Zeitschrift: Bollettino della Società ticinese di scienze naturali
Herausgeber: Società ticinese di scienze naturali
Band: 94 (2006)

Artikel: Crinoidi (echinodermata) dal Lias di Arzo (cantone Ticino)
Autor: Hess, Hans / Stockar, Rudolf
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-1003119

Nutzungsbedingungen
Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use
The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 02.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Crinoidi (Echinodermata) dal Lias di Arzo (Cantone Ticino)

Hans Hess[1]
Rudolf Stockar[2] (traduzione italiana)

[1] **Naturhistorisches Museum, Augustinergasse, CH - 4001 Basel**
[2] **Museo cantonale di storia naturale, Viale Cattaneo 4, CH - 6900 Lugano**

Riassunto: I calcari marnosi e le marne delle cave di Arzo (Svizzera meridionale, Canton Ticino), risalenti al Giurassico inferiore (Pliensbachiano superiore, Domeriano, età assoluta circa 185 milioni di anni fa), hanno rivelato un'eccezionale fauna a crinoidi, composta da oltre 30 specie. I fossili, approssimativamente 30'000 e in prevalenza di piccole dimensioni, estratti da un volume di sedimento pari a circa 10 litri, comprendono ossicoli disarticolati delle piastre di fissaggio, dello stelo, dei calici e delle braccia e, tuttavia solo raramente, calici completi. L'articolo presenta brevemente una selezione delle specie; la loro descrizione di dettaglio è oggetto di una monografia dedicata (HESS 2006). Al di fuori dei crinoidi, gli altri echinodermi sono molto rari; si tratta di ossicoli di asteroidi, di ofiuroidi, affiancati da frammenti di aculei di echinoidi. I restanti fossili, non appartenenti agli echinodermi, sono ancor più rari. La fauna fossile di Arzo è ecologicamente ristretta a un rilievo sommerso di estensione locale, denominato Soglia dell'Arbostora o di Lugano. In un quadro di intensa fratturazione sinsedimentaria (rifting), la struttura si era delineata al margine occidentale del Bacino del Generoso, in rapido sprofondamento. I crinoidi vivevano in condizioni di sedimentazione ridotta, su fondali induriti (hardgrounds) della zona subfotica, ad una profondità di oltre 100 m. Dopo la morte, gli ossicoli si accumulavano in depressioni del fondale, prossime all'originario luogo di vita. Non essendo mai state riportate da altre località, alcune forme appaiono essere peculiari di Arzo, indicando la presenza di specie endemiche.

Crinoids (Echinodermata) from the Lias of Arzo

Abstract: Lower Jurassic (Upper Pliensbachian, Domerian, around 185 million years ago) lime mudstones and marlstones of the Arzo Quarries (southern Switzerland, Ticino) have furnished a unique crinoid fauna with more than 30 species. The nearly 30,000 mostly small fossils, sampled from a volume of about 10 litres of sediment, include disarticulated holdfasts and ossicles of stem, cup and arms, but a few complete cups have also been found. The fossils are described in a detailed monograph by HESS (2006). The present paper includes brief descriptions of a selected number of species. Non-crinoid echinoderms are very rare; they are represented by ossicles of asteroids, ophiuroids and fragmentary echinoid spines. Non-echinoderms are even rarer. The fauna of Arzo is spatially restricted to a local submarine high (Lugano or Arbostora High) in an area of synsedimentary rifting at the western edge of the rapidly subsiding Generoso Basin. The crinoids lived under conditions of reduced sedimentation on hardgrounds in the subphotic zone at a water depth of more than 100 m. After death, the ossicles accumulated in depressions of the sea floor not far from their site of living. A number of forms are unique to Arzo and have not been reported from elsewhere, indicating the presence of endemic species.

Key words: Crinoid fauna, Lower Jurassic, Lias, Arzo, Ticino

INTRODUZIONE

Inquadramento geologico

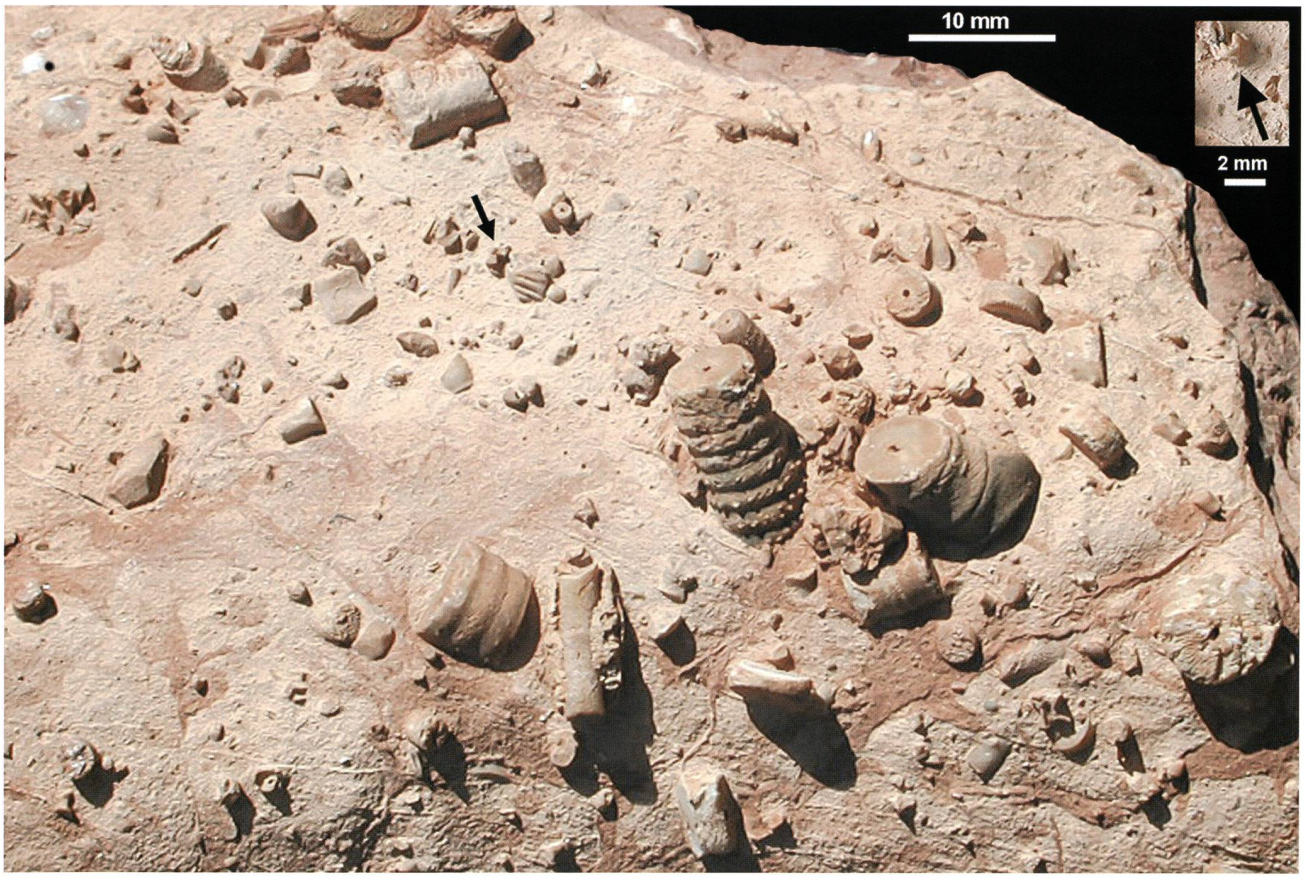
Il Monte San Giorgio gode di fama mondiale tra i paleontologi, grazie ai ritrovamenti fossili di rettili marini e pesci del Trias medio. La straordinaria conservazione dei fossili, conseguente al deposito dei sedimenti in un bacino tranquillo e scarsamente ossigenato (ETTER 2002), è valsa l'iscrizione dell'area nell'Elenco del patrimonio mondiale UNESCO (2003). Al piede meridionale del monte, nelle cave di Arzo, affiorano depositi di altro tipo, che sinora hanno esercitato un forte richiamo soprattutto sui geologi. Risalgono in massima parte al Giurassico inferiore. L'intensa attività tettonica che ha interessato le Alpi Meridionali nel Lias medio e inferiore portò, in corrispondenza della Faglia di Lugano, orientata N–S, a una marcata fratturazione a blocchi. Nell'area di Arzo, il deposito dei calcari di modesto spessore del Trias terminale (Serie di Tremona, Retico) e del Lias inferiore (Broccatello nella terminologia dei cavisti) portò alla netta definizione di un rilievo sottomarino, già abbozzato nel Trias e anch'esso allungato in direzione N–S (Soglia dell'Arbostora).

