



Università degli Studi di Ferrara

DOTTORATO DI RICERCA IN
Scienze della Terra

Curriculum "Paleontologia e Museologia"

CICLO XXIV

COORDINATORE

Prof. Luigi Beccaluva

I bivalvi della Formazione a Bellerophon (Permiano superiore) delle Dolomiti nord-occidentali nel contesto dell'estinzione di massa di fine Permiano

Settore Scientifico Disciplinare GEO/01

Dottorando

Dott. Prinoth Herwig Hermann

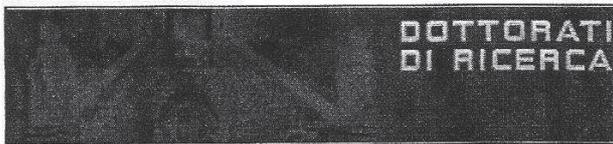
Prinoth Herwig Hermann
(firma)

Tutore

Prof. Posenato Renato

Renato Posenato
(firma)

Anni 2009/2012



Il tuo indirizzo e-mail

herwigherman.prinoth@student.unife.it

Oggetto:

Dichiarazione di conformità della tesi di Dottorato

Io sottoscritto Dott. (Cognome e Nome)

Prinoth Herwig Hermann

Nato a:

Bolzano

Provincia:

Bolzano

Il giorno:

01.02.1971

Avendo frequentato il Dottorato di Ricerca in:

Paleontologia e Museologia

Ciclo di Dottorato

24

Titolo della tesi (in lingua italiana):

I bivalvi della Formazione a Bellerophon (Permiano superiore) delle Dolomiti nord-occidentali nel contesto dell'estinzione di massa di fine Permiano

Titolo della tesi (in lingua inglese):

Tutore: Prof. (Cognome e Nome)

Posenato Renato

Settore Scientifico Disciplinare (S.S.D.)

451-PALE

Parole chiave della tesi (max 10):

Bivalvi, estinzione di massa di fine Permiano, Formazione a Bellerophon, Dolomiti

Consapevole, dichiara

CONSAPEVOLE: (1) del fatto che in caso di dichiarazioni mendaci, oltre alle sanzioni previste dal codice penale e dalle Leggi speciali per l'ipotesi di falsità in atti ed uso di atti falsi, decade fin dall'inizio e senza necessità di alcuna formalità dai benefici conseguenti al provvedimento emanato sulla base di tali dichiarazioni; (2) dell'obbligo per l'Università di provvedere al deposito di legge delle tesi di dottorato al fine di assicurarne la conservazione e la consultabilità da parte di terzi; (3) della procedura adottata dall'Università di Ferrara ove si richiede che la tesi sia consegnata dal dottorando in 2 copie, di cui una in formato cartaceo e una in formato pdf non modificabile su idonei supporti (CD-ROM, DVD) secondo le istruzioni pubblicate sul sito : <http://www.unife.it/studenti/dottorato> alla voce ESAME FINALE – disposizioni e modulistica; (4) del fatto che l'Università, sulla base dei dati forniti, archiverà e renderà consultabile in rete il testo completo della tesi di dottorato di cui alla presente dichiarazione attraverso l'Archivio istituzionale ad accesso aperto "EPRINTS.unife.it" oltre che attraverso i Cataloghi delle Biblioteche Nazionali Centrali di Roma e Firenze. DICHIARO SOTTO LA MIA RESPONSABILITA': (1) che la copia della tesi depositata presso l'Università di Ferrara in formato cartaceo è del tutto identica a quella presentata in formato elettronico (CD-ROM, DVD), a quelle da inviare ai Commissari di esame

finale e alla copia che produrrà in seduta d'esame finale. Di conseguenza va esclusa qualsiasi responsabilità dell'Ateneo stesso per quanto riguarda eventuali errori, imprecisioni o omissioni nei contenuti della tesi; (2) di prendere atto che la tesi in formato cartaceo è l'unica alla quale farà riferimento l'Università per rilasciare, a mia richiesta, la dichiarazione di conformità di eventuali copie. **PER ACCETTAZIONE DI QUANTO SOPRA RIPORTATO**

Dichiarazione per embargo

12 mesi

Richiesta motivata embargo

5. Tutela della proprietà intellettuale

Liberatoria consultazione dati Eprints

Consapevole del fatto che attraverso l'Archivio istituzionale ad accesso aperto "EPRINTS.unife.it" saranno comunque accessibili i metadati relativi alla tesi (titolo, autore, abstract, ecc.)

Firma del dottorando *Willy Hermann Brunetti*

Ferrara, li 25.02.2013 (data) Firma del Dottorando

Firma del Tutore

Visto: Il Tutore Si approva Firma del Tutore *Mur Posuel*

Indice

1. Introduzione.....	4
1.1. Obiettivi della ricerca.....	4
1.2 Metodologia.....	5
1.2.1. Raccolta degli esemplari e rilevamento stratigrafico delle successioni	5
1.2.2. Isolamento e preparazione in laboratorio dei fossili.....	7
1.2.3. Classificazione degli esemplari	7
2. Storia delle ricerche sui bivalvi della Formazione a Bellerophon.....	9
2.1. La collezione STACHE (1878).....	9
2.2. La collezione GORTANI (1906).....	12
2.3. La collezione OGILVIE GORDON (1927).....	14
2.4. La collezione CANEVA studiata da MERLA (1930).....	15
3. Inquadramento stratigrafico e descrizione delle sezioni studiate.....	17
3.1. La Formazione a Bellerophon.....	17
3.1.1. Le sequenze Lo 1 e Lo 2.....	18
3.1.2. La sequenza Lo 3.....	19
3.1.3. Le sequenze Lo 4 e Lo 5.....	20
3.1.4. La sequenza In 1 e l'estinzione di fine Permiano	22
3.2. Litofacies delle unità carbonatiche della Formazione a Bellerophon.....	24
3.3. La Sezione di Bulla (Val Gardena).....	27
3.4. La Sezione del Monte Balest (Val Gardena).....	37
3.5. La Sezione di Pic (Val Gardena)	58
3.6. La sezione di Seres (Val Badia).....	76
3.7. La Sezione del Preroman (Val Badia).....	85
4. Biostratigrafia dei bivalvi della Formazione a Bellerophon.....	96
4.1. Lito- e bio-orizzonti della Formazione a Bellerophon.....	96
4.2. I bivalvi delle sezioni studiate della Formazione a Bellerophon.....	97
4.2.1. I bivalvi della sezione di Bulla.....	97
4.2.2. I bivalvi della sezione del Balest.....	99
4.2.3. I bivalvi della sezione del Monte Pic.....	101
4.2.4. I bivalvi della sezione di Seres.....	102
5. Paleoecologia dei bivalvi della Formazione a Bellerophon.....	107
5.1. Bivalvi e paleoambienti della Formazione a Bellerophon.....	107
5.2. Autoecologia dei bivalvi della Formazione a Bellerophon.....	109
5..3. Paleosinecologia: le associazioni a bivalvi della Formazione a Bellerophon.....	111

5.3.1. Gruppo 1 -	111
5.3.2. Gruppo 2 -	111
5.3.3. Associazione a bivalvi A.....	112
5.3.4. Associazione a bivalvi B.....	112
5.3.5. Associazione a bivalvi C.....	113
5.3.6. Associazione a bivalvi D.....	113
5.3.7. Associazione a bivalvi E.....	113
5.3.8. Associazione a bivalvi F.....	114
5. 4. Discussione sulle associazioni a bivalvi.....	114
6. L'estinzione di fine Permiano.....	116
6.1. Rapporto fra bivalvi e brachiopodi nel Permiano superiore delle Dolomiti e l'estinzione di fine Permiano.....	119
6.1.1. La transizione da associazioni dominate dai brachiopodi ad associazioni dominate dai bivalvi	119
6.1.2. La dominanza dei brachiopodi nel Membro di Bulla.....	120
6.1.3. Il miglioramento improvviso delle condizioni ambientali poco prima dell'estinzione.	121
6.1.4. L'estinzione differenziata fra brachiopodi e bivalvi	122
6.1.5. Probabili cause della selettività tassonomica dell'estinzione di fine Permiano nei bivalvi e brachiopodi.....	122
6.1.6. Caratteristiche dei bivalvi sopravvissuti all'estinzione.....	125
6.1.7. Tassi di estinzione dei generi e delle specie di bivalvi nella Formazione a Bellerophon.....	126
7. Conclusioni.....	132
8. Appendice: Descrizione sistematica.....	136
8.1. Genere <i>Aviculopectinidae</i> gen. nov.....	136
8.1.1. " <i>Pecten</i> " <i>trinkeri</i> (STACHE, 1878)	141
8.2. Genere <i>Eumorphotis</i> BITTNER, (1901).....	149
8.2.1. <i>Eumorphotis praecurrens</i> MERLA, 1930.....	159
8.2.2. <i>Eumorphotis striatocostata</i> (STACHE, 1878).....	164
8.2.3. <i>Eumorphotis lorigae</i> POSENATO, 2005.....	169
8.3. Genere <i>Pernopecten</i> WINCHELL, 1865.....	170
8.3.1. <i>Pernopecten tirolensis</i> (STACHE, 1878).....	172
8.3.2. <i>Pernopecten symmetricus</i> NEWELL, 1940.....	174
8.4. Genere ? <i>Scythentolium</i> ALLASINAZ, 1972	176
8.4.1. ? <i>Scythentolium</i> sp.....	177
8.5. Genere <i>Palaeolima</i> HIND, 1903.....	179

8.5.1. <i>Palaeolima</i> sp. 1	179
8.5.2. <i>Palaeolima</i> sp. 2	181
8.6. Genere <i>Permophorus</i> CHAVAN, 1954.....	183
8.6.1. <i>Permophorus tenuistriatus</i> NAKAZAWA & NEWELL, 1968.....	184
8.6.2. <i>Permophorus</i> cfr. <i>tenuistriatus</i> NAKAZAWA & NEWELL, 1968.....	185
8.6.3. <i>Permophorus</i> cfr. <i>octocostatus</i> (WELLER, 1916)	187
8.7. Genere <i>Pleurophorella</i> GIRTY, 1904.....	188
8.7.1. <i>Pleurophorella jacobii</i> (STACHE, 1878).....	189
8.7.2. <i>Pleurophorella</i> sp.....	191
8.8. Genere <i>Modiolus</i> LAMARCK, 1799.....	192
8.8.1. <i>Modiolus</i> n. sp.....	193
8.9. Genere <i>Volsellina</i> NEWELL, 1942.....	195
8.9.1 <i>Volsellina aurioides</i> (YIN & GON, 1978).....	196
8.10. Genere <i>Aguilerella</i> CHAVAN, 1951.....	197
8.10.1. <i>Aguilerella</i> n. sp.....	198
8.11. Genere <i>Bakevellia</i> KING, 1848.....	201
8.11.1. <i>Bakevellia ceratophaga</i> (SCHLOTHEIM, 1816).....	201
8.12. Genere <i>Towapteria</i> NAKAZAWA & NEWELL, 1968.....	203
8.12.1. <i>Towapteria</i> sp.....	206
8.13. Genere <i>Marmaronia</i> LARGHI, 2002.....	209
8.13.1. <i>Marmaronia peracuta</i> (STACHE, 1878).....	210
8.14. Genere <i>Schizodus</i> DE VERNEUIL & MURCHISON, 1844.....	212
8.14.1. <i>Schizodus obscurus</i> (SOWERBY, 1821).....	212
8.15. Genere <i>Parallelodon</i> MEEK & WORTHEN, 1866.....	214
8.15.1. <i>Parallelodon</i> cf. <i>multicostatus</i> GIRTY, 1908.....	215
8.16. Genere <i>Edmondia</i> DE KONINCK, 1841.....	217
8.16.1. <i>Edmondia</i> cf. <i>rudis</i> MC COY, 1853.....	218
8.17. Genere <i>Janeia</i> KING, 1850.....	220
8.17.1. <i>Janeia typa</i> (WAAGEN, 1881).....	221
8.17. 2. <i>Janeia</i> cfr. <i>cheni</i> LI & LI, 1997.....	222
9. Bibliografia.....	224
10. Spiegazione delle tavole.....	244

1. INTRODUZIONE

1.1. OBIETTIVI DELLA RICERCA

La Formazione a Bellerophon del Permiano superiore delle Dolomiti è costituita nella parte superiore da calcari neri, dolomie e marne contenenti ricche faune a molluschi e brachiopodi che sono state descritte da STACHE (1878), GORTANI (1906), OGILVIE GORDON (1927) e MERLA (1930).

