sbalzi di pressione piuttosto frequenti per animali d'alto mare, da un anello formato da numerose piastre ossee. Con l'allargamento degli occhi la regione temporale risultava ridotta, vi era nella parte superiore del cranio, da ciascun lato, una larga apertura temporale limitata dalle ossa postfrontali e sovratemporali. Le narici infine erano spostate molto indietro, alla base del lungo «becco».

La particolare struttura degli ittioterigi, che non permetteva loro di uscire dalle acque, rese necessario un meccanismo riproduttivo abbastanza particolare per dei rettili. Gli ittioterigi erano cioè ovovivipari, non deponevano le uova ma partorivano i piccoli già vivi. Prove in tal senso sono state fornite ai paleontologi dai fossili provenienti dal giacimento giurassico di Holzmaden in Germania, un giacimento ricchissimo di ittiosauri, e da quelli rinvenuti negli scisti ittiolitici. Negli strati che affiorano in queste località sono stati rinvenuti infatti alcuni esemplari di femmine di mixosauro e di ittiosauro morte prima del parto, che conservano ancora nel loro ventre gli embrioni dei piccoli.

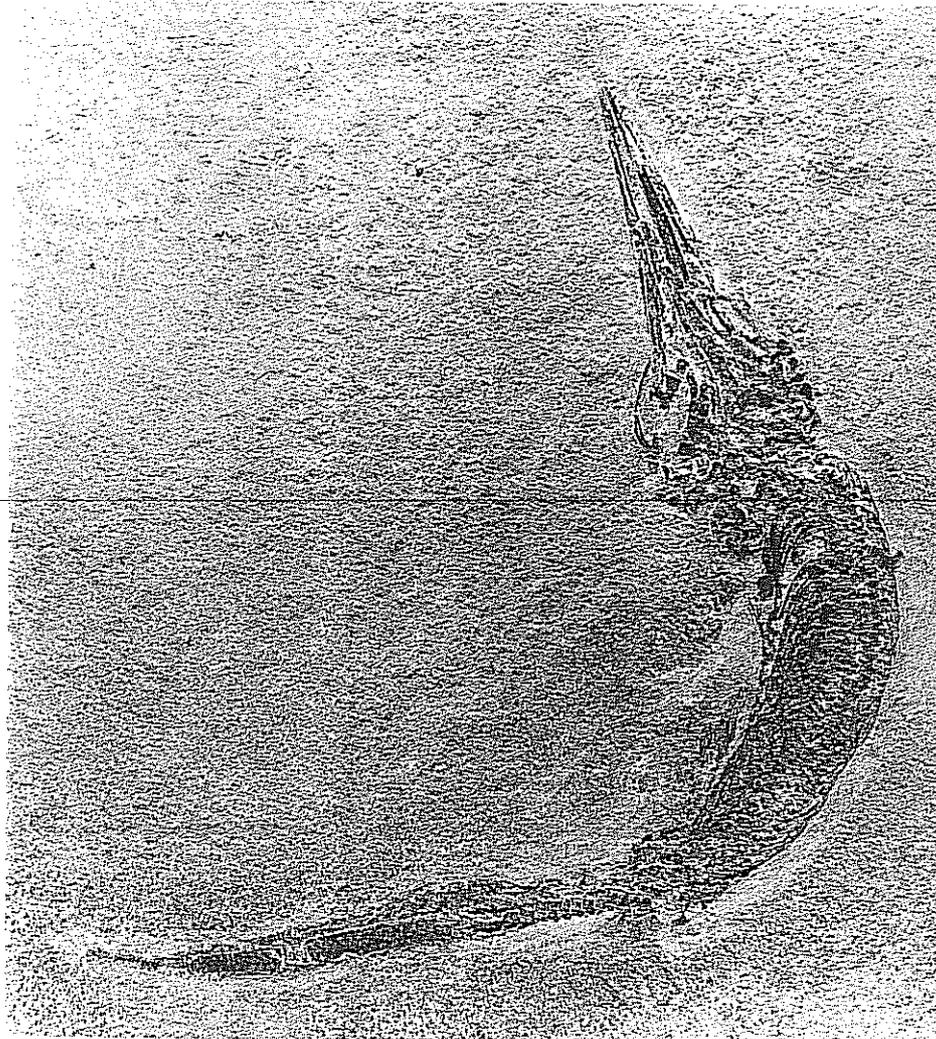
L'origine degli ittioterigi non è nota con sicurezza; i primi rappresentanti del gruppo apparvero improvvisamente a metà del periodo Triassico, proprio in corrispondenza dell'età degli scisti ittiolitici di Besano. Si tratta dei mixosauri, assai abbondanti nel giacimento lombardo e ticinese, ittioterigi già perfettamente adattati alla vita acquatica. Come sia avvenuto questo adattamento e da quali rettili i mixosauri siano derivati rimane tuttavia un mistero.