Il Broccatello racchiude concentrazioni di fossili quali ammoniti, brachiopodi, spugne calcaree e parti di crinoidi che, tuttavia, difficilmente possono essere estratti dalla dura roccia che li contiene. La fauna a crinoidi del Broc-

Fig. 1 – Fessura nel calcare Broccatello (Sinemuriano, a sinistra e a destra nella foto) riempita da tipiche marne del Domeriano (al centro della foto). Cave di Arzo. Foto Hess (1996).

Fig. 4 (a lato) – Superficie di una marna con concentrazione di crinoidi disarticolati. Gli ossicoli larghi, a sinistra e a destra del centro della foto, sono riferibili a *Cotylederma inaequalis* Hess. Domeriano, Cave di Arzo. Foto Hess.

Fig. 5 (sotto) – Superficie di un blocco alterato di calcare marnoso del Pliensbachiano superiore mostrante la variabilità dimensionale degli ossicoli. In evidenza (freccia) il calice di *Nerocrinus petri* Manni & Nicosia. I grossi frammenti di stelo appartengono a *Millericrinus*? *adneticus* (Quenstedt). Si notino le tracce fossili. Domeriano, Cave di Arzo. Da Hess (2006).



catello è inoltre relativamente povera di specie e limitata a due o tre forme. Al di sopra del Broccatello seguono calcari massici dal colore rosso intenso, con ammoniti (Calcare di Besazio), e/o marne e calcari marnosi della parte superiore del Lias medio (Domeriano, Pliensbachiano superiore) con una fauna a crinoidi straordinariamente ricca (fig. 1). I sedimenti rossi del Lias costituiscono pure la matrice delle brecce grossolane con elementi di Dolomia Principale, battezzate dai cavisti col nome di Macchia Vecchia. Le brecce, in parte polifasiche, insieme a strati indisturbati di marne rosse, riempirono le fratture apertesi nella Dolomia Principale e nel Broccatello a seguito dell'attività tettonica. Contemporaneamente, a Est della Linea di Lugano, avvenne il rapido approfondimento del Bacino del Generoso. Durante il Retico inferiore vi si depositò una serie di 1000 m di spessore composta da argilliti, marne e calcari a coralli seguita, nel Retico superiore, da circa 100 m di calcari e dolomie (Dolomia a Conchodon). Lo sprofondamento del Bacino del Generoso si intensificò nel Lias inferiore, consentendo il deposito di uno spessore di calcari stimato in 4000 m e attribuito nell'insieme alla Formazione di Moltrasio. Al suo interno, la formazione si caratterizza per la presenza di accumuli caotici di brecce e conglomerati, a cui si accompagnano numerose strutture di scivolamento (fig. 2). I calcari della Formazione di Moltrasio sono anche le rocce più antiche affioranti nella serie delle Gole della Breggia (STOCKAR 2003). Nel Domeriano, l'attività tettonica diminuì, consentendo una sedimentazione in condizioni relativamente tranquille all'interno di un bacino in ulteriore approfondimento. Le marne rosse del Domeriano, ricche in resti di crinoidi, dovettero pertanto verosimilmente essersi depositate ad una profondità di diverse centinaia di metri sulla sommità di rilievi sottomarini; si sarebbe pertanto trattato di condizioni simili a quelle osservabili negli oceani attuali in corrispondenza dei «seamounts». Felix Wiedenmayer (1963) e Daniel Bernoulli (1964) hanno ricostruito in modo dettagliato la complessa evoluzione geologica rispettivamente dell'area delle cave di Arzo e di quella del Monte Generoso. In seguito ai lavori fondamentali dei due geologi basilesi, le cave di Arzo sono divenute una popolare meta di escursioni geologiche e un classico sito di illustrazione della tettonica sinsedimentaria (BERNOULLI & WIEDENMAYER 1967; BERNOULLI 1980). Anche i dilettanti vi possono eseguire interessanti osservazioni, ad esempio quelle relative alle «livelle fossili» nel Broccatello; si tratta di gusci di brachiopodi, il cui riempimento parziale ad opera del sedimento mostra l'orientazione originaria negli strati, in seguito sollevati e fortemente inclinati.

I crinoidi

I crinoidi rappresentano una classe appartenente agli echinodermi; come tali, sono pertanto affini ai ricci di mare (Echinoidea), alle stelle marine (Asteroidea), alle stelle serpentine (Ophiuroidea) e ai cetrioli di mare (Holothuroidea).

Possono essere grossolanamente divisi in crinoidi dotati di uno stelo o peduncolo (gigli di mare) e crinoidi privi di peduncolo, liberi di spostarsi (Comatulidi o stelle di mare piumate) (HESS *et al.* 1999). La grande maggioranza dei crinoidi fossili è rappresentata da forme dotate di stelo, al contrario delle forme attuali, appartenenti in prevalenza ai Comatulidi (rappresentati ad Arzo da due sole specie). L'odierna distribuzione dei crinoidi peduncolati è inoltre confinata alle acque più profonde. Tutti i crinoidi, esclusivamente marini, possiedono uno scheletro di calcite, composto da singoli elementi (ossicoli), diversamente articolati tra loro. Tale struttura, che in vita risulta porosa e leggera, diviene al contrario massiccia in seguito ai processi legati alla fossilizzazione. Lo scheletro consiste in una corona e in uno stelo, composto da elementi discoidali. Lo stelo sostiene la corona in posizione sollevata dal fondale marino ed è fissato al substrato da una piastra di anco-

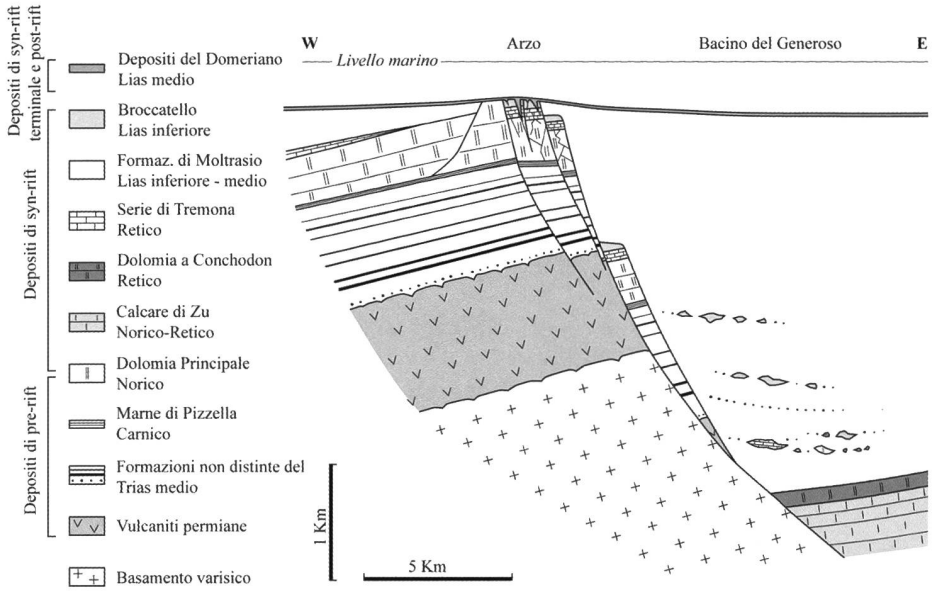


Fig. 2 – Profilo schematico attraverso il settore della Soglia dell'Arbostora e del Bacino del Generoso, verso il termine del Giurassico inferiore. Da HESS (2006).

raggio oppure per mezzo di cirri radicolari. La zona inferiore della corona comprende il calice con le parti molli (bocca, intestino e ano). Nei crinoidi rinvenuti ad Arzo, il calice può consistere o solo di un ciclo di 5 placche radiali, ovvero gli ossicoli superiori del calice, oppure della medesima struttura cui tuttavia si aggiungono, verso lo stelo, anche placche basali in numero da 3 a 5. (tav. 1, fig. 1,3). Le placche radiali portano le braccia, dotate, sul lato interno (lato adorale) di un solco di alimentazione (solco ambulacrale), che prosegue poi nelle pinnule articolate (tav. 1, fig. 5; tav. 2, fig. 3). Di regola, sopra le placche radiali si trovano due cosiddette primibrachiali (fig. 3, individuo all'estrema destra). La seconda primibrachiale è ascellare e porta le braccia propriamente dette, che si possono in seguito ramificare. L'alimento, in genere consistente in plancton di diverse dimensioni, viene catturato attraverso tentacoli appiccicosi e, in seguito, trasportato alla bocca per mezzo di essi e delle ciglia. Bocca e solchi alimentari possono essere protetti attraverso la chiusura delle braccia su sé stesse (fig. 3, secondo individuo da destra).