In anni più recenti, le ricerche su questa formazione si sono concentrate soprattutto sugli aspetti lito-bio- e cronostratigrafici (Italian IGCP Group, 1986; BROGLIO LORIGA *et al.*, 1988; MASSARI *et al.*, 1988, 1994; BROGLIO LORIGA & CASSINIS, 1992; CIRILLI *et al.*, 1988; BUGGISCH & NOÉ, 1988, MASSARI & NERI (1997), CASSINIS *et al.*, 2002). Non sono mancati contributi di chemiostratigrafia (per esempio SEPHTON *et al.*, 2005) e magnetostratigrafia (SCHOLGER *et al.*, 2000). I lavori paleontologici hanno riguardato i microfossili e le alghe calcaree (ACCORDI, 1956; LORIGA, 1960; PRATURLON, 1963; PASINI, 1984; NOÉ, 1987; CIRILLI *et al.*, 1998), i conodonti (per esempio PERRI & FARABEGOLI, 2003), i brachiopodi (POSENATO, 1988, 2001, 2009; CHEN *et al.*, 2006) ed i cefalopodi (POSENATO & PRINOTH, 1999; PRINOTH & POSENATO, 2007).

Nonostante le numerose ricerche degli ultimi decenni, le conoscenze sui bivalvi della Formazione a Bellerophon continuano a basarsi ancora sui lavori degli Autori del XIX e inizio XX secolo. Questi Autori hanno spesso descritto nuove specie su materiale in pessimo stato di conservazione e privo di riferimenti stratigrafici.

La necessità di aggiornare le conoscenze sui bivalvi deriva principalmente dal fatto che la Formazione a Bellerophon registra gli ultimi istanti della vita marina del Paleozoico che precedono la più grande catastrofe biologica della storia della Terra avvenuta alla fine del Permiano. Lo scopo principale di questa ricerca è di riconoscere le variazioni della biodiversità delle associazioni a bivalvi al fine di stimarne i tassi di estinzione e di sopravvivenza. Lo studio rappresenta quindi un contributo alle indagini sulla dinamica dell'estinzione di fine Permiano.

Lo studio interessa i bivalvi provenienti da affioramenti situati in Val Gardena e in Val Badia. Queste vallate ladine rappresentano il settore del Sudalpino più ricco di molluschi bentonici della Formazione a Bellerophon. I motivi di questa ricchezza derivano dagli estesi affioramenti di rocce carbonatiche formate da sedimenti di ambienti marini marginali. Le variazioni geografiche e temporali delle associazioni a bivalvi ed i fattori ambientali ed evolutivi che le hanno determinate rientreranno tra gli scopi di questa ricerca. Al fine di esaminare la dinamica delle associazioni a bivalvi attraverso le variazioni della biodiversità è quindi indispensabile iniziare con una accurata

descrizione sistematica del materiale. Quest'ultima parte, alla quale è stata dedicata la maggior parte del tempo di questo dottorato, viene posta in appendice per condurre il lettore direttamente alla trattazione stratigrafico-paleoecologica e alle implicazioni sull'estinzione di massa di fine Permiano.

1.2 METODOLOGIA

Il lavoro della tesi ha richiesto le seguenti attività:

- raccolta degli esemplari e rilevamento stratigrafico delle successioni;
- isolamento e preparazione in laboratorio dei fossili;
- classificazione degli esemplari. Per questa attività sono state necessarie approfondite ricerche bibliografiche, spesso di testi di non facile reperimento (p.e., russi e cinesi) e l'esame di collezioni storiche depositate in musei italiani e stranieri.

1.2.1. Raccolta degli esemplari e rilevamento stratigrafico delle successioni

Il lavoro di campagna è consistito in un dettagliato rilevamento stratigrafico delle sezioni più complete della Val Gardena e della Val Badia accompagnato da un campionamento strato per strato degli intervalli fossiliferi. Questo studio si è reso necessario per l'assenza di informazioni sulla distribuzione stratigrafica dei bivalvi della Formazione a Bellerophon descritti nella letteratura.

Gli affioramenti studiati sono situati nelle successioni di Bulla, Balest e Pic in Val Gardena e di Seres e Preroman in Val Badia. Queste località si trovano lungo una linea che porta dagli affioramenti della Val Gardena (Bulla, Balest e Pic), che in base a ricostruzioni paleogeografiche (ZIEGLER & STAMPFLI, 2001; FARABEGOLI *et al.*, 2007) dovevano trovarsi durante il Permiano superiore più vicini alla costa, verso quelli di nordest della Val Badia (Seres e Preroman). Quest'ultimi dovrebbero registrare ambienti marini più aperti e profondi. Tutte le unità sono state fotografate e descritte dettagliatamente. Il terreno spesso molto ripido e le frequenti coperture hanno ostacolato notevolmente questo lavoro.

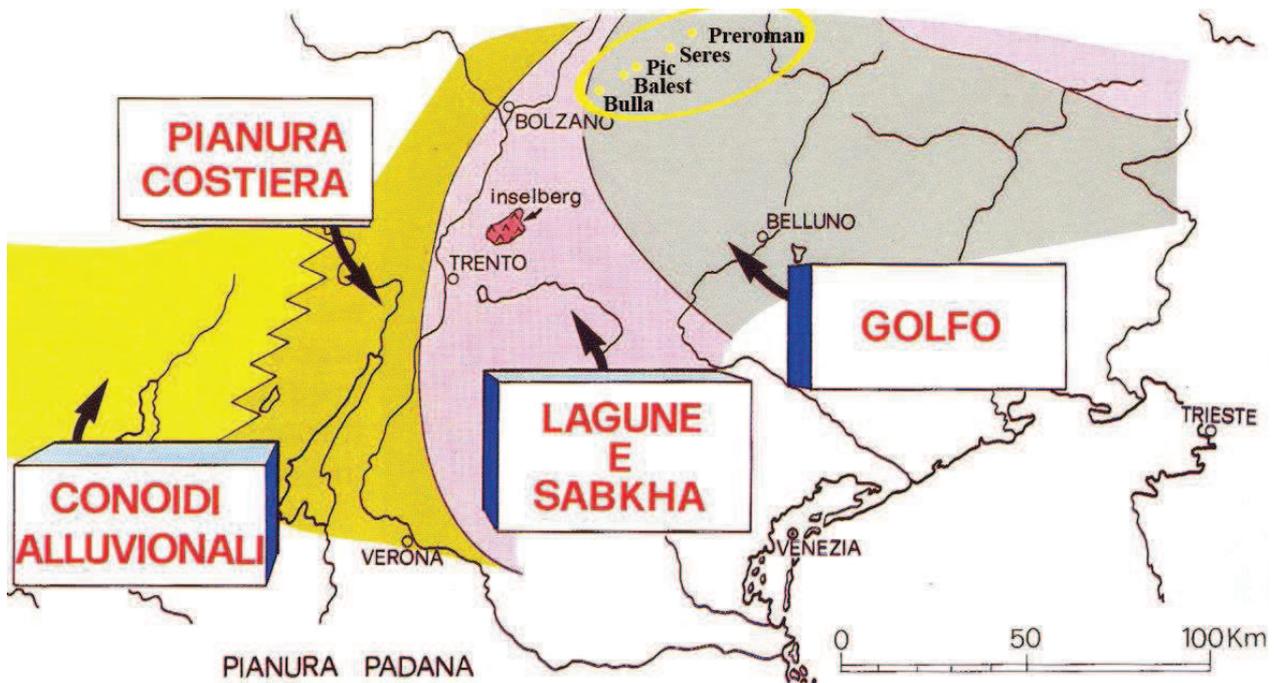


Fig. 1.1. Carta paleogeografica delle Alpi Meridionali alla fine del Permiano superiore e posizione delle sezioni studiate (da BOSELLINI, 1989, modificato).

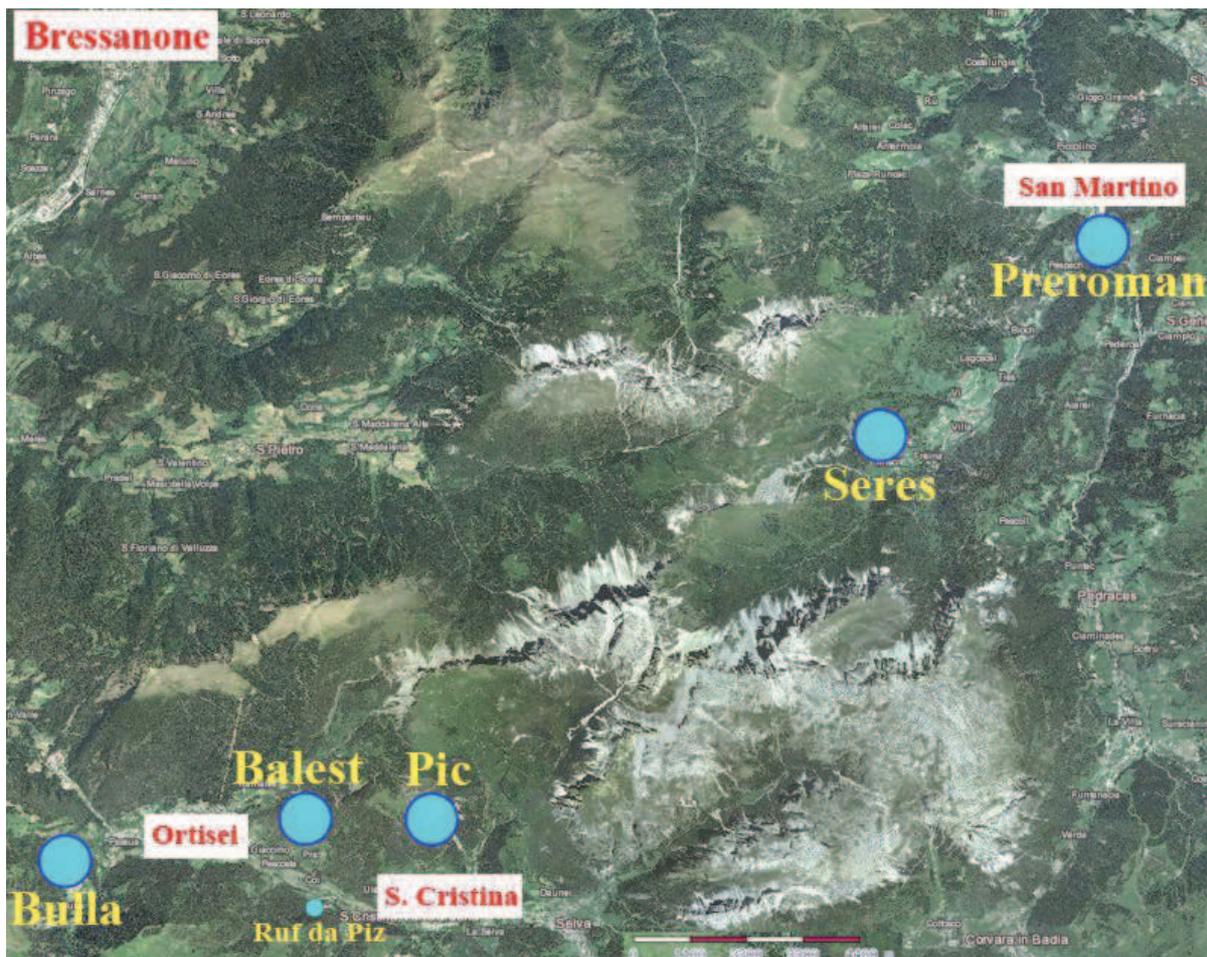


Fig. 1.2. Cartina delle sezioni studiate per la tesi (unità della scala = 4,4 km).