Per quanto riguarda la storia degli ittioterigi, gli scisti ittiolitici assumono quindi un notevole interesse, poiché è proprio da queste rocce che provengono in abbondanza gli esemplari più perfetti del genere *Mixosaurus*, il più antico e primitivo di tutti gli ittioterigi.

Un esemplare completo di Mixosaurus sp. rinvenuto a Besano alla fine degli anni '70 nello scavo del «Rio Ponticelli», esposto al Museo dei Fossili di Besano.



Il *Mixosaurus* era un animale che poteva raggiungere il metro di lunghezza. Sebbene già nettamente specializzato per la vita acquatica, non aveva ancora raggiunto la perfezione che sarà tipica degli ittiosauri del Giurassico e del Cretacico. La coda era quasi completamente diritta, il che fa pensare che mancasse la pinna caudale a forma di mezzaluna caratteristica degli ittiosauri più evoluti. In questi infatti il lobo inferiore della pinna caudale è sostenuto dalla coda che piega bruscamente verso il basso. Nella coda del *Mixosaurus* questo brusco piegamento non avviene, ed è quindi probabile che fosse presente una pinna caudale allungata ed assai più stretta di quella degli ittiosauri. Questa pinna doveva possedere però un lembo più espanso verso l'alto in corrispondenza di una leggera curva effettuata dalla coda. Gli arti erano meno specializzati di quelli degli ittiosauri e possedevano un numero minore di dita; nell'arto anteriore le due ossa dell'avambraccio erano ancora allungate e separate da un interstizio. Il cranio era estremamente leggero, aveva un muso lungo ed affilato fornito di numerosi piccoli denti conici, le orbite erano molto ampie e l'occhio era protetto dall'anello osseo.



Un esemplare giovanile di *Mixosaurus* sp.. L'esemplare misura 27 cm di lunghezza, mentre gli adulti raggiungevano i 120 cm.

olare
di
rus sp.
a
alla fine
di '70
vo del
«icelli»,
il
ei Fossili
o.



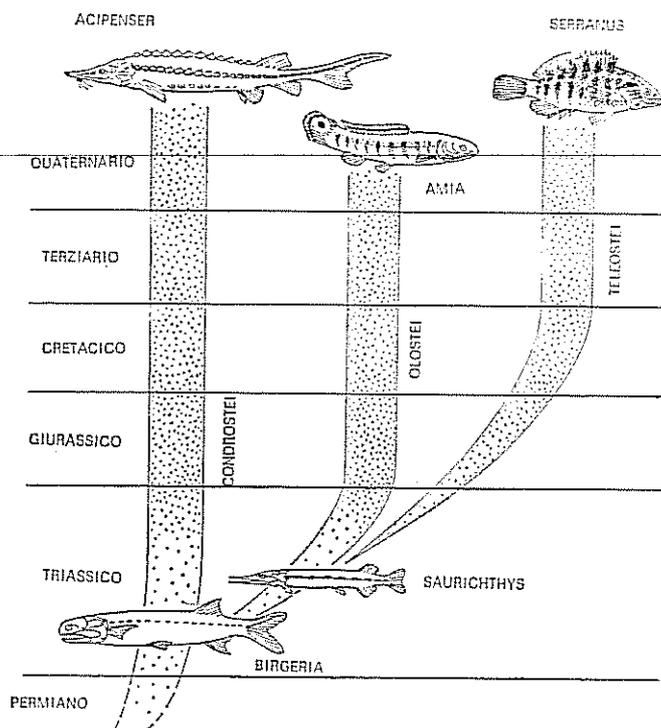
Sebbene il *Mixosaurus* sia uno dei rettili più frequenti negli scisti ittiolitici, su di esso non esiste ancora uno studio monografico dettagliato. Fino ad oggi è riconosciuta una sola specie, il *Mixosaurus cornalianus*, descritta da Bassani nel 1886 sugli esemplari che erano conservati al Museo di Milano, fra i quali quello definito dall'abate Stoppani «il più bel fossile scoperto finora in Lombardia».