Gli ossicoli dello scheletro sono reciprocamente collegati, in modo più o meno rigido, da tessuto connettivo (legamenti) o da muscoli. Se lo scheletro non viene rapidamente inglobato dal sedimento, si decompone nei singoli elementi nel giro di poche settimane, a volte di pochi giorni. Al contrario di quanto osservabile nei classici giacimenti paleontologici del Giurassico inferiore, quali gli Scisti a Posidonie della Germania meridionale con i loro gigli di mare perfettamente conservati (Hess *et al.* 1999), nel Lias di Arzo le premesse per una conservazione in connessione anatomica sono sfavorevoli, a causa del ridotto tasso di sedimentazione. A seconda del tipo di reciproca connessione, i vari elementi sono tuttavia in grado di offrire una diversa resistenza allo smembramento. La maggior parte degli elementi brachiali è tenuta insieme da una combinazione di legamenti e di muscoli. Le connessioni muscolari si decompongono in modo particolarmente rapido, portando al disfacimento totale della struttura; di conseguenza, ad Arzo, non vi sono frammenti di braccia conservati. Le premesse per la conservazione del calice, le cui parti sono strettamente collegate da legamenti, appaiono invece maggiormente favorevoli. Un certo numero di piccoli calici è così riuscito a conservarsi. Anche gli ossicoli dello stelo sono connessi esclusivamente da legamenti, permettendo, pure in questo caso, la conservazione di un certo numero di segmenti di diversa lunghezza.

Tra i crinoidi di Arzo sono rappresentati i grandi ordini Isocrinida, Comatulida, Cyrtocrinida e Millericrinida, coprendo così un ampio spettro di morfologie. Risultano essere assenti solo i Roveacrinida, dallo stile di vita pelagico e conosciuti unicamente allo stato fossile. Poiché la maggior parte dei resti di crinoidi di Arzo consiste di ossicoli isolati, risulta difficoltosa la ricostruzione dell'aspetto in vita dell'intero animale.
Al fine di visualizzare le condizioni ecologiche (fig. 3) si sono pertanto scelti rappresentanti attuali, che mostrano un'analogia più o meno stretta con le forme di Arzo. Il rappresentante degli Isocrinidi è l'unica specie con un lungo stelo, dotato di cirri, con l'aiuto dei quali l'animale si fissava al fondo; la corona, adibita alla cattura del cibo, si struttura quale superficie di filtrazione a parabola. *Balanocrinus ticinensis* doveva avere avuto un aspetto molto simile. *Cyathidium foresti* dell'ordine dei Cyrtocrinidi è privo di stelo; il suo calice cresce sul substrato ricordando l'aspetto di un balano (il crostaceo comunemente detto dente di cane). Le braccia, consistenti di poche placche, sono chiuse a protezione delle parti molli. Questa forma può visualizzare *Cotylederma inaequalis*, molto frequente ad Arzo. *Neogymnocrinus richeri* è invece una specie dotata di stelo corto, tuttavia con lunghe braccia, arrotolate nell'esem-

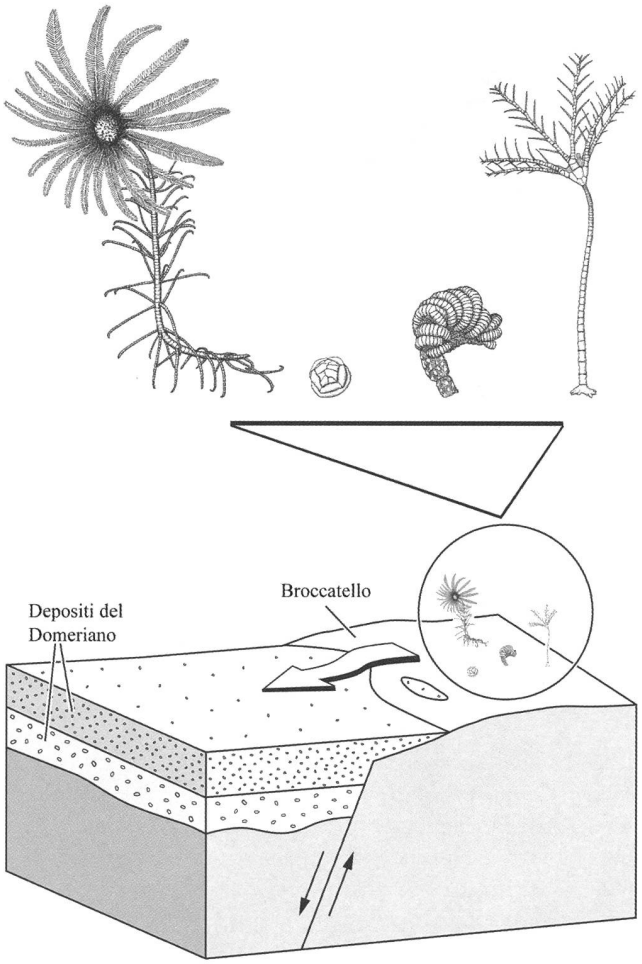


Fig. 3 – Diagramma schematico in rapporto circa 1:10 mostrante l'ambiente deposizionale ad Arzo durante il tardo Pliensbachiano (Domeriano), con crinoidi in crescita sul Broccatello (Sinemuriano). Si tratta (da sinistra a destra) di un isocrinide (gruppo ancora esistente, con corona in posizione di alimentazione, corrente da dietro) rappresentante *Balanocrinus ticinensis*, *Cyathidium foresti* (attuale, con corona chiusa) rappresentante *Cotylederma inaequalis*, *Neogymnocrinus richeri* (attuale, con braccia arrotolate) rappresentante *Bilecicrinus arenosus* o altri Cyrtocrinidi muniti di stelo (si noti che *N. richeri* ha solo due elementi nello stelo ed è più grande della specie fossile), un ipotetico crinoide (con placche basali, alte placche radiali, braccia non ramificate e piastra di fissazione incrostrante) rappresentante diverse specie di Millericrinidi. Da Hess (2006).

plare ritratto in fig. 3. La forma fossile *Bilecicrinus arenosus*, frequente ad Arzo, poteva assomigliarvi nell'aspetto, anche se era essenzialmente più piccola e aveva uno stelo composto da più di due elementi. Entrambe queste forme appartengono ai Cyrtocrinidi. L'immagine mostra infine un'ipotetica forma con placche basali e radiali molto alte, braccia non ramificate e stelo di media lunghezza, privo di cirri e provvisto di una piastra di ancoraggio al substrato. È scelta a rappresentare i Millericrinidi, presenti ad Arzo con diverse specie, in parte di considerevoli dimensioni, tuttavia impossibili da ricostruire nel dettaglio. Di tali forme, gli elementi dello stelo sono rappresentati in tav. 2, figg. 11–19 mentre quelli delle braccia in tav. 1 figg. 13–15 e tav. 2 figg. 1–3.