STACHE (1878) e OGILVIE GORDON (1927) avevano raccolto abbondante materiale fossilifero dalle sezioni del Balest, di Pic e Preroman ma senza fornire precise collocazioni stratigrafiche. Per questo motivo il lavoro di rilevamento stratigrafico si è reso necessario per determinare la collocazione stratigrafica delle faune descritte in letteratura.

Sono inoltre state scelte le sezioni più fossilifere come Bulla e Seres.

Le sigle per le sezioni usate nella tesi sono: BU per Bulla, BA per Balest, PC per Pic, SE per Seres e PR per Preroman. Sono inoltre stati raccolti altri fossili come nautiloidi, brachiopodi e gasteropodi (*Bellerophon*), utili per esaminare il significato paleoambientale delle associazioni fossili.

Gli strati fossiliferi sono stati numerati e campionati e gli esemplari raccolti sono stati siglati con il numero dello strato di provenienza seguito dal numero progressivo dei campioni raccolti (p.e., BA 112. 4 = strato 112 del Balest, campione 4).

Quando possibile sono stati raccolti anche campioni di grandi dimensioni per poter avere un quadro generale della composizione faunistica dei pavimenti conchigliari.

1.2.2. Isolamento e preparazione in laboratorio dei fossili

Le rocce fossilifere sono spesso dolomie o calcari molto duri per cui l'estrazione dei fossili ha richiesto molto tempo e concentrazione. I campioni di roccia contenenti fossili sono stati puliti con cautela e poi separati dalla matrice con un microbulino pneumatico sotto uno stereomicroscopio. I pavimenti conchigliari rivestiti da sedimenti argillosi-marnosi sono osservabili solo se già messi in luce dall'erosione, ma in questo caso si trovavano in uno stato di conservazione generalmente pessimo.

1.2.3. Classificazione degli esemplari

Per la parte sistematica è stato necessario visitare le seguenti collezioni storiche:

1. La collezione STACHE (1878, 1879) depositata nel Museo del Servizio Geologico Austriaco “Geologische Bundesanstalt Wien” di Vienna (GBV).
2. La collezione CANEVA (1906), studiata da MERLA (1930), depositata presso

il Museo del Dipartimento di Geoscienze dell'Università di Padova (MDGP).

3. Parte della collezione GORTANI (1906) recuperata presso il Museo Geologico Giovanni Capellini dell'Università di Bologna (MGCB).

Gli esemplari di queste collezioni sono stati fotografati, misurati e riprodotti con gomme siliconiche (VPS Hydro Putty), al fine di produrre dei calchi in gesso che hanno permesso in ogni momento della ricerca di confrontare il materiale raccolto con i tipi nomenclaturali.

Per il reperimento della letteratura sono state visitate le biblioteche delle Università di Ferrara, Bologna, Padova e Monaco di Baviera.

2. STORIA DELLE RICERCHE SUI BIVALVI DELLA FORMAZIONE A BELLEROPHON

2.1. LA COLLEZIONE STACHE (1878)

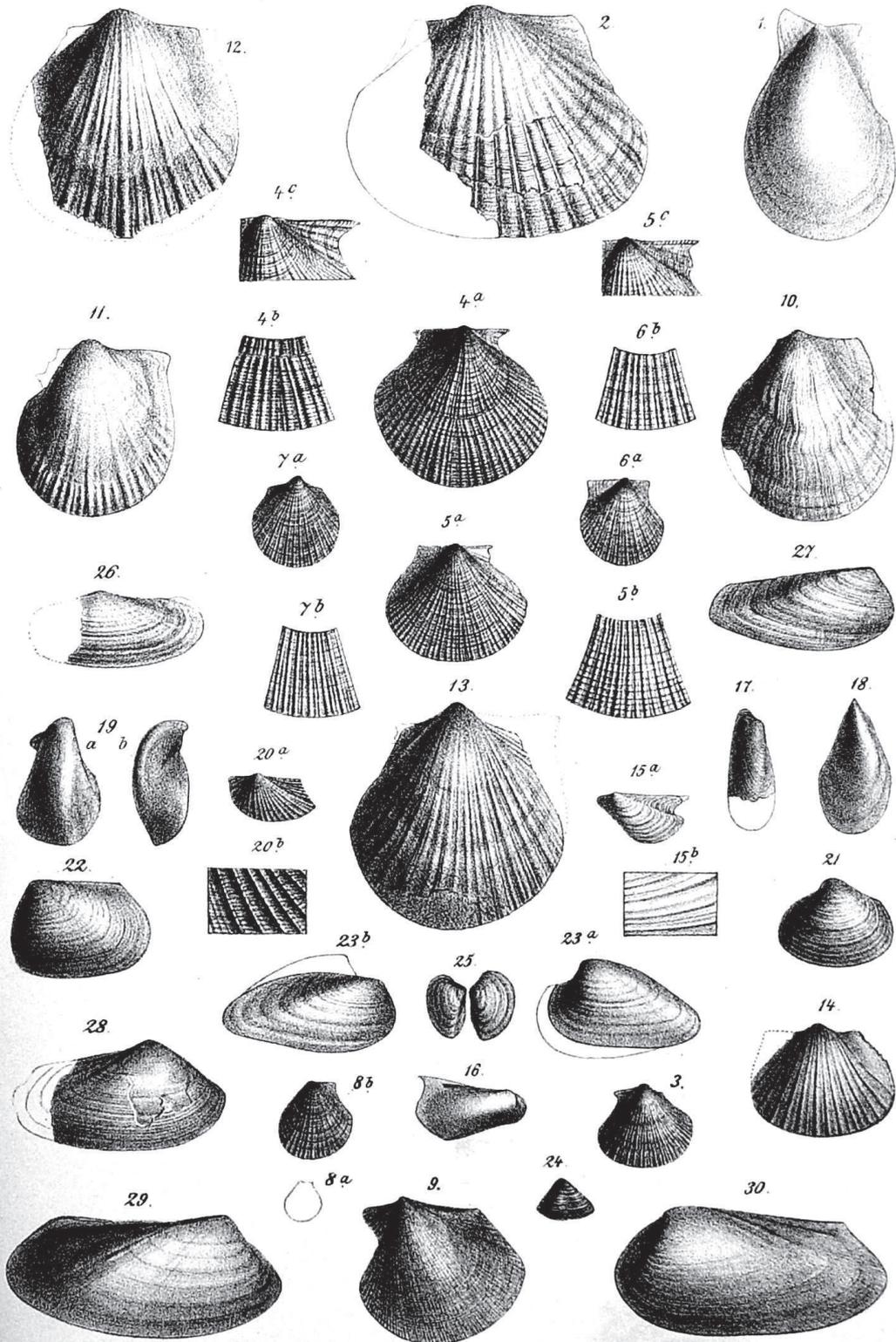
STACHE (1878) è stato il primo a descrivere bivalvi dalla Formazione a Bellerophon.

La sua collezione proviene dalle zone di Bulla e Balest (San Giacomo) in Val Gardena e Preroman in Val Badia, dal Monte Croce di Comelico e della zona di Auronzo. Purtroppo l'Autore ha usato per le sue descrizioni di specie nuove anche materiale in pessimo stato di conservazione, inoltre nelle illustrazioni molti esemplari sono stati completati nelle parti mancanti, spesso falsando l'aspetto reale del fossile.

STACHE (1878) ha descritto le seguenti 31 specie:

- *Allorisma* ? sp., Tav. 1, Fig. 26
- *Allorisma* ? sp., Tav. 1, Fig. 29
- *Allorisma* ? *tirolense* STACHE, 1878, Tav. 1, Fig.28
- *Anthracosia ladina* STACHE, 1878, Tav. 1, Fig.23
- *Arca* ? sp., Tav. 2, Fig.2
- *Avicula filosa* STACHE, 1878, Tav. 1, Fig.9
- *Avicula striatocostata* STACHE, 1878, Tav. 1, Fig.13
- *Avicula* ? *cingulata* STACHE, 1878, Tav. 1, Fig.12
- *Avicula* ? *cingulata* STACHE, 1878, Taf.4 Fig.11
- *Bakevellia ceratophaga* cf. SCHLOTHEIM, Tav. 1, Fig.15
- *Bakevellia* ? sp., Tav. 1, Fig.16
- *Cassianella* ? sp., Tav. 1, Fig.19
- *Conocardium* ? sp., Tav. 1, Fig.14
- *Edmondia radiata* cf. HALL, Tav. 1, Fig.22
- *Edmondia rudis* cf. MCCOY, Tav. 1, Fig.21
- *Hinnites crinifer* STACHE, 1878, Tav. 1, Fig.10
- *Leptodomus (Sanguinolites) sp.*, Tav. 2, Fig.1
- *Nucula beyrichi* cf. SCHAUR, Tav. 1, Fig.24
- *Nucula* ? sp., Tav. 2, Fig.4

- *Nucula ? sp.*, Tav. 2, Fig.3
- *Pecten mactatus cf.* KONINCK DE, Tav.7 Fig.3
- *Pecten pardulus* STACHE, 1878, Tav. 1, Fig.7
- *Pecten sp.*, Tav.7 Fig.4
- *Pecten (Aviculopecten) comelicanus* STACHE, 1878, Tav. 1, Fig.4
- *Pecten (Aviculopecten) coxanus cf.* MEEK et W., Tav. 1, Fig.3
- *Pecten (Aviculopecten) guembeli* STACHE, 1878, Tav. 1, Fig.5
- *Pecten (Aviculopecten) trinkeri* STACHE, 1878, Tav. 1, Fig.6
- *Pecten (Entolium ?) tirolense* STACHE, 1878, Tav. 1, Fig.1
- *Pecten (Vola ?) praecursor* STACHE, 1878, Tav. 1, Fig.2
- *Pleurophorus jacobii* STACHE, 1878, Tav. 1, Fig.30
- *Schizodus ? truncatus cf.* KING, Tav. 1, Fig.25



W. Liepoldt del. & lith.

Lith. Anst. v. Appel & Comp. Wien.

Jahrbuch der kk. Geologischen Reichsanstalt. Bd. XXVIII. 1878.

Fig. 2.1. I bivalvi della collezione STACHE (1878)

2.2. LA COLLEZIONE GORTANI (1906)

Il materiale della collezione GORTANI (1906) proviene dalla Carnia. Solo una parte della sua collezione è stata ritrovata presso il Museo di Paleontologia Giacomo Capellini dell'Università di Bologna.

GORTANI ha descritto le seguenti specie (con riferimento ai numeri delle figure originali delle tavole di GORTANI, 1906).