Dagli scisti ittiolitici, e più precisamente da Monte San Giorgio, proviene infine un esemplare di ittiopterigio poco comune per questo giacimento. Non si tratta infatti di un *Mixosaurus* ma di un vero e proprio ittiosauro dalle pinne allungate che superava gli otto metri di lunghezza. La presenza nel bacino di Besano di mixosauri e di più evoluti ittiosauri apre naturalmente un problema che induce a rivedere la storia evolutiva di questi antichi abitatori del mare, anche se la coesistenza di tipi primitivi con i loro discendenti non è una cosa tanto rara in paleontologia.

L'abbondanza di ittiopterigi nel bacino di Besano non deve sorprendere, infatti questi ottimi nuotatori di mare aperto erano fra tutti i rettili quelli che meglio potevano resistere in un ambiente che permetteva la vita solo negli strati più superficiali dell'acqua.

I pesci

Se il mare di Besano era un posto nel complesso poco accogliente che non permetteva la vita sui fondali, le sue acque superficiali erano invece molto ricche di vita. Non ci si deve quindi meravigliare se negli scisti ittiolitici sono presenti numerosissimi fossili di quegli animali che potevano vivere lontano dai fondali, nelle acque più aperte, e cioè di pesci.



Ricostruzione dell'evoluzione dei pesci ittiopterigi (da Pinna, 1978).

A quanti
mento i
diffusi, s
nome all
L'abbond
furono o
za fu seg
primo re
veniente
la Lomba
«... I pes
dine dei
mili a qu
Dal lavor
studi e di
collezion
non italia
logo, effe
esemplar
logo ingle
ta acquis
Delle coll
andò per
esemplari
no conser
mo nucle
seguito a
La pubbli
anni più r
cerche an



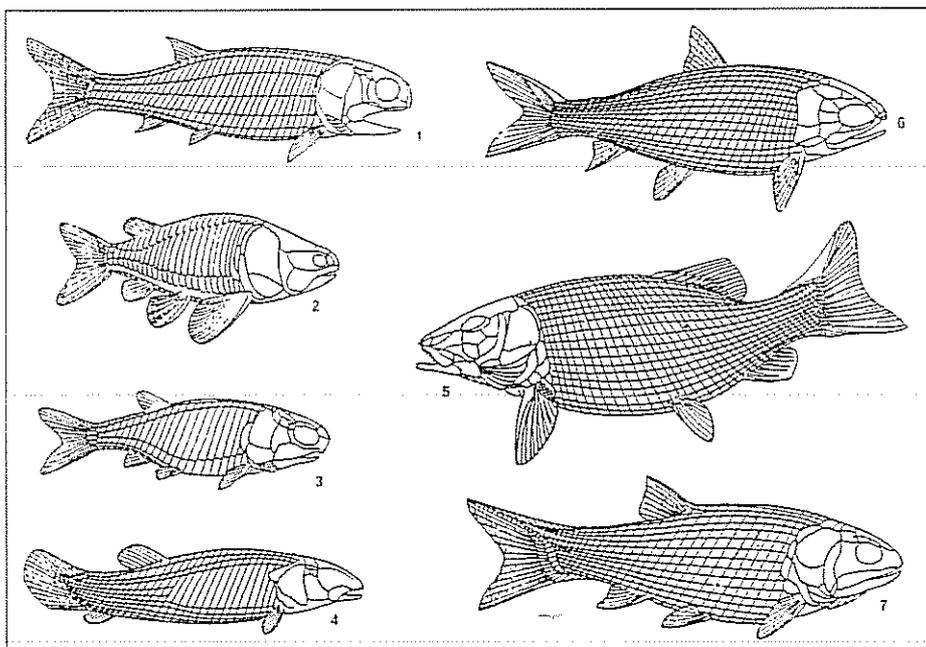
A quanti hanno effettuato ricerche a Besano è noto che in questo giacimento i pesci siano i più abbondanti fra tutti i fossili; anzi essi sono così diffusi, sia come frammenti, sia in esemplari completi, da aver fornito il nome alle rocce stesse del giacimento, gli scisti ittiolitici.