MATERIALI E METODI

Nelle marne rosse e nei calcari marnosi del Domeriano delle cave di Arzo è localmente riconoscibile l'originaria stratificazione, nonostante una giacitura oggi quasi verticalizzata. Gli strati contengono talora massicce concentrazioni di fossili, in cui predominano di gran lunga i resti di crinoidi (fig. 4). I banchi affioranti sono composti in prevalenza da calcari o calcari marnosi; marne più tenere o alterate, tali da consentire l'estrazione dei fossili, rappresentano l'eccezione.
Negli anni 1996 e 2004, da uno di questi livelli marnosi, è stato prelevato un volume di materiale grezzo pari a circa 10 litri, dal quale sono stati poi estratti circa 30'000 resti di crinoidi. La grandezza dei frammenti oscilla tra 1 e 15 mm (fig. 5). La loro analisi di dettaglio ha mostrato una diversità sorprendentemente elevata di specie e di forme. Lo studio di questa fauna eccezionale si è esteso sull'arco di diversi anni, portando ad una voluminosa pubblicazione, in cui vengono descritte oltre 30 specie; tra queste, almeno 18 sono nuove e 9 appartengono a generi nuovi (HESS 2006).

I resti fossili abbracciano tutti gli elementi costituenti lo scheletro: piastre di ancoraggio (tav. 2, fig. 20), articoli e segmenti dello stelo (tav. 1, figg. 11, 12, 16, 17; tav. 2, figg. 6–8, 11–19), cirri (tav. 2, fig. 9), calici (tav. 1, figg. 1, 3, 9), placche centrodorsali, talora con ciclo basale (tav. 2, fig. 10), parti del calice quali placche radiali (tav. 1, figg. 2, 4; tav. 2, fig. 4), primibrachiali (tav. 1, figg. 5–7), brachiali (tav. 1, figg. 8, 10, 13, 14; tav. 2, figg. 1–3, 5) e pinnule (tav. 1, fig. 15). Le specie descritte nel seguito sono state selezionate tra quelle particolarmente frequenti o caratteristiche. Oltre alle «specie ticinesi», vi si ritrovano forme uniche tra i crinoidi ma anche elementi, la cui designazione tentativa allude alle difficoltà esistenti nella classificazione di alcune parti anatomiche.
Per una descrizione dettagliata della fauna complessiva si rimanda alla pubblicazione già citata (HESS 2006). Il materiale originale è conservato al Museo di storia naturale di Basilea, quale prestito permanente da parte del Museo cantonale di storia naturale di Lugano, ove tuttavia si trova una collezione rappresentativa dei reperti fossili.

RISULTATI

Descrizione delle specie di crinoidi più diffuse o caratteristiche

Ticinocrinus coronatus Hess, 2006 (tav. 1, figg. 1, 2)
Specie rappresentata da tre calici, oltre che da placche radiali. Il calice è quinquelobato e composto da un anello di 5 basse placche basali, sovrastato da placche radiali alte, arcuate, con una carena debolmente marcata. Nella parte superiore, esse presentano un profondo intaglio e hanno faccette articolari per le braccia molto ridotte, cosa che fa supporre che queste ultime fossero di tipo rudimentale. La cavità radiale (ventrale) è profonda, come mostrano la vista dall'alto (tav. 1, fig. 1b) e la vista interna di una placca radiale isolata (tav. 1, fig. 2a). L'attaccatura allo stelo è rappresentata da un'ampia superficie (tav. 1, fig. 1c). I corrispondenti ossicoli dello stelo non sono però stati identificati nel materiale raccolto. Questa forma viene attribuita alla famiglia Phyllocrinidae Jaekel (Ordine Cyrtocrinida). Trattandosi di un rappresentante primitivo, questa specie possedeva delle placche basali ancora ben distinguibili; al contrario, in forme successive, esse appariranno fuse con le placche radiali.

Nerocrinus petri Manni & Nicosia, 1999 (tav. 1, fig. 3)
Di questa specie, originariamente descritta da strati coevi dell'Appennino centrale, sono stati estratti ad Arzo 17 calici. In vista laterale, essi appaiono bassi, con forma da conica a svasata. Il numero di placche basali è limitato a tre, l'attaccatura allo stelo è molto piccola e incavata. Come nel caso di *Ticinocrinus*, le faccette articolari delle braccia si trovano in un profondo intaglio delle placche radiali, allungate verso l'altro. Anche questa forma è ritenuta appartenente ai Phyllocrinidae. Nonostante le placche basali siano ancora strutturate in modo chiaramente definito, il loro numero appare tuttavia già ridotto. Non è stato possibile identificare i corrispondenti elementi dello stelo e delle braccia.

Cotylederma inaequalis Hess, 2006 (tav. 1, figg. 4–7)
Il genere *Cotylederma* è ampiamente diffuso nel Lias di Germania, Francia, Inghilterra, Italia e Turchia. La specie presente ad Arzo si distingue da tutte le altre per gli ossicoli insolitamente asimmetrici. Le placche radiali sono ancora relativamente simmetriche (tav. 1, fig. 4), quelle primibrachiali (tav. 1, figg. 5, 6) appaiono spesso molto asimmetriche, analogamente a quanto osservabile per gli elementi ascellari (tav. 1, fig. 7). Le braccia, inserite sugli elementi ascellari, erano verosimilmente molto corte, in quanto i relativi ossicoli sono poco frequenti. In conseguenza dello spessore limitato degli elementi che la delimitavano, la cavità radiale doveva essere ampia. Le placche radiali costituivano un ciclo di cinque elementi, adagiato su un elemento basale, a sua volta fissato al substrato e presente in quantità nel materiale di Arzo. Con oltre 3600 parti del calice e delle braccia, si tratta di una delle specie più diffuse ad Arzo.

Quenstedticrinus? marginatus (d'Orbigny, 1840) (tav. 2, fig. 19).
Questa forma è rappresentata da circa 700 articoli o fram-

menti dello stelo, a cui si aggiungono una cinquantina di elementi di fissaggio. Molti articoli dello stelo sono allungati come quello raffigurato, tuttavia non ne mancano di più bassi e massicci. Le superfici articolari portano un numero limitato di crenule robuste, che non raggiungono il margine esterno. In origine, la specie venne considerata appartenente al genere *Millericrinus*. Successivamente KLIKUSHIN (1987) la ascrisse al genere *Quenstedticrinus*, da lui eretto per una specie proveniente dalla Crimea e dal Caucaso. *Quenstedticrinus* è documentato attraverso ritrovamenti del calice e viene attribuito ai Cyrtocrinidi. Come è il caso di altri ritrovamenti di Arzo, limitati a parti dello stelo, anche quelli in questione permettono una caratterizzazione a livello specifico, affiancata tuttavia da una attribuzione solo provvisoria a un genere definito.

Fusicrinus simmsi Hess, 2006 (tav. 1, fig. 8)
Oltre 300 ossicoli hanno una forma curiosa, sinora unica tra quelle osservate nei crinoidi. Si tratta di placche brachiali in prevalenza alte e a forma di fuso, con superfici articolari molto piccole e solchi di alimentazione con margini costolati o ondulati. Circa un terzo degli elementi è ascellare, osservazione questa che porta a concludere che le braccia fossero ramificate. La metà circa delle placche brachiali ha una superficie articolare soltanto mentre l'altra estremità è appuntita (tav. 1, fig. 8). A prima vista, tali placche brachiali fanno venire alla mente un tipo di pasta, le «conchiglie rigate». La differente altezza di molti ossicoli indica uno sviluppo irregolare delle braccia, che devono avere avuto l'aspetto di piccole prese elettriche. Alle placche brachiali non può essere attribuito alcuno degli elementi del calice presente nel materiale studiato. Quella con i calici di *Ticinocrinus coronatus,* che a prima vista potrebbe sembrare una combinazione palese, si scontra in realtà con le superfici articolari, differenti e, soprattutto, di diverse dimensioni. Questa forma doveva appartenere ai Cyrtocrinidi.