- 12 - *Liebea dieneri* GORTANI
- 13 - *Oxytoma vinassai* GORTANI
- 14 - *Hoernesia pironai* GORTANI
- 15 - *Pecten (Entolium) salinchieta* GORTANI
- 16 - *Avicula salvani* GORTANI
- 17 - *Oxytoma silverii* GORTANI
- 18 - *Gervillia incaroiana* GORTANI
- 19 - *Schizodus dubiiformis* WAAGEN
- 20 - *Myophoria carnica* GORTANI

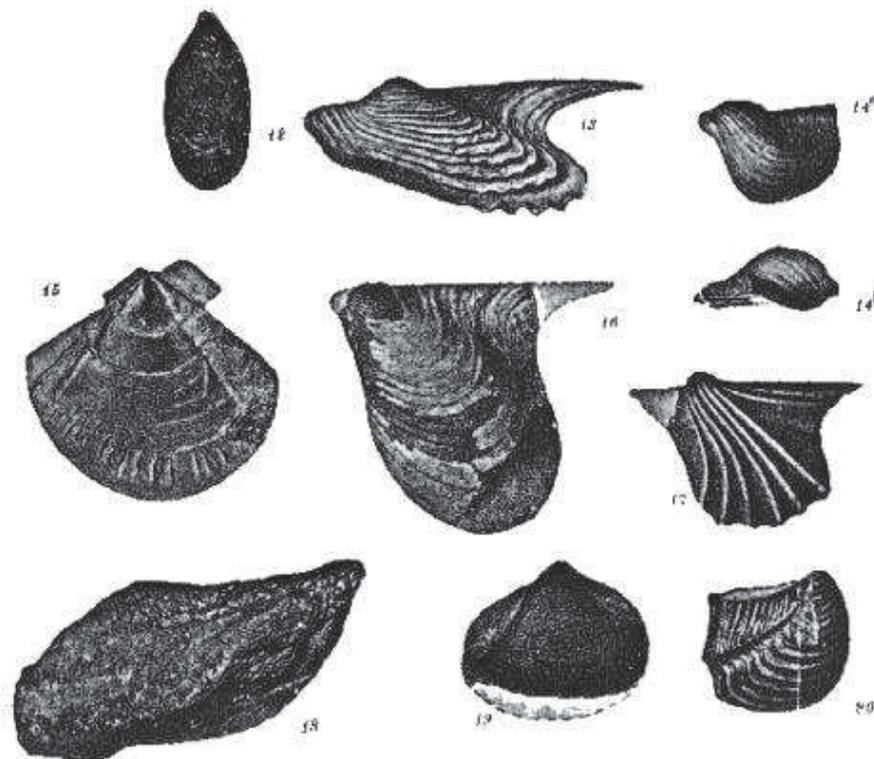


Fig. 2.2. Tavola IV (Gortani, 1906)

- 1,2 - *Pseudomontis forojuliensis* GORTANI
 3 - *Pecten pseudocaenus* GORTANI
 4 - *Pecten bellerophontis* GORTANI
 5 - *Lima footei* WAAGEN
 6 - *Pecten bellerophontis* GORTANI
 7 - *Pseudomontis irregularis* GORTANI
 8-9 *Pecten dichotomo-costatus* NETSCHAIEW

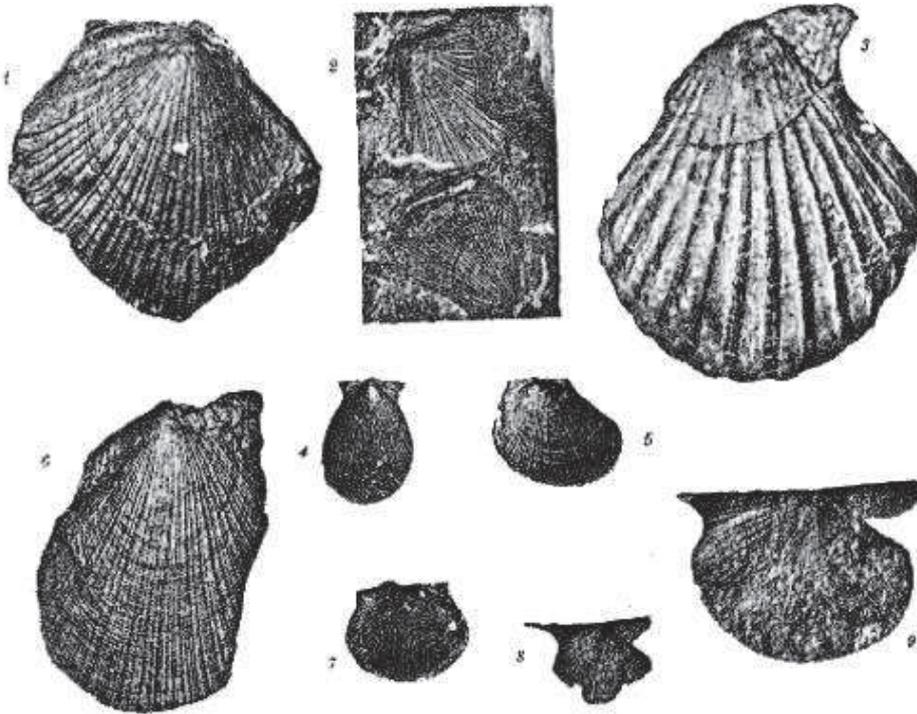


Fig. 2.3. Tavola V (GORTANI, 1906)

- 16, 19 - *Avicula striato-costata* STACHE var. *depressa* GORTANI
 17 - *Avicula striato-costata* STACHE var. *inflata* GORTANI
 18 - *Avicula striato-costata* STACHE var. *granulifera* GORTANI

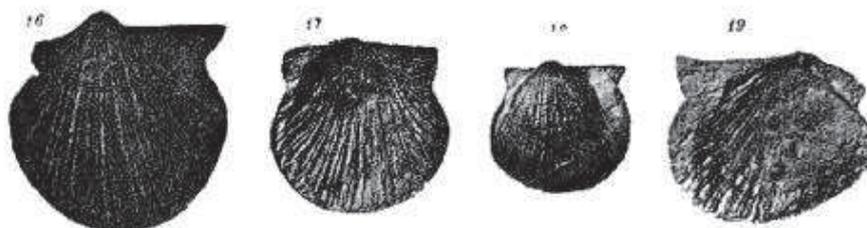


Fig. 2.4. Tavola VI (GORTANI, 1906)

2.3. LA COLLEZIONE OGILVIE GORDON (1927)

OGILVIE GORDON (1927) descrisse dei bivalvi dalla Formazione a Bellerophon del Monte Pic sopra S. Cristina e della zona di Plan presso Selva in Val Gardena.

L'Autrice ha indicato le seguenti specie:

- 1 – *Pecten comelicanus* STACHE
- 2a-c – *Pecten gümbeli* STACHE
- 3a, b – *Pecten trinkeri* STACHE
- 4 – *Allorisma depressa* n. sp.
- 5 – *Avicula stacheii* n. sp.
- 6 – *Edmondia* cf. *rudis* MCCOY
- 7 – *Edmondia* cf. *radiata* HALL
- 8 – *Bakevellia* cf. *ceratophaga* SCHLOTHEIM sp.
- 9a,b – *Cleidophorus* sp. STACHE
- 10 – *Aucella* cf. *hausmanni* GOLDFUSS

Ogilvie Gordon: Gröden, Fassa, Enneberg.

Tafel 1.



Fig. 1.6. Fossili illustrati da OGILVIE GORDON (1927, Tav. 1)

2.4. LA COLLEZIONE CANEVA STUDIATA DA MERLA (1930)

La collezione che fu raccolta da CANEVA (1906) e studiata da MERLA (1930) consiste di materiale proveniente dal Cadore e dal Comelico. L'Autore ha usato anche materiali in pessimo stato di conservazione.

2.4.1. Lista dei bivalvi della collezione MERLA,

- 1- *Aviculopecten praecursor* STACHE
- 2- *Pterinopecten dumontianus* HIND
- 3- *Pterinopecten* cfr. *granosus* HIND
- 4- *Pseudomontis (Eumorphotis) striatocostata* STACHE
- 5- *Chlamys pardula* STACHE
- 6- *Pecten (Entolium) salinchietti* GORTANI
- 7- *Pecten gümbeli* STACHE
- 8- *Pecten bellerophontis* GORTANI
- 9- *Mysidioptera* cfr. *multistriata* BROILI
- 10- *Pleuromictites monotideus* n. sp.
- 11- *Leiopteria* cfr. *obtusa* BITTNER
- 12- *Avicula genitrix* n. sp.
- 13, 14 - *Avicula* aff. *tofanae* BITTNER
- 15- *Allorisma dubium* WAAGEN
- 16- *Bakewellia ceratophaga* SCHLOTHEIM (ingr. 2 x)
- 17- *Myalina depressa* DE KONINCK
- 18- *Liebea hausmanni* GOLDFUSS
- 19- *Modiola megaloba* HIND
- 20- *Modiolopsis* cfr. *antiqua* BARRANDE
- 21- *Modiolopsis* sp. ind.
- 22- *Lithodomus carbonarius* HIND (ingr. 2x)
- 23- *Modiola* aff. *macadimii* HIND
- 24- *Palaeocorbis* sp. (ingr. 2 x)
- 25- *Protoschizodus inflatus* ROEMER
- 26- *Myophoria inaequicostata* KLIPSTEIN (ingr. 2x)
- 27- *Nucula beyrichi* (ingr. 2x)
- 28- *Sanguinolites* aff. *hybridus* DE KONINCK
- 29- *Allorisma* sp. ind. (ingr. 2x)
- 30- *Cardiomorpha* sp. aff. *Nysti* DE KONINCK (ingr. 3/2)
- 31- *Allorisma* (?) aff. *variabilis* HIND
- 32- *Sanguinolites* aff. *hybridus* DE KONINCK
- 33- *Cardiomorpha globata* DE KONINCK (ingr. 3/2)
- 34- *Pleurophorus jacobi* STACHE
- 35- *Leda* sp. ind.
- 36- *Allorisma dubium* WAAGEN

Nella tesi è stata adottata, ove possibile, la classificazione della classe Bivalvia proposta recentemente da CARTER *et al.* (2011) che ha anticipato l'uscita, ancora non avvenuta, del nuovo

volume del *Treatise on Invertebrate Paleontology*. Per la collocazione sopragenerica dei taxa rimanenti si è seguita la classificazione della Iª edizione del *Treatise on Invertebrate Paleontology* (MOORE Ed., 1969).