L'abbondanza dei pesci nel giacimento di Besano è tale che questi fossili furono oggetto di numerosi lavori scientifici e, ancor più, la loro presenza fu segnalata a Besano anni prima che Cornalia descrivesse nel 1854 il primo rettile. Nel 1847 infatti Curioni, descrivendo un nuovo sauro proveniente da Perledo, un altro famoso giacimento fossilifero triassico della Lombardia, fece un accenno anche ai pesci di Besano, affermando che «... I pesci che si rinvencono sono di più specie però tutti spettanti all'ordine dei *Ganoidi* omocerchi. Uno di questi è munito di squame affatto simili a quelle del *Lepidotus ornatus* ...».

Dal lavoro di Curioni in poi i pesci di Besano furono oggetto di numerosi studi e di raccolte intensive che portarono alla costituzione di imponenti collezioni sia al Museo Civico di Storia Naturale di Milano, sia in musei non italiani. Sulla collezione milanese De Alessandri, un noto paleontologo, effettuò uno studio dettagliato nel 1910 figurando in nove tavole gli esemplari più appariscenti, mentre nel 1939 James Brough, un paleontologo inglese, descrisse tutta una collezione di pesci di Besano che era stata acquistata poco tempo prima dal British Museum di Londra.

Delle collezioni che fornirono la base ai due studi citati, quella di Milano andò perduta nel fatale bombardamento del 1943; si salvarono pochi esemplari, i più brutti, quelli non considerati da De Alessandri e che erano conservati nelle cantine del Museo; questi andarono a formare il primo nucleo della collezione milanese, collezione che è oggi assai ricca in seguito ai ritrovamenti nei nuovi scavi.

La pubblicazione di studi scientifici sui pesci del giacimento è ripresa in anni più recenti ad opera dei paleontologi svizzeri. Numerose sono le ricerche ancora in corso, che non mancheranno di apportare nuovi dati su



Alcuni pesci degli scisti ittiolitici di Besano ricostruiti da Brough nel 1939:

- 1 - *Meridensia meridensis*,
- 2 - *Cephaloxenus macropterus*,
- 3 - *Peltopleurus rugosus*,
- 4 - *Luganoia lepidosteoides*,
- 5 - *Heterolepidotus latus*,
- 6 - *Ptycholepis curta*,
- 7 - *Eoeugnathus megalepis*

(da Pinna, 1978).

truzione
voluzione dei
attinoterigi
Pinna, 1978).

questa ricca ittiofauna. I pesci degli scisti ittiolitici hanno un notevole interesse se osservati nel quadro generale dell'evoluzione. Il periodo Triassico fu infatti un periodo abbastanza decisivo nella storia di questi animali; in quell'epoca i pesci avevano già alle spalle una storia evolutiva molto lunga e stavano sviluppando un altro passo, se così si può dire, verso la modernità.