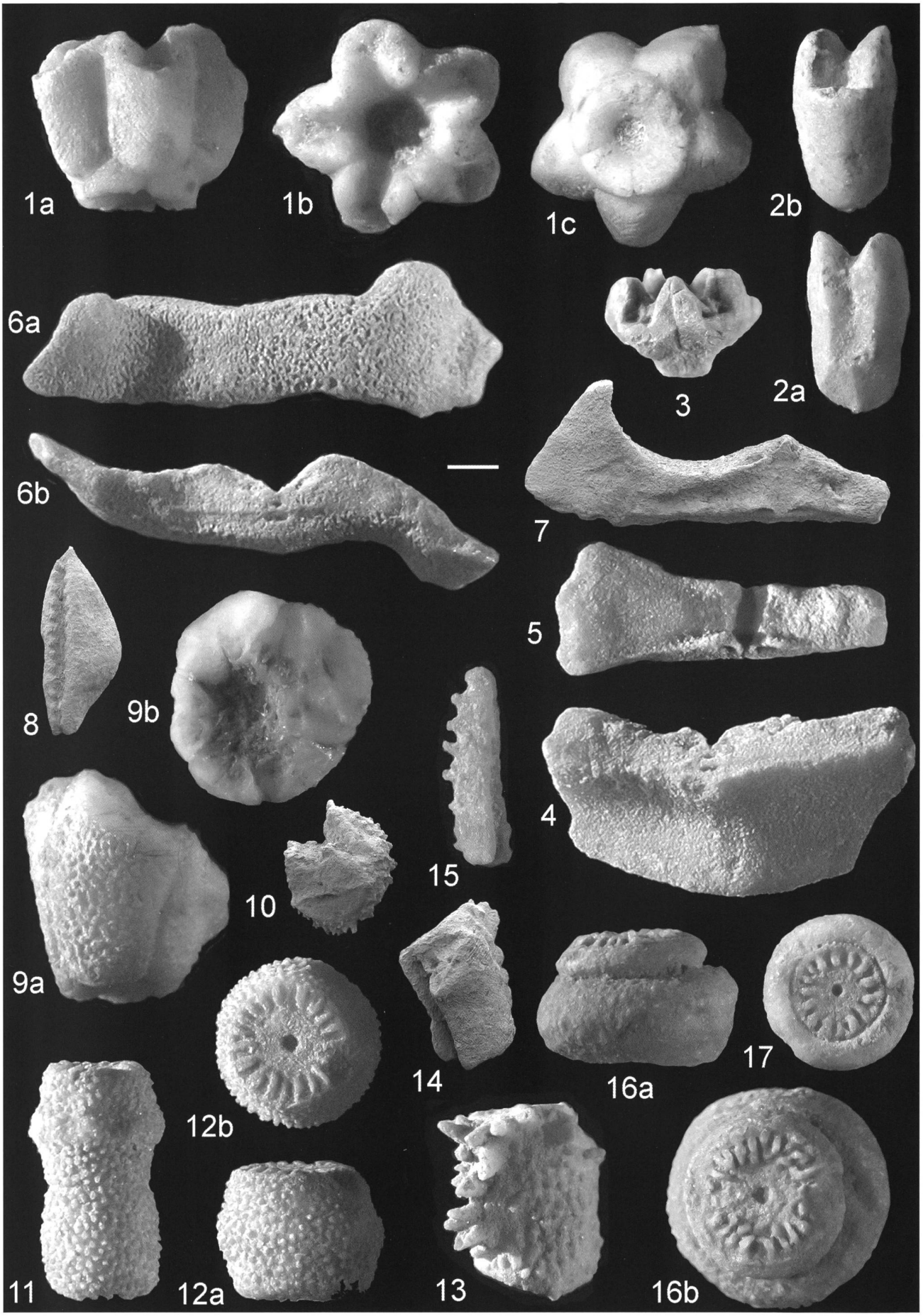
Bilecicrinus arenosus Hess, 2006 (tav. 1, figg. 9–12)
Forma molto frequente, rappresentata da un calice (tav. 1, fig. 9), da circa 50 placche radiali, da oltre 1500 placche brachiali e da più di 500 articoli o frammenti dello stelo. La superficie di tutti gli elementi appare fittamente granulata. Calice e placche radiali sono compatti e di differente altezza e forma. Questo è in relazione ad una posizione inclinata delle faccette articolari relative alle braccia, alcune delle quali possono risultare, inoltre, significativamente più ampie rispetto alle restanti (tav. 1, fig. 9b). La cavità radiale è piccola e mancano le placche basali; il calice era quindi cresciuto direttamente sullo stelo. Verso le pinnule, le placche brachiali mostrano superfici articolari grandi e ad angolo retto (tav. 1, fig. 10, in alto). Gli ossicoli dello stelo sono a forma di botte o di cilindro, reciprocamente collegati attraverso superfici articolari con crenule ordinate lungo la periferia.
Il genere *Bilecicrinus* venne eretto per una forma proveniente dal Lias dell'Anatolia (*B. anatolicus* Manni & Nicosia, 1990); peculiari sono le placche radiali con due superfici articolari. Nonostante un tale elemento sia stato rinvenuto anche ad Arzo, *B. arenosus* differisce tuttavia in altri caratteri dalla forma della Turchia. La specie appartiene ai Cyrtocrinidi.

Arzocrinus lenticularis Hess, 2006 (tav. 1, figg. 16, 17)
I circa 750 ossicoli dello stelo, a forma di lenticchia, sono inconfondibili nell'insieme del materiale di Arzo. Oltre a singoli articoli (tav. 1, fig. 17), vi si trovano anche corti segmenti composti da 2–3 ossicoli ancora in connessione e dal diametro nettamente alternato (tav. 1, fig. 16). Le superfici di articolazione sono simili a quelle osservabili in *Bilecicrinus arenosus*, con tuttavia crenule che possono anche essere irregolari. A questa specie vengono pure attribuite alcune placche radiali e solo due placche primibrachiali. Il calice, eventualmente composto da quattro placche radiali, potrebbe essere anche stato quadriraggiato (tetramero). Tali forme appartengono ai Tetracrinidae, una famiglia dei Cyrtocrinidi.

Pustulocrinus iguana Hess, 2006 (tav. 1, figg. 13–15)
Forma inconfondibile, la più frequente e, forse, la più appariscente tra i crinoidi di Arzo. Il materiale comprende un calice, circa 60 placche radiali, oltre 400 placche primibrachiali, 3350 brachiali e oltre 2000 ossicoli delle pinnule. Questi ultimi sarebbero stati ancor di più se fosse stata interamente cernita la frazione fine del materiale lavato. La superficie degli ossicoli è ricoperta da grossi granuli. Le placche brachiali e molti ossicoli delle pinnule portano una cresta serpentiforme, talora molto irregolare e tale da conferire un aspetto sovente bizzarro. A dispetto del gran numero di ossicoli brachiali e pinnulari non è stato possibile collegare gli elementi della corona a parti dello stelo a esse corrispondenti. La presenza di placche basali chiaramente definite e il tipo di articolazioni delle braccia portano ad attribuire questa specie ai Millericrinidi.

Serracrinus planus Hess, 2006 (tav. 2, fig. 1)
Oltre 250 basse placche brachiali portano spine robuste (spikes) sul lato esterno. Ulteriori 25 ossicoli di pinnule, ornati di spine, appartengono verosimilmente a questa specie.
Circa il 10 % delle placche brachiali è tuttavia privo di attacco per una pinnula. La conformazione delle superfici articolari porta ad attribuire questa forma ai Millericrinidi piuttosto che ai Cyrtocrinidi.

Catinicrinus jaegeri Hess, 2006 (tav. 2, fig. 2)
Anche in questo caso si tratta di una forma molto caratteristica e frequente, rappresentata da 1800 placche brachiali, di cui 90 primibrachiali. Le placche brachiali sono rastremate a forma di sella, dotate di superficie liscia e grandi inserzioni articolari. In una delle superfici articolari di molti ossicoli è osservabile una sporgenza a forma di lobo (tav. 2, fig. 2, sopra); essa si inserisce nella cavità a forma di cucchiaio dell'elemento seguente (tav. 2, fig. 2, sotto). L'attacco della pinnula si trova sul lobo. Questo tipo di congiunzione muscolare pone problemi biomeccanici, in quanto il movimento risulta fortemente limitato. La specie viene classificata tra i Millericrinidi.


1a
1b
1c
2b
6a
3
2a
6b
7
5
8
9b
4
15
10
9a
14
16a
17
12b
11
12a
13
16b

Tav. 1 (a lato) – Ingrandimento X10 (barra di riferimento = 1 mm). Originali depositati al Museo di storia naturale di Basilea, immagini rielaborate da HESS (2006).