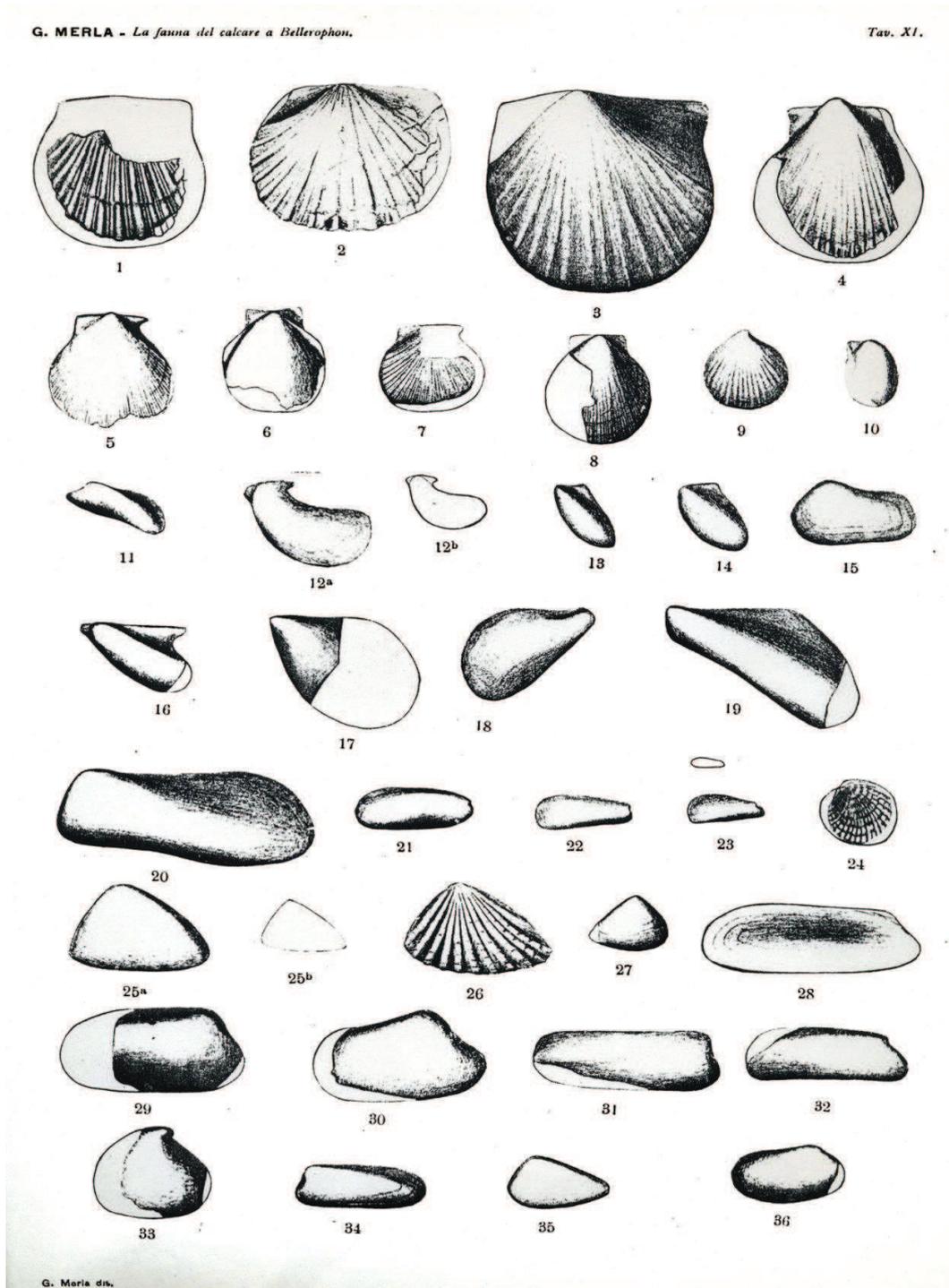


Fig. 1.7. I fossili della collezione CANEVA descritti da MERLA (1930)

3. INQUADRAMENTO STRATIGRAFICO E DESCRIZIONE DELLE SEZIONI STUDIATE

3.1. LA FORMAZIONE A BELLEROPHON

Nelle Alpi la successione del Permiano superiore è caratterizzata prevalentemente da depositi continentali come conglomerati e *red beds*, mentre condizioni marine sono presenti solo nelle Alpi Meridionali. In questa zona la successione permiana è rappresentata da due cicli tettonico-sedimentari separati da una lacuna stratigrafica durata 15-30 milioni di anni che corrisponde al Cisuraliano superiore e Guadalapiano (CASSINS *et al.*, CASSINS & PEDROTTI, 2007). Il ciclo superiore consiste di conglomerati continentali, *red beds* e depositi di mare basso conosciuti nella regione Dolomitica con il nome di Arenarie di Val Gardena, mentre in Lombardia sono conosciuti come Verrucano Lombardo. Alle Arenarie di Val Gardena segue la Formazione a Bellerophon.

HOERNES (1876) è stato il primo a descrivere questa unità litostratigrafica come *Bellerophonkalk*, il nome della quale deriva dal gasteropode *Bellerophon peregrinus* LAUBE, 1875. STACHE (1877, 1878) adotta il nome introdotto da HOERNES al plurale: *Bellerophonkalke*; mentre gli Autori italiani come MERLA (1930) usano il termine “calcari a Bellerophon”. Fu ACCORDI (1956) a introdurre il nome “Formazione a Bellerophon”, dividendola in due unità: la “facies fiammazza” (dalla Val di Fiemme), in basso, caratterizzata da depositi lagunari dolomitici e da evaporiti, e la sovrastante “facies badiota” (dalla Val Badia), rappresentata dai calcari fossiliferi (NERI, 2007). Questa bipartizione è stata abbandonata perché le diverse associazioni di litofacies si ripetono più volte all'interno della stessa successione (per es. nelle Dolomiti Orientali e in Carnia; FARABEGOLI *et al.*, 1986, 2007; MASSARI *et al.*, 1994).

Durante il Lopingiano nella parte più occidentale della Paleotetide tropicale si estendeva probabilmente un golfo coperto da acque basse e calde chiamato “Mare a Bellerophon”, lungo circa 300 km e largo circa 150 km, nel quale si sono depositati gli strati della Formazione a Bellerophon (ZIEGLER & STAMPFLI, 2001; FARABEGOLI *et al.*, 2007).

La Formazione a Bellerophon è composta principalmente nella parte basale da evaporiti solfatiche (gessi e anidriti) e dolomie e, nella parte alta, da marne, dolomie e calcari scuri da micritici a bioclastici. La formazione si estende geograficamente dalla Valle dell'Adige alla Carnia

(e oltre) (ASSERETO *et al.*, 1973; MASSARI *et al.*, 1994; CASSINIS & PEROTTI, 2007).

La successione permiana delle Alpi Meridionali presenta una generale tendenza trasgressiva, interrotta da alcuni episodi regressivi che hanno permesso di riconoscere diverse sequenze deposizionali trasgressivo-regressive di terzo ordine.

Verso la fine del Permiano una forte trasgressione raggiunge la Valle dell'Adige proveniente da nord-est (ASSERETO *et al.*, 1973; MASSARI *et al.*, 1994, MASSARI & NERI, 1997). In questo modo i sedimenti marini della Formazione a Bellerophon coprono le Arenarie di Val Gardena con la quale si interdigitano parzialmente. Alla Formazione a Bellerophon segue la Formazione di Werfen, alla base della quale si trova il limite Permiano-Triassico.

A partire dalla seconda metà degli anni '80 le Arenarie di Val Gardena e la Formazione a Bellerophon sono stati divisi in tre cicli trasgressivi-regressivi tettonico-sedimentari (FARABEGOLI *et al.*, 1986 e PERRI & FARABEGOLI, 2003).

MASSARI *et al.*, (1994) e MASSARI & NERI (1997) hanno invece diviso le stesse Formazioni in sei sequenze sedimentarie di terzo ordine. Basandosi sulle sezioni misurate per la tesi e su molte altre sezioni delle Dolomiti preferisco adottare il modello di questi ultimi Autori.

POSENATO (2010) introdusse il prefisso "Lo" per indicare queste sequenze sedimentarie. "Lo" sta per Lopingiano, usato anche per le prime due sequenze, nonostante la loro età non sia ancora stata definita (Guadalupiano superiore o Lopingiano inferiore) in mancanza di marker di zona (conodonti e ammonoidi), ma vengono comunque assegnate al Permiano superiore (CASSINIS & PEROTTI, 2007).

La sesta sequenza di MASSARI *et al.* (1994) corrisponde alla sequenza Sc 1 (Scitico 1) definita da DE ZANCHE *et al.* (1993). Dato che questa sequenza è prevalentemente del Triassico Inferiore e il piano dello Scitico è stato abbandonato, questa sequenza è stata indicata con Induano 1 (In 1) (POSENATO, 2010).

3.1.1. Le sequenze Lo 1 e Lo 2

Le prime due sequenze (Lo 1, Lo 2) sono rappresentate dalle Arenarie di Val Gardena con sedimenti di *sabkha* continentali e *alluvial fans*, mentre esistono alcuni depositi marini alla base del Lo 1 in Carnia, ma senza fossili con valore cronostratigrafico (SPALLETTA & VENTURINI, 1989; MASSARI *et al.*, 1994, POSENATO, 2010). La sequenza Lo 2 è rappresentata da depositi da *braidplain* a *footplain* (MASSARI *et al.*, 1994, POSENATO, 2010).

La prima incursione marina nelle Dolomiti occidentali avvenuta nella parte alta della sequenza Lo 2 è visibile alla sezione del Bletterbach dove si trova il cosiddetto "*banco a*

cefalopodi” (MUTSCHLECHNER, 1933; CONTI *et al.*, 1975, 1977; BROGLIO LORIGA *et al.*, 1988; MASSARI *et al.*, 1988, 1994). L'orizzonte marino, presente solo in questa località, é probabilmente imputabile a movimenti tettonici che hanno formato una depressione locale. La fauna di questo orizzonte è rappresentata prevalentemente da cefalopodi (nautiloidi, orthoceratidi) conservati spesso come impronte esterne e modelli interni. In letteratura sono stati citati molti generi di nautiloidi in nomenclatura aperta come *Lopingoceras* sp., *Tainoceras* sp., *Pleuonautilus* sp., *Mojsvaroceras* sp., *Metacoceras?* o *Thuringionautilus?*; *Stearoceras* e *Germanonautilus* (CONTI *et al.*, 1977; MASSARI *et al.*, 1988, BROGLIO LORIGA *et al.*, 1988). Probabilmente molti di questi esemplari appartengono in realtà ai primi rappresentanti di *Tirolonautilus* delle Dolomiti (PRINOTH & POSENATO, 2007). CONTI *et al.*, (1975) descrivono da questo orizzonte un piccolo bivalve di forma pettinide con coste radiali di primo e secondo ordine, ma in uno stato di conservazione troppo precario per darne una classificazione più precisa.

Non esiste un consenso unanime sull'età della parte basale delle Arenarie di Val Gardena, ma sembrano appartenere al Permiano superiore (Wuchapingiano; CASSINIS *et al.*, 2002; CASSINIS & PEROTTI, 2007).

3.1.2. La sequenza Lo 3

La sequenza Lo 3 comprende una successione di facies diverse che parte con i *red beds* delle Arenarie di Val Gardena nella Valle dell'Adige e prosegue verso est (Dolomiti e Carnia) con evaporiti solfatiche, marne, dolomie scure marnose e calcari neri della Formazione a Bellerophon (MASSARI *et al.*, 1994, POSENATO, 2010). Nelle Dolomiti occidentali questa sequenza trasgressiva-regressiva è caratterizzata dalla Formazione a Bellerophon che consiste principalmente di una facies evaporitica con cicli di gesso, marne grigie e dolomie cariate formatesi in ambienti di sabkha e lagune ristrette (BOSELLINI & HARDIE, 1973). In questo ambiente ipersalino solo poche forme di vita riuscirono a sopravvivere e così le faune sono molto scarse con rari bivalvi come *Bakevellia*, *Schizodus*, *Edmondia* e aviculopectinoidi insieme a poche alghe calcaree e foraminiferi euritopici (GIACOBBE, 1987; BROGLIO LORIGA *et al.*, 1988).

Nelle Dolomiti occidentali la successione evaporitica (150 m al Monte Seceda) termina con un orizzonte spesso da 2 m (Bletterbach) a 5 m (Seceda, Monte Balest) con dolomie marnose e marne dolomitiche che contiene un'abbondante fauna a molluschi, alghe verdi e rosse e foraminiferi (*Nautiloid and bivalve assemblage* di BROGLIO LORIGA *et al.*, 1988). Questo orizzonte fossilifero, l'*Orizzonte a Nautiloidi A* di POSENATO & PRINOTH (2004), rappresenta la superficie di massima ingressione della sequenza Lo 3 e si trova a pochi metri sotto la parte superiore regressiva della

sequenza (*Lingua di Arenarie di Val Gardena* di BROGLIO LORIGA *et al.*, 1988 o *Membro di Rio Bavaro* di FARABEGOLI *et al.*, 2007). Le faune più ricche di nautiloidi sono state rinvenute al Bletterbach, al Sasso Putia, al Russisbach (Val Badia) (BROGLIO LORIGA *et al.*, 1988), al Monte Seceda e Balest in Val Gardena (POSENATO & PRINOTH, 2004; PRINOTH and POSENATO, 2007). Queste faune sono dominate da *Tirolonautilus crux* (STACHE, 1877), una specie caratterizzata da una grande variabilità intraspecifica. La fauna a bivalvi e gasteropodi euritopici indica un ambiente stressato di una laguna ristretta con acque calde ipersaline (POSENATO, 2010).