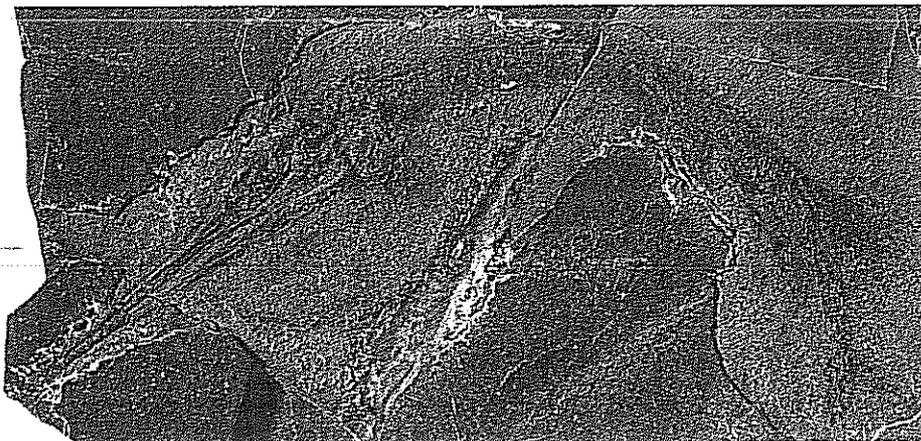
Durante il Triassico erano presenti sia i pesci cartilaginei, i condritti, cui appartengono i pescecani e le razze attuali che hanno una storia evolutiva molto antica essendo apparsi 400 milioni di anni fa nel Devoniano medio, sia i pesci ossei, gli osteitti, quelli che rappresentano oggi la frazione maggiore della fauna ittica con oltre ventimila specie diverse diffuse nelle acque marine e nelle acque dolci.

In particolare, e qui risiede l'interesse dei ritrovamenti triassici, in questo periodo si era in una fase cruciale dello sviluppo evolutivo di un gruppo di pesci ossei, il gruppo degli attinotterigi. La storia evolutiva degli attinotterigi si svolse in tre fasi di sviluppo che corrispondono a tre gruppi di forme diverse che prendono il nome di condrostei, olostei e teleostei, i pesci più moderni e specializzati. Nel Triassico medio, all'epoca in cui esisteva il mare di Besano, i teleostei non esistevano ancora, non vi erano cioè pesci di tipo moderno come quelli che siamo soliti vedere sulla nostra tavola. Vi erano invece i condrostei e gli olostei ed anche alcuni tipi che rappresentano una transizione fra gli uni e gli altri e che indicano perciò una derivazione diretta degli olostei dai condrostei.

Fra queste forme transizionali, che vengono definite genericamente come subolostei, vi sono alcune specie molto comuni nel giacimento degli scisti ittiolitici riferibili a due generi caratteristici e sempre ben riconoscibili, il *Colobodus* ed il *Saurichthys*.

Il *Saurichthys* era un predatore che poteva raggiungere gli 80 cm di lunghezza, aveva corpo nudo e muso molto allungato fornito di numerosi piccoli denti. Nei giacimenti di Besano e di Monte San Giorgio i *Saurichthys* sono molto abbondanti, si trovano sia come esemplari completi, sia spesso come frammenti e a volte di essi si conserva solo la testa allungata.

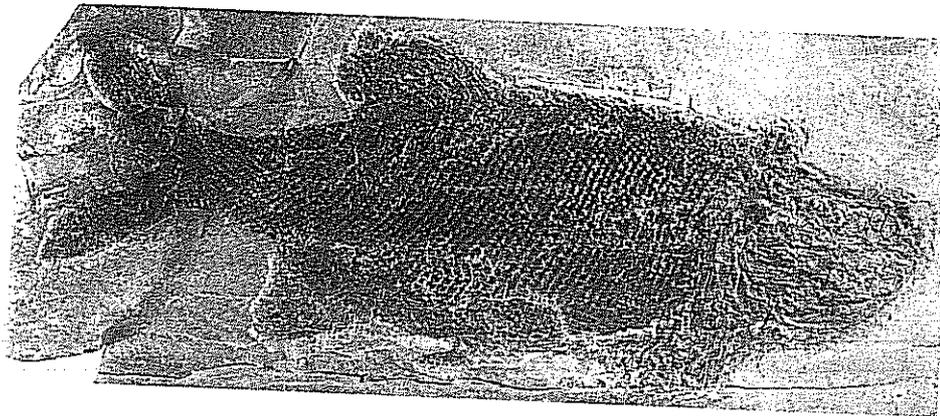
In un esemplare conservato all'Università di Zurigo sono stati osservati alcuni piccoli disposti all'interno del corpo, uno dietro l'altro, e ci si chiede perciò se anche questi pesci, come i mixosauri e gli ittiosauri, non generassero la prole viva invece di deporre le uova.