1, 2. *Ticinocrinus coronatus* Hess. (1) Calice, vista laterale con le placche basali basse e quelle radiali alte (a), vista dall'alto (distale) (b), e dal basso (prossimale), con il ciclo basale mostrante l'attaccatura alla parte superiore dello stelo (c). (2) Placca radiale isolata vista dall'interno (a) e dall'esterno (b).
3. *Nerocrinus petri* Manni & Nicosia. Vista laterale del calice.
4-7. *Cotylederma inaequalis* Hess. (4) Vista obliqua (dall'esterno e dall'alto) di una placca radiale con la superficie di articolazione verso la prima placca primibrachiale. (5) Prima placca primibrachiale vista dall'interno. (6) Prima placca primibrachiale, fortemente asimmetrica, vista esterna (a), superficie articolare superiore (distale, b). (7) Seconda placca primibrachiale vista dall'interno.
8. *Fusicrinus simmsi* Hess. Placca brachiale vista obliquamente (interno/esterno) con solco di alimentazione (sinistra), estremità prossimale dotata di superficie articolare (in basso) ed estremità distale appuntita (in alto).
9-12. *Bilecicrinus arenosus* Hess. (9) Calice, vista esterna (a), vista da sopra (distale), con superfici articolari fortemente ingrossate (b). (10) Placca brachiale, vista distale con l'articolazione della pinnula (sopra). (11) Segmento di stelo composto da due elementi in vista laterale. (12) Articolo dello stelo, vista laterale (a), superficie articolare (b).
13-15. *Pustulocrinus iguana* Hess. (13) Placca brachiale in vista laterale, l'attacco della pinnula è in alto a destra. (14) Placca brachiale in vista obliqua, tra laterale e distale, con grande attacco della pinnula. (15) Ossicolo della pinnula (solco di alimentazione a destra).
16, 17. *Arzocrinus lenticularis* Hess. (16) Frammento di stelo composto da due articoli, vista laterale (a), vista da sopra (b). (17) Superficie articolare di un elemento dello stelo con crenule regolari.

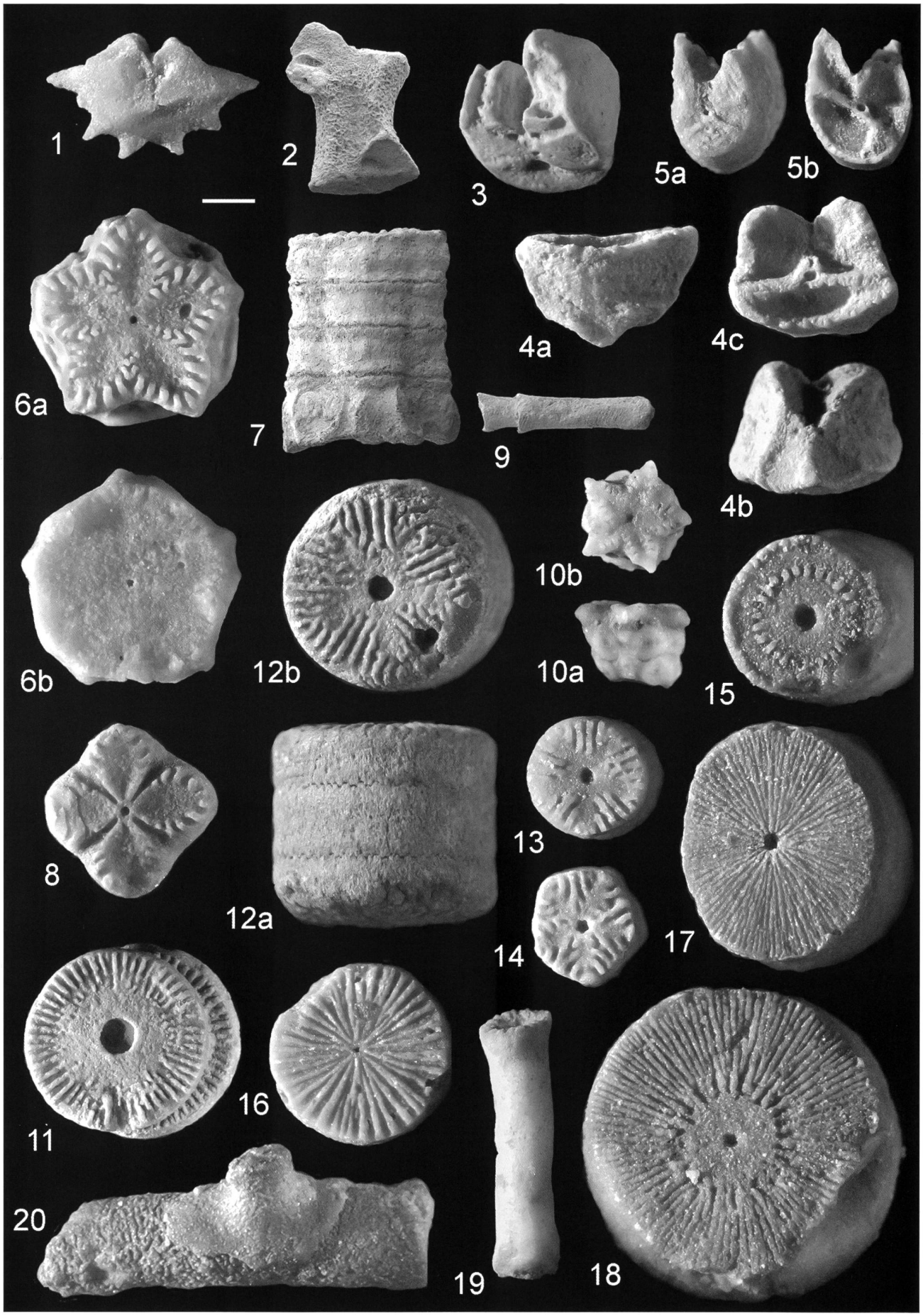
Shroshaecrinus ? sp., cf. *S. shroshaensis* Klikushin, 1987 (tav. 2, fig. 11)
Ad Arzo sono stati rinvenuti elementi del calice (alcune placche basali e radiali) e 175 tra articoli o frammenti di stelo, i quali sono attribuiti con riserva a una specie già conosciuta.
Shroshaecrinus shroshaensis venne descritta in strati coevi della regione del Caucaso, una forma simile nella Germania meridionale. Gli ossicoli dello stelo sono cilindrici; le superfici articolari mostrano un lumen centrale (ossia il foro per l'inserzione del nervo) di diametro variabile, circondato da una superficie liscia. Le crenule si estendono verso la periferia senza tuttavia raggiungerla completamente; di conseguenza, i frammenti articolati dello stelo, visti dall'esterno, non evidenziano alcun margine dentellato a separare i singoli ossicoli (come accade ad esempio per *Balanocrinus ticinensis*, tav. 2, fig. 7). *Shroshaecrinus* appartiene ai Millericrinidi.

Amaltheocrinus? sp., cf. *A. amalthei* (Quenstedt, 1852) (tav. 2, fig. 15).
Nel materiale esaminato si trova una quantità di articoli dello stelo dalla forma cilindrica, con superficie esterna liscia e superfici di articolazione dalla struttura ben diversa. L'elemento raffigurato mostra due anelli con crenule corte, separati da una superficie liscia, analoga a quella che si estende poi sino al lumen. *Amaltheocrinus amalthei* della Germania meridionale possiede placche radiali e primibrachiali grandi, tozze e convesse (JÄGER 1993). Simili elementi non sono stati rinvenuti ad Arzo, cosicchè *Amaltheocrinus* potrebbe essere qui rappresentato da un'altra specie, sempre che non si tratti persino di un altro genere. Questa circostanza è tenuta in considerazione attribuendo il nome in nomenclatura aperta. La posizione sistematica di *Amaltheocrinus* è incerta, il genere possiede infatti caratteri dei Millericrinidi a fianco di altri propri dei Cyrtocrinidi.