La datazione dell'Orizzonte a Nautiloidi A è basata su dati palinologici. La base dell'orizzonte coincide al Bletterbach, o è collocata a pochi metri (15 m al Monte Seceda) dalla prima comparsa di *Lueckisporites parvus* che viene considerata di età Changhsingiana (PITTAU, 1999).

3.1.3. Le sequenze Lo 4 e Lo 5

Nelle Dolomiti occidentali le sequenze Lo 4 e Lo 5 sono rappresentate dalla Formazione a Bellerophon, formata prevalentemente da cicli *shallowing-up* di calcari bioclastici subtidali e dolomie cariate peritidali. La parte basale della sequenza Lo 4 è rappresentata da cicli di gessi, marne, arenarie e dolomie. Questa parte è seguita da marne nere e marroni, dolomie arenacee e calcari subtidali neri che contengono una ricca fauna caratterizzata da nautiloidi, brachiopodi, gasteropodi, bivalvi e alghe calcaree (STACHE, 1877, 1878; GORTANI, 1906; GORDON, 1927; MERLA, 1930; ACCORDI, 1956; LORIGA, 1960; PRATURLON, 1963; NOE, 1987; POSENATO & PRINOTH, 2004; PRINOTH & POSENATO, 2007). La sequenza Lo 4 contiene l'*Orizzonte a Nautiloidi B*.

Il limite di sequenza fra Lo 4 e Lo 5 non è facilmente determinabile in quest'area dato che non corrisponde a un cambiamento significativo della lito e biofacies (MASSARI *et al.*, 1994; POSENATO, 2010).

L'*algal assemblage* di BROGLIO LORIGA *et al.*, 1988 rappresenta comunità bentoniche pienamente marine di mare basso. La distribuzione delle facies indica una “rampa omoclinale inclinata leggermente verso est dove esistono le parti più spesse della successione” (MASSARI *et al.*, 1994). La parte principalmente di questa successione rappresenta la *facies badiota* di ACCORDI (1958), il nome della quale deriva probabilmente dalla sezione di Preroman presso San Martino in Badia, misurata per la prima volta in questa tesi.

L'Orizzonte a Nautiloidi B (ONB), spesso circa 2 m, viene interpretato come la superficie di massima ingressione (*maximum flooding surface*) della sequenza Lo 4. Questo orizzonte si trova al Monte Balest a 43 m (questa tesi), al Preroman a 47 m (questa tesi) e al Sasso Putia a 50 m

(BROGLIO LORIGA *et al.*, 1988) dal tetto della Formazione a Bellerophon.

Come indicato dal nome, questo orizzonte contiene una grande varietà di nautiloidi con ben cinque generi *Tainoceras*, *Tirolonautilus*, *Foordiceras*, *Liroceras* e *Peripetoceras*; (PRINOTH & POSENATO, 2007), i primi rappresentanti del genere *Comelicania* (brachiopodi) nelle Dolomiti occidentali (POSENATO & PRINOTH, 2004), molti *Bellerophon* e bivalvi del genere *Eumorphotis*, *Palaeolima*, *Marmaronia*, *Schizodus*, *Edmondia*, *Janeia*, *Permophorus*, *Pernopecten* e *Aviculopectinidae* gen. nov.

Questo orizzonte contiene la più grande varietà di molluschi dell'intera Formazione a Bellerophon, che indica un chiaro miglioramento delle condizioni marine rispetto al sottostante Orizzonte a Nautiloidi A. Tra i vari nautiloidi dell'Orizzonte B, solo *Tirolonautilus crux* e *Triolonautilus sebedinus* (STACHE, 1877) sono stati ritrovati in località situate al di fuori dell'area dolomitica. Soprattutto il rinvenimento da parte di CHIRAT *et al.*, (2006) di *T. crux* e *T. feltgeni* CHIRAT (= *T. sebedinus*, PRINOTH & POSENATO, 2007) nella Khuff Formation dell'Arabia Saudita a 15 m dal limite Permiano-Triassico rende questo genere un importante marker del Changhsingiano per gli ambienti di mare basso della Tetide tropicale (POSENATO, 2010).

L'età dell'Orizzonte a Nautiloidi B è basata prevalentemente su conodonti rinvenuti nella sezione di Ansiei nelle Dolomiti Orientali, (FARABEGOLI *et al.*, 2007) nello stesso livello a 45 m dal limite formazionale. Questa piccola fauna a conodonti contiene *Hindeodus typicalis* che è stato correlato con la zona a *Clarkina changxingensis*-*C. deflecta* del Changhsingiano superiore. Per questo motivo la parte superiore della sequenza Lo4 e la sequenza Lo 5 delle Dolomiti sono di età Changhsingiana (FARABEGOLI *et al.*, 2007).

Mentre la parte bassa della sequenza Lo 5 presenta condizioni pienamente marine con alghe, molluschi e foraminiferi, inclusi anche i fusulinidi, la parte superiore presenta un episodio regressivo regionale con comunità bentoniche di mare molto basso, di ambiente stressato con foraminiferi euritopici, ostracodi, bivalvi e piccoli gasteropodi (*Ostracod assemblage* di BROGLIO LORIGA *et al.*, 1988). Al tetto della successione Lo5 delle dolomie peritidali con tracce di radici e strutture di *mud cracks* indicano un'emersione subaerea (BROGLIO LORIGA *et al.*, 1988; MASSARI *et al.*, 1994; NEWTON *et al.*, 2004; FARABEGOLI *et al.*, 2007). Un esemplare piccolo di *Paratirolites*, il marker della penultima biozona ad ammoniti della Transcaucasia, rinvenuto nel detrito della parte alta della sezione del Monte Pic proverrebbe, in base alla litologia (calcare marnoso nero) e alla micro-biofacies con abbondanti ostracodi, dalla sequenza Lo 5 (POSENATO & PRINOTH, 1999).

3.1.4. La sequenza In 1 e l'estinzione di fine Permiano

Comprende la parte più alta della Formazione a Bellerophon (Membro di Bulla) di età Changhsingiana e la parte più bassa della Formazione di Werfen (Membri di Tesero e Mazzin) del Changhsingiano terminale-Induano (POSENATO, 2010).

Nelle Dolomiti l'estinzione di fine Permiano, il limite formazionale fra Formazione a Bellerophon e Formazione di Werfen e il limite cronostratigrafico fra Permiano e Triassico sono collocati all'interno di una successione che corrisponde alla parte bassa della sequenza In 1.

Questa successione spessa 3-4 metri, è stata suddivisa in cicli sedimentari/parasequenze di quarto ordine. Il limite formazionale fra Formazione a Bellerophon e Formazione di Werfen è collocato fra la parasequenza 1 (Membro di Bulla) e 2 (base del Membro di Tesero).

Il Membro di Bulla (parasequenza 1) rappresenta la parte più alta della Formazione a Bellerophon. Si tratta di un'unità regionale trasgressiva-regressiva spessa da 30 a 180 cm composta principalmente da calcari neri fossiliferi (PERRI & FARABEGOLI, 2003). Questa unità contiene l'associazione a *Nankinella* e *Comelicania* di BROGLIO LORIGA *et al.* (1988) dove appaiono 14 generi nuovi, fra i quali Comelicanie di grande taglia. Questa ricca fauna è in contrasto con le faune coeve della Slovenia, dell'Ungheria e della Turchia, molto impoverite. Probabilmente il Mare a Bellerophon fungeva da rifugio (POSENATO, 2010).

La parte più altra regressiva del Membro di Bulla è rappresentata da un sottile strato di packstone/grainstone (5-10 cm) con alcuni bioclasti rimaneggiati e ossidati che coincide con la fase principale dell'estinzione di fine Permiano (POSENATO, 2010). Questo strato si è formato fra l'abbassamento del livello del mare e la prima fase della trasgressione marina del Membro di Tesero. La parasequenza 2 è composta da grainstones/wackstones bioclastici e oolitici con una laminazione incrociata a *hummocky* e *unidirectional cross-bedding* del Membro di Tesero. Lo spessore massimo è di circa 1 m a Tesero, mentre manca completamente nelle Dolomiti Orientali e in Carnia. La parasequenza 2 registra il picco dell'estinzione che ha luogo tra il contatto formazionale ed i primi 20-30 cm del Membro di Tesero. Ben 20 generi scompaiono e questo rappresenta il 45% dei generi del Membro di Bulla. La parte inferiore del Membro di Tesero registra un tasso di estinzione del 70%. La durata di quest'estinzione sembra essere stata brevissima, dell'ordine di poche migliaia di anni (POSENATO, 2010).

La parasequenza 3 è caratterizzata da microbialiti e calcari bioclastici micritici e oolitici. Mentre nella sezione di Tesero dominano piccoli brachiopodi (*Orbicoelia*), a Bulla e al Sasso Putia i livelli basali marnosi contengono bivalvi del genere *Eumorphotis* (BROGLIO LORIGA *et al.*, 1988; NERI & POSENATO, 1999). Al tetto della parasequenza 3 (circa 2,8 metri sopra il limite formazionale alla sezione di Tesero) gli ultimi superstiti permiani si trovano in depositi progradazionali di high-

stand (ooliti bioclastiche, e packstone/grainstone intraclastici. NERI *et al.*, 1986; NOÉ, 1987; NERI & POSENATO, 1999). Presso la sezione di Tesero, a 1,4 m sopra il limite formazionale, NICORA & PERRI (in BERETTA *et al.*, 1999) hanno rinvenuto il conodonte *Hindeodus changxingensis*, che marca la omonima biozona (JIANG *et al.*, 2007; METCALFE *et al.*, 2007). La seconda fase di estinzione si svolge all'interno di questa biozona, situata fra la biozone ad *H. praeparvus* e *H. parvus*. L'ultima e definitiva fase di estinzione dei relitti di alghe permiane e foraminiferi avviene a Bulla a 80 cm sopra il FAD di *H. parvus* (a 2,3 m dal limite formazionale) ed è dunque pienamente triassica (FARABEGOLI *et al.*, 2007).