Esemplare di *Saurichthys* sp. con il profilo del corpo ancora conservato, rinvenuto nello scavo del Sasso Caldo.



Il *Colobodus* giunge robusto babilonico crostaceo Natura questi cita pe corso Fra i p del tut te, la E Stensi vi) cui pubbli del pe *Birgeri* notevol per i p tavanc Nel gi: lare gr sola sp



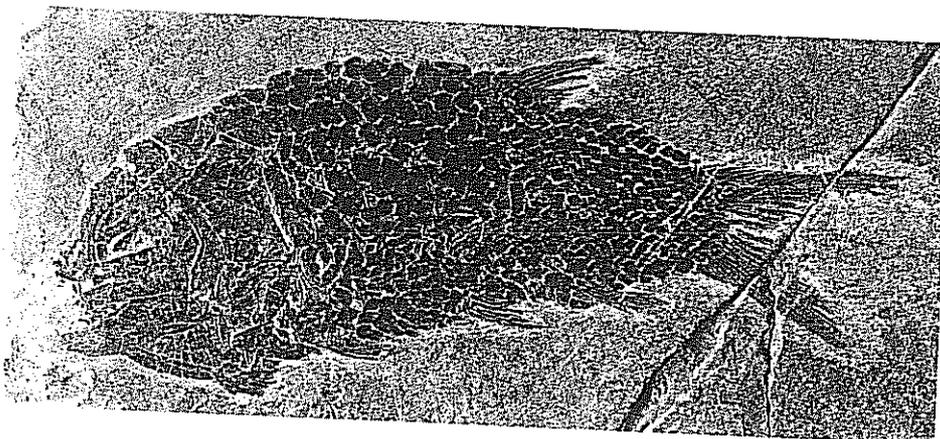
Un grande esemplare completo di *Colobodus bassanii* lungo circa 60 cm, rinvenuto nello scavo del Rio Ponticelli.

Il *Colobodus* aveva forma molto diversa, era tozzo ed accorciato, raggiungeva notevoli dimensioni ed il corpo era coperto da grosse scaglie robuste. Non era un predatore ma i suoi denti appiattiti indicano che probabilmente doveva nutrirsi di animali corazzati come potevano essere i crostacei o i molluschi.

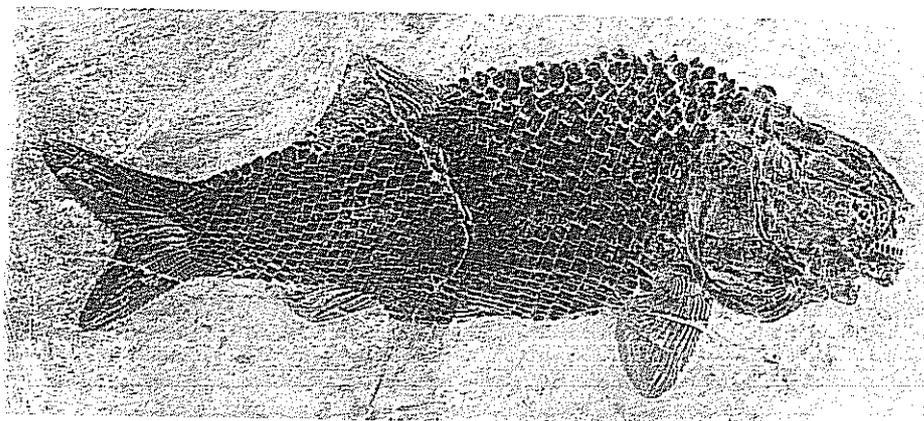
Naturalmente la fauna a pesci ossei rinvenuta a Besano non si limita a questi due generi ma è molto varia ed abbondante. Brough nel suo lavoro cita per esempio 21 specie e dai primi risultati delle ricerche ancora in corso la lista non è affatto completa.