Millericrinus? *adneticus* (Quenstedt, 1876) (tav. 2, figg. 16, 17)
Il materiale di Arzo comprende articoli dello stelo che corrispondono a quelli di un frammento proveniente da strati di età analoga dell'Austria e descritto da QUENSTEDT (1876) come *Apiocrinus Adneticus*. Un elemento dello stelo dal Lias di Tremona, con simili caratteristiche, venne descritto da DE LORIOL (1877) come *Millericrinus* cf. *adnetensis*. Ad Arzo sono presenti ossicoli dello stelo con superfici di articolazione ornate da crenule estese sino al lumen centrale (tav. 2, fig. 16). Altri elementi dello stelo possiedono crenule molto più fini (tav. 2, fig. 17). In altri ancora, una superficie liscia separa le crenule dal lumen centrale. Tutte queste forme vengono riunite sotto la presente specie. Occorre infatti sottolineare che il significato diagnostico di tali superfici articolari è limitato. Ossicoli dello stelo di forma cilindrica hanno frequentemente superfici articolari con crenule raggiate, pur appartenendo a specie ben diverse e non imparentate tra loro. Tale convergenze dovrebbero essere la risposta ad analoghe sollecitazioni meccaniche relative agli steli cilindrici. Gli ossicoli dello stelo vengono designati quali *Millericrinus*? *adneticus*, in nomenclatura aperta. Una tale attribuzione con riserva al genere *Millericrinus* esprime, da un lato, che si tratta di una forma ascrivibile ai Millericrinidi e, dall'altro, che differisce da *Millericrinus* del Giurassico superiore nella morfologia del calice e dello stelo.

Millericrinus? sp., cf. *adneticus* (Quenstedt, 1876) (tav. 2, fig. 18)
Una dozzina di frammenti, accompagnati da oltre 330 articoli singoli dello stelo, condividono con *Millericrinus*? *adneticus*, il lumen stretto e le superfici articolari dalle crenule raggiate. Dalla forma descritta in precedenza divergono, tuttavia, per lo sviluppo di un anello interno di crenule robuste, che successivamente si scindono formando quelle esterne più fini. L'anello interno è in genere separato dal lumen per l'interporsi di una zona liscia. Quest'ultima manca o è molto piccola in alcuni ossicoli, cosicchè la suddivisione delle crenule risulta prossima al lumen. Per tutti questi elementi dello stelo l'attribuzione a *Millericrinus*? *adneticus* risulta incerta, cosa che si riflette nella denominazione.

Millericrinus? *quinquepictus* Hess, 2006 (tav. 2, figg. 12–14)
Circa 20 frammenti e 90 ossicoli dello stelo hanno superfici articolari su cui le crenule si dispongono in gruppi di


1
2
3
5a
5b
6a
7
4a
4c
9
4b
6b
12b
10b
10a
15
8
12a
13
14
17
11
16
20
19
18

Tav. 2 (a lato) – Ingrandimento X10 (barra di riferimento = 1 mm). Originali depositati al Museo di storia naturale di Basilea, immagini rielaborate da HESS (2006).

1. *Serracrinus planus* Hess. Superficie articolare di una placca brachiale.
2. *Catinicrinus jaegeri* Hess. Vista interna di una placca brachiale con attacco prossimale del muscolo (in basso a destra) e attacco della pinnula (a sinistra in alto).
3. *Rotacrinus canalis* Hess. Placca brachiale in vista obliqua, tra distale e interna, con attacco della pinnula (a destra).
4-9. *Balanocrinus ticinensis* Hess. (4) Placca radiale, dall'esterno (a), da sotto (prossimale) con superfici di inserzione verso le placche basali (b), superficie articolare distale (c). (5) Placca brachiale, articolazione legamentare (a), articolazione muscolare (attacco della pinnula in alto a destra) (b). (6) Articolo dello stelo con attacco dei cirri (nodale), da sopra (prossimale) (a), da sotto (distale) con superficie di articolazione praticamente liscia, strutturata come punto di rottura preferenziale (b). (7) Frammento dello stelo visto di lato, in basso un elemento nodale provvisto di inserzioni dei cirri; lo stelo è spezzato in questo punto. (8) Superficie articolare di un ossicolo dello stelo con simmetria quadriraggiata (tetramera); tra gli oltre duemila elementi dello stelo solo due divergevano presentando una tale simmetria. (9) Due ossicoli di un cirro in vista laterale.
10. *Paracomatula liasica* Hess. Placca centrodorsale completata da anello basale, in vista laterale (a), vista da sopra (distale) con anello basale (b).
11. *Shroshaecrinus* ? sp., cf. *S. shroshaensis* Klikushin. Superfici articolari di due ossicoli dello stelo, leggermente dislocati l'uno rispetto all'altro.
12-14. *Millericrinus*? *quinquepictus* Hess. (12) Frammento dello stelo, vista laterale (a), e superficie articolare (b). (13) Superficie articolare di un ossicolo dello stelo, crenule in gruppi ben separati. (14) Superficie articolare di un ossicolo prossimale dello stelo (vicino al calice), a margine pentagonale.
15. *Amaltheocrinus*? sp., cf. *A. amalthei* (Quenstedt). Superficie articolare di un ossicolo dello stelo.
16, 17. *Millericrinus*? *adneticus* (Quenstedt), (16) Superficie articolare di un ossicolo dello stelo, con crenule grossolane estese sino al lumen centrale. (17) Superficie articolare di un ossicolo dello stelo, con crenule fini sino al lumen.
18. *Millericrinus*? sp., cf. *adneticus* (Quenstedt). Superficie articolare di un ossicolo dello stelo con crenule suddivise, separate dal lumen centrale.
19. *Quenstedticrinus*? *marginatus* (d'Orbigny). Articolo dello stelo, alto e slanciato, in vista laterale.
20. Disco di fissaggio non identificato, visto obliquamente dall'alto, cresciuto su un elemento dello stelo granulato o su una parte di un'appendice di fissaggio.

cinque, senza raggiungere il lumen. Gli elementi prossimali, ossia più vicini al calice, possono essere pentagonali e bassi (tav. 2, fig. 14), quelli distali sono cilindrici e più alti (tav. 2, figg. 12, 13). L'attribuzione provvisoria al genere *Millericrinus* avviene secondo lo stesso principio applicato per *Millericrinus*? *adneticus*.

Rotacrinus canalis Hess, 2006 (tav. 2, fig. 3)
Le placche brachiali di questa forma sono discoidali, con superfici articolari parallele e un solco di alimentazione ampio, limitato da una cresta marcata; a sua volta, la cresta è divisa da una scanalatura, dando l'impressione di un canale (tav. 2, fig. 3, a sinistra). In presenza dell'attacco di una pinnula, la cresta si interrompe (tav. 2, fig. 3, a destra). La forma generale e il tipo di superficie articolare conducono ad attribuire la specie ai Millericrinidi. Una combinazione certa con elementi dello stelo non è tuttavia possibile, anche se resta ipotizzabile che le placche brachiali in oggetto siano da riferirsi a *Millericrinus*? *adneticus* oppure a *Millericrinus*? cf. *adneticus*.

Paracomatula liasica Hess, 2006 (tav. 2, fig. 10)
Si tratta di un rappresentante primitivo dei Comatulidi. In essi, lo stelo è sostituito da una placca centrodorsale con cirri, che si assume le funzioni di ancoraggio dell'animale. I Comatulidi, o stelle di mare piumate, rappresentano, con circa 540 specie, la frazione principale dei crinoidi oggi viventi. Si trovano prevalentemente in acque basse, per esempio nelle scogliere coralline, ove affascinano i subacquei con lo splendore dei colori e l'eleganza delle forme; non mancano, tuttavia, anche a profondità elevate. Il loro successo si fonda sulla mobilità: possono arrampicarsi su posizioni rialzate alla ricerca di cibo o sfuggire ai nemici, rifugiandosi in fessure. Alcune specie sono addirittura in grado di nuotare. In *Paracomatula*, la placca centrodorsale consiste ancora di pochi elementi dello stelo, solo due in questa specie in particolare, strettamente connessi tra loro. La figura (tav. 2, fig. 10) mostra una tale placca centrodorsale con sovrastante anello basale. In aggiunta all'esemplare raffigurato, sono stati rinvenuti ad Arzo un calice con placca centrodorsale e circa 30 placche centrodorsali isolate. Nel Giurassico inferiore, i Comatulidi sono particolarmente rari; ciononostante, la fortuna ha voluto che, accanto a *P. liasica,* sia venuta alla luce un'ulteriore forma. Di quest'ultima, attribuita alla specie *Palaeocomaster morierei* (de Loriol, 1888), sono presenti solo due placche centrodorsali, di cui una dotata di anello basale. Si tratta, in questo caso, di un tipico comatulide con placca centrodorsale indivisa.