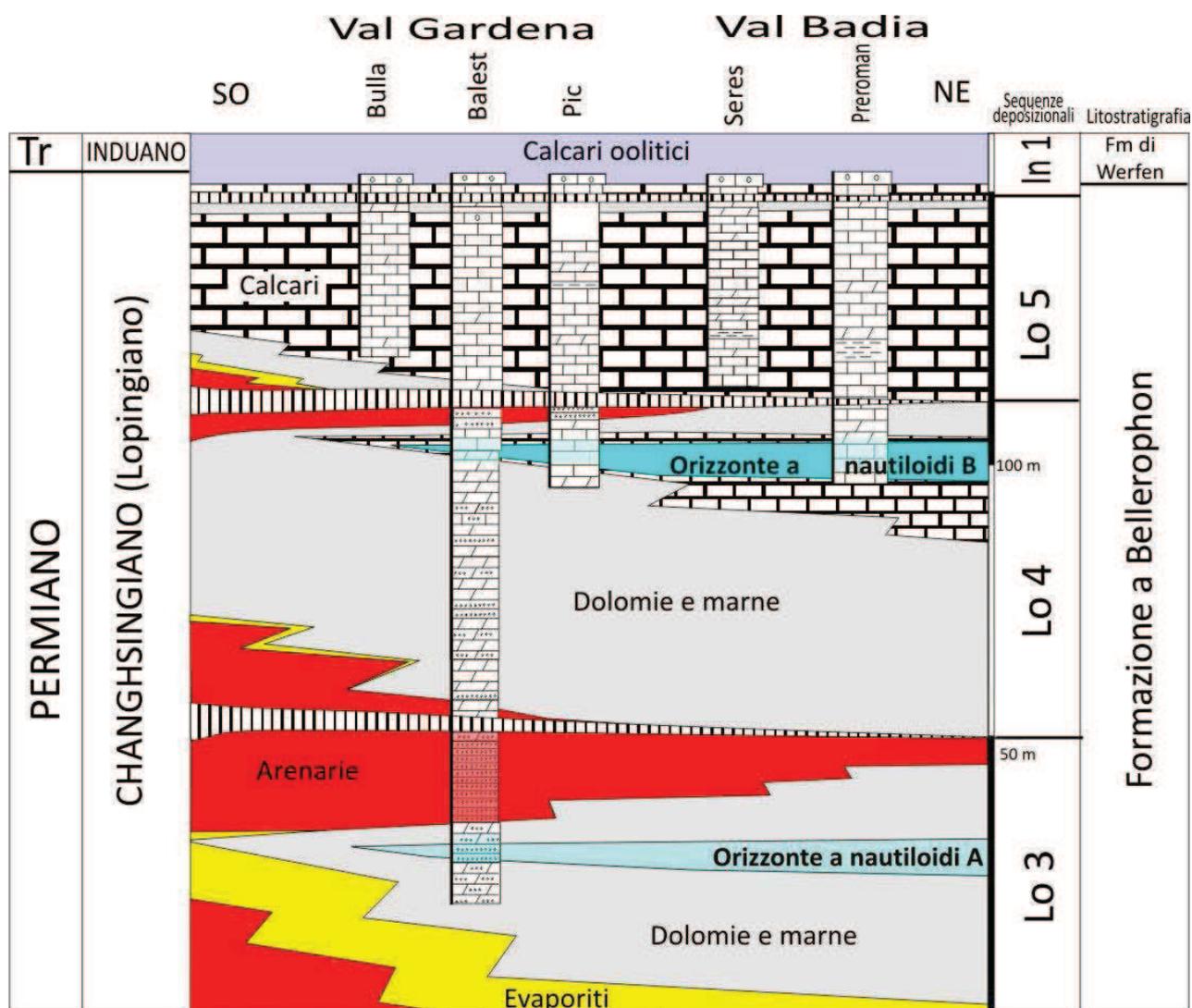


Fig. 3.1. Schema cronostratigrafico della successione del Permiano superiore delle Dolomiti occidentali (da NERI, 2007; modificato).

3.2. LITOFACIES DELLE UNITÀ CARBONATICHE DELLA FORMAZIONE A BELLEROPHON

Secondo BROGLIO LORIGA *et. al.*, (1986) le facies sedimentarie presenti nelle sequenze Lo 4 e Lo 5 registrano cicli trasgressivo-regressivi ciascuno dei quali è formato da una successione di calcari bioclastici ad alghe, foraminiferi e molluschi di *shallow shelf*, calcari marnosi e marne ad ostracodi di laguna ristretta, dolomie cariate e gessi peri-sopratidali.

Secondo questi Autori, i cicli hanno spessori di alcuni metri, sono dominati dai calcari bioclastici e dalle alternanze di marne e calcari di ambiente subtidale ed hanno un trend *shallowing-up*.

Le litofacies di ciascun ciclo sono le seguenti (dal basso verso l'alto):

A) Packstone e wackestone con foraminiferi, oncoidi, alghe, peloidi, frammenti di molluschi, echinodermi; packstone a bivalvi e grainstone bioclastici. Questa litofacies ha spessori variabili da 0,5 a 4 m ed è formata da strati spessi da pochi cm fino a 30 cm frequentemente separati da sottili intercalazioni marnose. La bioturbazione con *burrows* orizzontali è frequente. Le strutture sedimentarie sono solo raramente conservate. Esse sono rappresentate da stratificazione normale, anche con laminazione a *hummocky*; questo suggerisce un'origine di onde di tempesta per le parti grano-sostenute delle unità calcaree. La rarità di grainstone e la generale presenza di matrice micritica anche in litotipi più grossolani, indica che l'energia idrodinamica era abbastanza bassa.

B) Alternanze calcari-marne: consiste di una fitta alternanza di marne scure grigie-nere e di sottili packstone (raramente grainstone) tempestifici bioclastici a bivalvi, gasteropodi ed alghe. Le litofacies di tipo B possono essere intercalate a litofacies di tipo A o passare verso l'alto a litofacies di tipo C. Il contenuto fossilifero delle marne è dominato da ostracodi, rari foraminiferi a bassa diversità; i fusulinidi sono di regola assenti. Per queste ragioni, come per la posizione all'interno della sequenza, la litofacies B può essere interpretate come parte più interna dello *shelf* dominata da ambienti stressati e affetti da supporto terrigeno-fangoso (laguna ristretta).

C) Dolomie bioturbate con cavità da dissoluzione. Dolomie a granulazione fine e dolomie marnose, da ben stratificate a massicce, di colore da grigio chiaro a marrone, con profondi *burrows* verticali di tipo *Skolithos*, (meno frequenti sono le cavità centimetriche da dissoluzione). Sono presenti anche packstone dolomitici a stratificazione incrociata ad angolo basso con ostracodi, foraminiferi ed alghe. Questa litofacies può essere attribuita a condizioni intertidali che talvolta raggiunge la

zona sopratidale.

In alcune sezioni più vicine alla linea di costa nella sequenza Lo 4 è presente anche una litofacies con percentuali variabili di sedimenti silicoclastici.

D) Arenarie e calcari- dolomie- e marne arenacee. La presenza di resti di piante terrestri o *mud cracks* indica condizioni sopratidali mentre la presenza di *Lingula* indica un'ambiente di acque salmastre a forte supporto di materiale silicoclastico.

Questa litofacies può sostituire o essere intercalata alla litofacies di tipo A, B e C

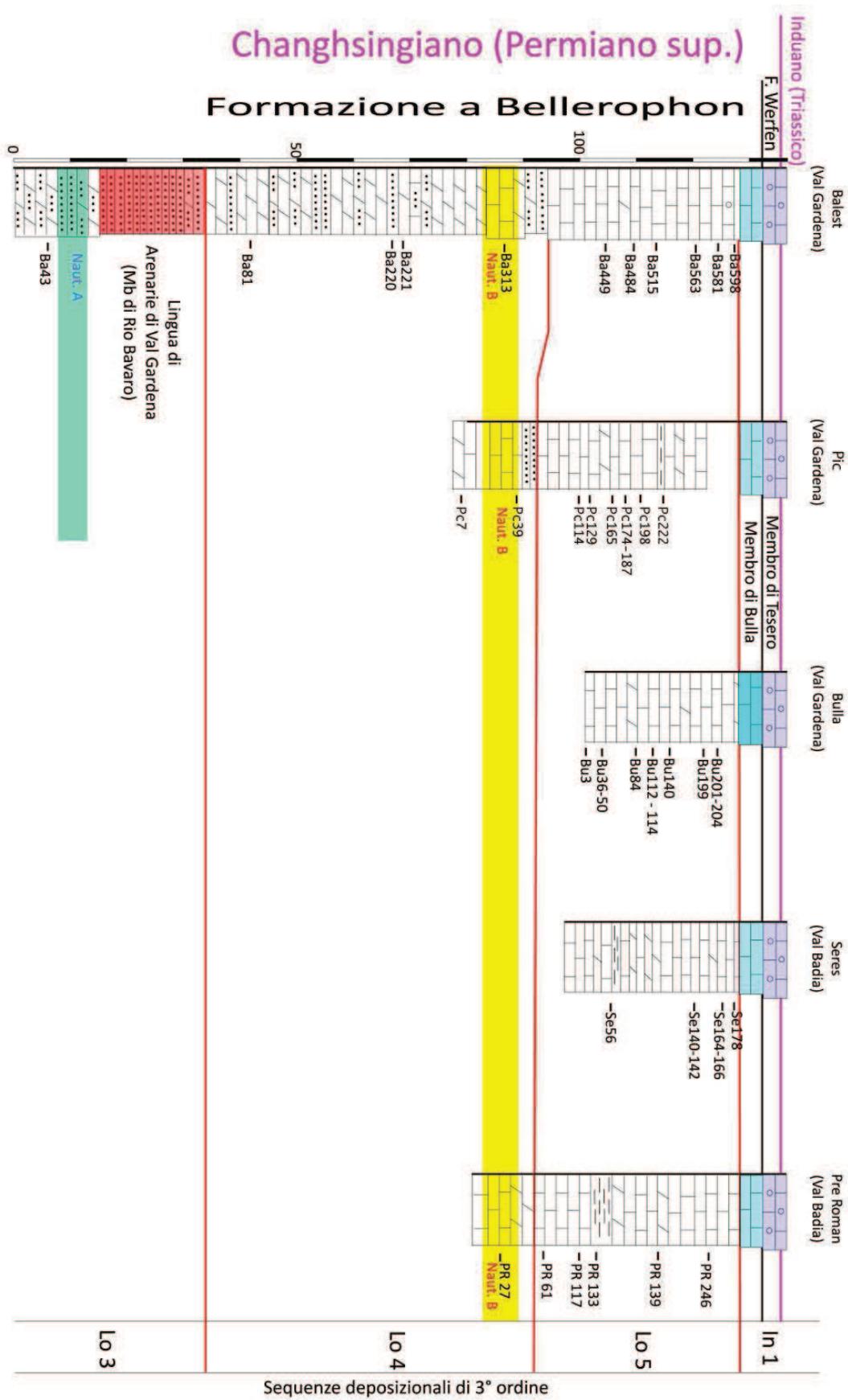


Fig. 3.2. Correlazione delle colonne stratigrafiche e gli strati con faune a bivalvi.

3.3. LA SEZIONE DI BULLA (VAL GARDENA)

Colonna stratigrafica Tav. 20

La sezione di Bulla si trova all'inizio della Val Gardena sul lato orografico sinistro del Rio Gardena sotto il paese di Bulla. La sezione rilevata per questa tesi non corrisponde con l'affioramento situato lungo il Geotrail di Bulla (sentiero geologico) dove è stato definito il parastratotipo per il limite Permiano-Triassico della Tetide occidentale (FARABEGOLI *et. al.*, 2007).

La sezione della tesi si trova a circa 600 m più ad est, sempre lungo la stessa parete.

Mentre lungo il Geotrail di Bulla, della Formazione a Bellerophon affiora solo il Membro di Bulla e pochi metri della sequenza Lo 5, alla sezione di Bulla della tesi sono esposti ben 31 m della parte sommitale della Formazione a Bellerophon.

Probabilmente i bivalvi descritti da STACHE (1878) provenienti dal “*brauner bivalvenreicher Stinkkalk der Pufler Schlucht*” (calcere maleodorante di colore marrone ricco in bivalvi della forra di Bulla) non provengono da questa sezione, dato che la Formazione a Bellerophon affiora parzialmente anche nel fondovalle presso il Rio Bulla.