Fra i pesci ossei è da citare ancora un esemplare che assume un aspetto del tutto particolare per le notevoli dimensioni; si tratta di un vero gigante, la *Birgeria stensiöi* (il nome indica che la specie è stata dedicata al prof. Stensiö, un famoso paleontologo svedese studioso di vertebrati primitivi) cui i paleontologi elvetici hanno dedicato una monografia. Questa fu pubblicata nel 1970 da W. Schwarz che effettuò un'accurata ricostruzione del pesce lungo un metro e venti. Dalla ricostruzione è risultato che la *Birgeria* era un ottimo nuotatore, un predatore di mare aperto che per le notevoli dimensioni doveva certo rappresentare un pericolo, non solo per i pesci più piccoli di lui, ma anche per numerosi piccoli rettili che abitavano le acque di Besano.

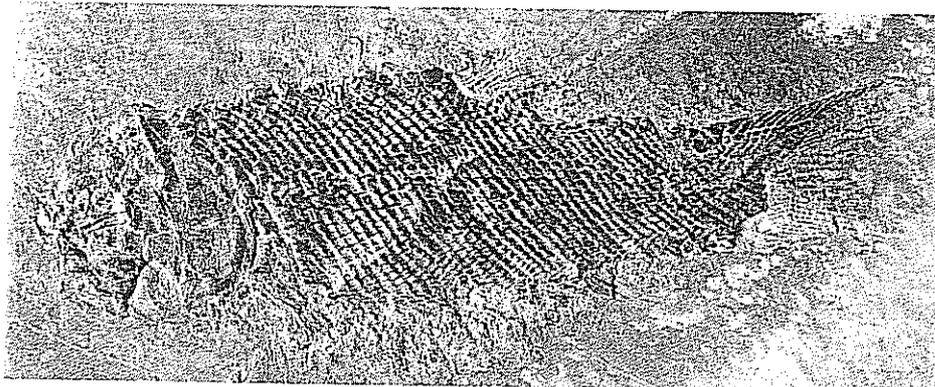
Nel giacimento si rinvengono anche pesci che appartengono a un particolare gruppo di osteitti: quello dei celacanti, dei quali sopravvive oggi una sola specie, il celebre fossile vivente *Latimeria chalumnae*, che vive nelle



Esemplare di *Eoegnatus megalepis*, dallo scavo del Sasso Caldo.



Esemplare di *Heterolepidotus pectoralis*, dallo scavo del Sasso Caldo.



Esemplare di *Ophiopsis* sp., dallo scavo del Sasso Caldo.

profonde acque del Canale di Mozambico. I celacanti di Besano Monte San Giorgio, di cui sono noti pochissimi esemplari attribuiti ai generi *Holophagus* e *Ticinepomis*, sono pesci predatori di piccole dimensioni, che, come *Birgeria*, vivevano probabilmente in mare aperto e solo occasionalmente entravano nella laguna di Besano.

E veniamo ai pesci cartilaginei, a quei parenti dei pescecani moderni che non possedendo uno scheletro ossificato non si conservavano di solito allo stato fossile in modo completo ma per lo più sotto forma di frammenti. Questi predoni del mare erano presenti anche nelle acque di Besano com'è dimostrato da alcuni rinvenimenti effettuati negli scisti ittiolitici. Su alcune lastre bituminose furono infatti rinvenuti a più riprese, sia dai paleontologi italiani, sia dagli studiosi svizzeri, alcuni denti del tutto particolari e certe grosse spine appartenute a grossi pesci cartilaginei del gruppo degli ctenacantidi, squali di notevoli dimensioni caratterizzati da una dentatura «a placche» e dalle pinne sostenute da spine; di alcuni di questi squali sono state trovate anche delle robuste spine cefaliche. Gli ctenacantidi di Besano appartengono alle due famiglie degli ctenacantoidi, i cui resti non sono ben conosciuti nel giacimento, e degli ibodontoidi. Quest'ultima famiglia è rappresentata dai generi *Acrodus*, *Asteracanthus*, *Hybodus* e *Paleobates*, la cui dentatura, composta da denti a forma di placche piatte o più o meno appuntite a seconda delle specie, formava un'ampia superficie di masticazione adatta a tritare animali protetti da gusci duri e resistenti quali ad esempio i molluschi e i crostacei. I resti di questi squali si trovano solitamente sparsi all'interno del

sedimentate che più recente fu l'attacco parsi Scylli Gli c dei p deriv

Gli Se i r per g to di sili, a ta de indic perm nosi. Per q sono molti fluen ro di inver esem tare n forma