Balanocrinus ticinensis Hess, 2006 (tav. 2, figg. 4–9)
Specie particolarmente frequente ad Arzo. Sono stati isolati approssimativamente 200 frammenti, accompagnati da circa 2000 articoli dello stelo, circa 150 ossicoli dei cirri, una corona basale, 85 placche radiali, circa 80 placche primibrachiali e oltre 2800 placche brachiali. L'attribuzione alla specie *Balanocrinus* si fonda sulla conformazione degli ossicoli dello stelo, dalle caratteristiche superfici di articolazione. Poiché, tra quelle diffuse, *B. ticinensis* è l'unica specie a presentare elementi nodali (ossia elementi dello stelo con attacco dei cirri), l'attribuzione degli ossicoli dei cirri non pone problemi (tav. 2, fig. 9). Le placche centrodorsali di entrambe le specie di Comatulidi sono infatti troppo rare, e anche troppo piccole, per poter essere considerate in riferimento al gran numero di ossicoli di cirri presenti nel materiale studiato. Placche radiali, primibrachiali e

brachiali, grazie alla loro conformazione, si possono comparare a quelle di altri rappresentanti di questo genere e attribuire senza problemi a *B. ticinensis*.

DISCUSSIONE

Ambiente di vita e di sedimentazione

La fauna della marne rosse del Domeriano di Arzo consiste quasi esclusivamente di crinoidi. I reperti delle restanti classi di echinodermi (stelle di mare, stelle serpentine, ricci di mare, oloturie) sono molto rari, e ancor più dicasi per gli altri fossili, tra cui foraminiferi bentonici (*Lenticulina* sp.), mandibole di nautiloidi (*Rhyncholites* sp.), Terebratulidi giovanili, resti indeterminabili di bivalvi e di spugne, accanto a un paio di denti di selaci molto piccoli. L'eccezionale concentrazione di resti di crinoidi non si può attribuire ad un processo selettivo, eventualmente relazionato a una corrente di torbida. La fauna di Arzo è limitata a un rilievo sottomarino di estensione locale. I crinoidi compaiono massicciamente in alcuni banchi di marne o calcari marnosi del Pliensbachiano superiore (Domeriano), mancando al contrario in altri. Questi sedimenti, di alcuni metri di spessore, si trovano in parte nelle fessure del sottostante calcare Broccatello (Sinemuriano, fig. 1) e in parte nelle brecce; in aggiunta, compare un calcare marnoso ricco di crinoidi a contatto con un *hardground* del Broccatello. I sedimenti del Domeriano e la relativa fauna seguono la distribuzione locale del Broccatello, che al momento della loro deposizione era già cementato. I calcari marnosi del Domeriano possono inoltre contenere tracce fossili quali *Chondrites*, *Planolites* e *Thalassinoides* (fig. 5), indice di un certo consolidamento del deposito.

Secondo quello che appare lo scenario più plausibile, i crinoidi vivevano in condizioni di sedimentazione lenta su hardgrounds della zona subfotica, ad una profondità di oltre 100 m. Dopo la morte, gli scheletri si smembravano estesamente nei loro singoli elementi costitutivi; questi si concentravano poi in depressioni del fondale marino, non distanti dal luogo di vita (fig. 3). La mancanza di resti di crinoidi in sedimenti coevi delle Gole della Breggia, distanti solo pochi km, e il paragone con situazioni attuali vengono a ulteriore sostegno di tale interpretazione.

Importanza dei crinoidi di Arzo

A dispetto del modesto volume di sedimento da cui sono stati isolati gli esemplari, l'associazione mostra una sorprendente diversità. Quanto a specie e a forme presenti, si tratta della fauna a crinoidi del Giurassico inferiore più ricca in assoluto al mondo. Essa indica che, in quel periodo, si verificò una marcata radiazione specifica, correlata a un momento cruciale nell'evoluzione dei crinoidi che, a sua volta, faceva seguito alla crisi della fine del Trias. L'analogia della fauna a crinoidi di Arzo con altre ricche faune a crinoidi della Tetide, per esempio quella del Lias della Turchia nordoccidentale, è scarsa. Ancor di più lo è quella relativa a strati coevi del dominio europeo, nei giacimenti di Inghilterra e Germania meridionale. Alcune specie di Arzo, al contrario, compaiono anche nel Lias superiore della Francia occidentale e dell'Italia centrale, indicando la presenza di collegamenti marini nel Lias superiore. Oltre la metà delle specie di crinoidi presenti ad Arzo è tuttavia da ritenersi endemica. A tale riguardo, non si può escludere che il futuro studio di ulteriori giacimenti del Sudalpino, di simile origine, conducano a nuove scoperte altrettanto stimolanti.

BIBLIOGRAFIA

BERNOULLI D., 1964. Zur Geologie des Monte Generoso (Lombardische Alpen). Beiträge zur Geologischen Karte der Schweiz, N. F. 118, 135 pp.

BERNOULLI, D., 1980. Intra – Reno – Gropello – Arzo – Mendrisio, 42. Early Lias synsedimentary tectonics in the quarries north of Arzo. In: Trümpy, R. (ed.), Geology of Switzerland, a guide book, Pt. B: Geological Exkursions, pp. 205–207. Wepf & Co., Basel.

BERNOULLI, D. & WIEDENMAYER, F., 1967. Exkursion Nr. 26, Lugano–Mendrisio, Mendrisio–Arzo–Serpiano, Mendrisio–Breggiaschlucht–Chiasso. In: W. Nabholz (ed.), Geologischer Führer der Schweiz, Heft 5, pp. 441–460. Wepf & Co., Basel.

ETTER W., 2002. Monte San Giorgio: Remarkable Triassic Marine Vertebrates. In: D. J. Bottjer, W. Etter, J. W. Hagadorn & C. M. Tang (eds), Exceptional Fossil Preservation, pp. 221–242. Columbia University Press.

HESS, H., 2006. Crinoids (Echinodermata) from the Lower Jurassic (Upper Pliensbachian) of Arzo, southern Switzerland. Memorie svizzere di paleontologia, vol. 126. In stampa.

HESS, H., AUSICH, W. I., BRETT, C. E. & SIMMS M. J., 1999. Fossil Crinoids. Cambridge University Press, 275 pp.

JÄGER, M., 1993. Die Crinoiden aus dem Pliensbachium vom Rhein–Main–Donau–Kanal bei Sulzkirchen. Teil 2: Gestielte Cyrtocrinina und Millericrinina: *Amaltheocrinus*, *Shroshaecrinus*?, *Plicatocrinus* und Nachtrag zu Teil 1 (*Eudesicrinus*). Archaeopteryx 11, pp. 73–104. Eichstätt.

KLIKUSHIN, V. G., 1987. Crinoids from the Middle Liassic Rosso ammonitico beds. Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie, Abhandlungen 175, pp. 235–260. Stuttgart.

LORIOL, P. DE, 1877–1879. Monographie des crinoïdes fossiles de la Suisse. Mémoires Suisse de Paléontologie 4:1–52; 5:53–124; 6:125–300.

MANNI, R. & NICOSIA, U., 1990. Jurassic and Lower Cretaceous crinoids of northern Turkey. Metu Journal of Pure and Applied Sciences 21 (April–December 1988), pp. 361–375. Ankara.

MANNI, R. & NICOSIA, U., 1999. The oldest cyrtocrinid, *Nerocrinus petri* n. gen. n. sp., and the Nerocrinidae, n. fam. In: M. D. Candia Carnevali & F. Bonasero (eds.), Echinoderm Research, pp. 327–331. Balkema.

QUENSTEDT, F.A., 1874–1876. Petrefactenkunde Deutschlands. 1. Abt., 4. Band, Echinodermen (Asteriden und Encriniden). Feus Verlag, Leipzig.

STOCKAR, R., 2003. Guida geologica al Parco delle Gole della Breggia. Fondazione Parco delle Gole della Breggia, 120 pp. Morbio Inferiore.

WIEDENMAYER, F., 1963. Obere Trias bis mittlerer Lias zwischen Saltrio und Tremona (Lombardische Alpen). Die Wechselbeziehungen zwischen Stratigraphie, Sedimentologie und syngenetischer Tektonik. Eclogae Geologicae Helvetiae 56:529–640.