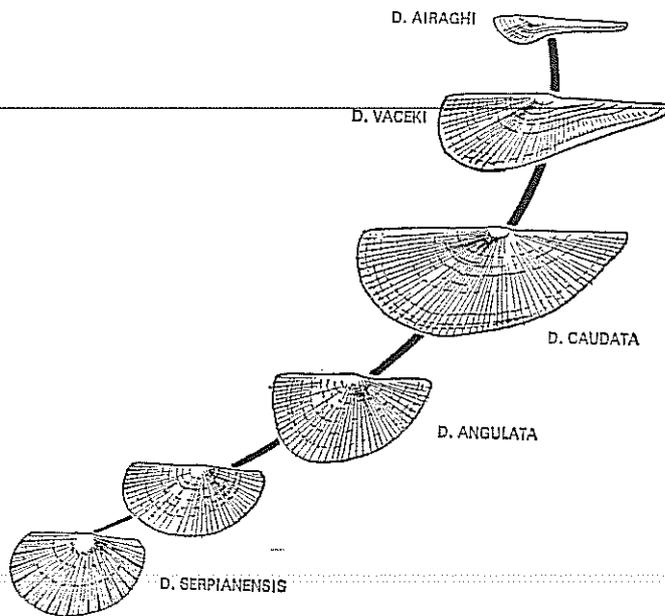


Per determinare quali condizioni fossero presenti in un certo periodo ed in una certa località i paleontologi hanno quindi a disposizione tutta una serie di organismi dai quali possono trarre deduzioni attraverso un confronto fra i fossili ed analoghi animali viventi.

Un accumulo di fossili non può essere tuttavia utilizzato dai paleontologi così come si trova perché gli elementi che in esso si rinvencono non sempre provengono dallo stesso tipo di ambiente. È chiaro infatti che un accumulo di organismi fossili non corrisponde a quella che gli ecologi chiamano biocenosi, e cioè all'insieme di organismi viventi tutti nello stesso ambiente; l'accumulo fossile è invece una tanatocenosi e cioè un insieme ove sono presenti, oltre agli elementi autoctoni (i resti di animali e di piante che vivevano nel luogo ove sono stati fossilizzati) anche molti elementi alloctoni, trasportati dopo la morte in un ambiente diverso.

È per esempio il caso di Besano in cui l'accumulo di rettili e di pesci sul fondo è dovuto ad un trasporto verticale, e questi fossili non rappresentano perciò una fauna vivente presso i fondali. Nel caso di Besano gli invertebrati hanno fornito nel complesso poche indicazioni ecologiche e più che la presenza di certi tipi, è l'assenza di tutta una serie di forme che permette interessanti deduzioni. Si è detto che il fondo del mare di Besano non era abitabile: questo è puntualmente confermato dall'assenza di organismi bentonici, quelli che vivono sui fondali, dall'assenza di animali endobionti, quelli che vivono cioè infossati nei sedimenti, e dalla presenza invece di animali neotonici che vivevano negli strati più superficiali d'acqua come le ammoniti o altri cefalopodi.

La fauna ad invertebrati degli scisti ittiolitici di Besano è dunque piuttosto monotona: accanto alle ammoniti che hanno una parte preponderante, sono presenti molti lamellibranchi che appaiono nella serie a vari livelli. I lamellibranchi sono molluschi che di solito vivono sui fondali e la presenza a Besano di livelli che li contengono potrebbe perciò essere in contrasto con quanto detto fino ad ora sulle condizioni proibitive del bacino; in realtà non è così. La fauna a lamellibranchi contenuta negli scisti ittiolitici è costituita essenzialmente da un solo tipo di mollusco, il genere *Daonella*.



L'evoluzione di un gruppo di *Daonella* ricostruita grazie ai ritrovamenti effettuati negli scisti ittiolitici (ridisegnato da H. Rieber, 1968) (da Pinna, 1978).