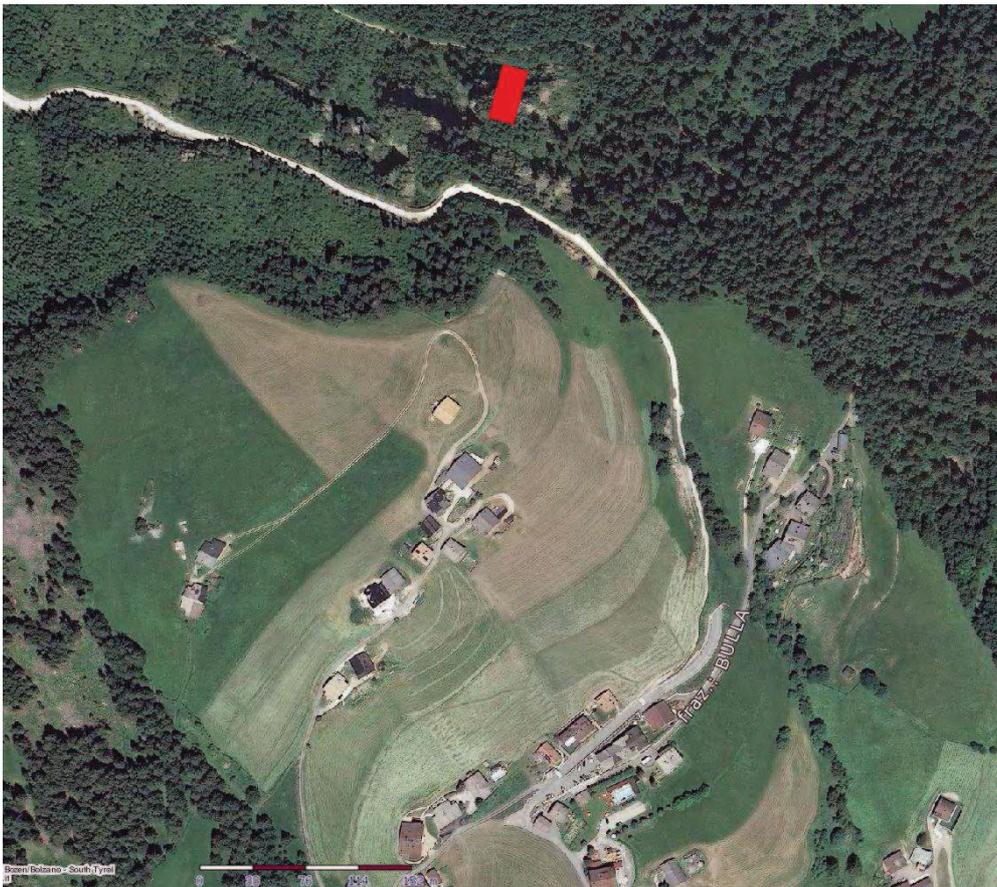


Fig. 3.3.1. Sezione di Bulla (linea rossa) con paese di Bulla (Val Gardena).

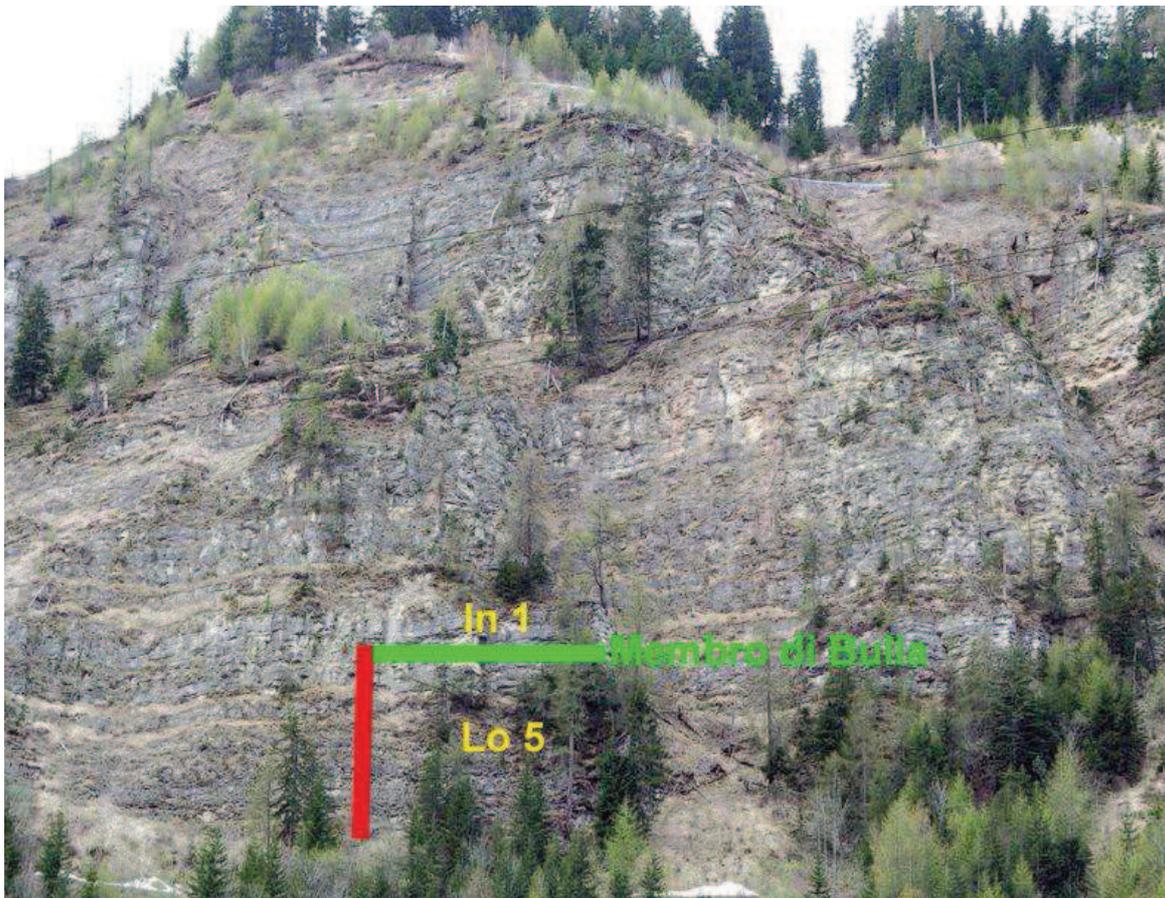


Fig. 3.3.2. La Sezione di Bulla è stata misurata e campionata lungo la parete posta sotto il paesino di Bulla. Nella figura sono indicati il Membro di Bulla e il limite di sequenza fra Lo 5 e In 1 (linea rossa = 31 m, sezione misurata).

DESCRIZIONE

La sezione misurata per 31 m comprende solo le sequenze deposizionali Lo 5 ed In 1 della Formazione a Bellerophon (POSENATO, 2010) ed è stata divisa in 7 unità (Membro di Bulla compreso), rappresentanti cicli trasgressivo-regressivi di 4° ordine.

Il limite Permiano-Triassico presso la sezione del Geotrail di Bulla è stato collocato a 130 cm dal limite formazionale fra Formazione a Bellerophon e Formazione di Werfen, in corrispondenza della prima comparsa del conodonte *Hindeodus parvus* (FARABEGOLI & PERRI, 1998).

Dato che la sezione di Bulla si trova a solo 600 m dalla sezione del Geotrail di Bulla, il limite Permiano-Triassico è stato collocato, nella sezione qui esaminata, alla stessa distanza dal limite formazionale. La sezione si trova in una parete ripida, spesso con parti coperte da vegetazione che hanno complicato il lavoro di rilevamento.

Sequenza Lo 5

Unità 1, BU 1-BU 56

L'unità 1 inizia con 2,8 m di strati sottili di calcare nero intercalati a strati di marna nera che diventano sempre più sottili verso l'alto. Gli strati di marna nera presentano una fitta bioturbazione a *burrows* orizzontali. In più strati calcarei sono presenti bivalvi Aviculopettinidi, talvolta anche con esemplari grandi.

Il tetto dell'unità è composto nell'ordine da uno strato spesso 20 cm di dolomia cariata, da uno strato spesso 1 m di calcare dolomitizzato e da strati di 25 cm di dolomia cariata; tutti gli strati sono di colore beige.

Unità 2, BU 57-BU 104

La base dell'unità 2 è composta da 1 m di calcare nero, talora cariato, con *burrows* verticali intercalato a lamine di marna nera.

I successivi 2 m sono coperti. L'unità continua con 60 cm di calcare nero con intercalazioni di marne nere. Seguono 1,4 m di calcari marnosi e marne nere.

Lo strato BU 84 contiene Aviculopettinidi. L'unità termina con 1 m di strati di calcare cariato con *burrows* verticali che diventano sempre meno spessi verso l'alto.



Fig. 3.3.3. Unità 2 con copertura e limite con unità 3, (scala 2 m).

Unità 3, BU 105-BU 123

Il banco basale di quest'unità, spesso 130 cm, è composto da calcari neri con superfici di strato ondulate. Lo strato BU 109 è formato da un calcare nodulare nero. Questo strato è identificabile anche al Monte Balest nella stessa posizione stratigrafica.



Fig. 3.3.4. Strato BU 109, calcare nero nodulare, (scala 60 cm).

Lo strato BU 112 presenta una ricca fauna a bivalvi con Aviculopettinidi, bivalvi fossatori e rari nautiloidi. Questo strato è identificabile anche nelle altre sezioni della Val Gardena e per il suo alto contenuto di bivalvi nella tesi viene chiamato Orizzonta a bivalvi della Val Gardena (OBVG).

L'unità si chiude con strati sottili di calcare nero e calcare marnoso intercalati a livelli di marna nera. Questi strati presentano bivalvi fossatori. Al tetto sono presenti 20 cm di calcare marnoso fittamente laminato.



Fig. 3.3.5. Unità 3 con gli strati fossiliferi (OBVG) BU 112 e BU 114. (Scala 1m).

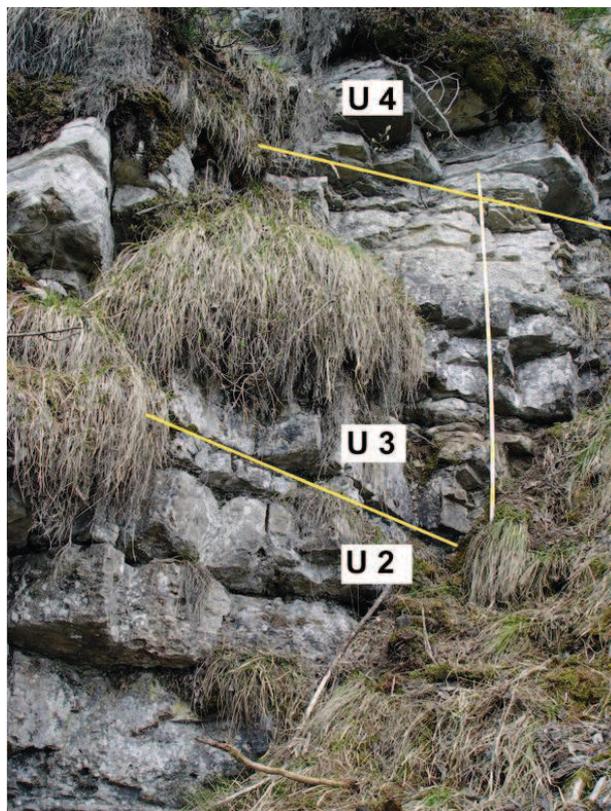


Fig. 3.3.6. Tetto dell'unità 2, unità 3 e base dell'unità 4. (Scala 2m).

Unità 4, BU 124-BU 184

Il banco basale di quest'unità è spesso 2 m e composto da strati di calcare nero.

Alla base sono presenti strati con superfici ondulate intercalati a livelli più spessi di marna nera. Lo strato BU 126 presenta piccoli noduli di selce nera.

Sono presenti strati con rari nautiloidi: *Tainoceras balestense* nello strato BU 135 e *Peripetoceras comploji* nello strato BU 139.

Seguono 1,4 m composti da sottili strati di calcare nero intercalati a lamine di marna nera e 80 cm di strati di calcare di colore beige, in parte con *burrows* verticali. Sono presenti rari nautiloidi.



Fig. 3.3.7. Banco basale dell'unità 4 fra gli strati BU 109 e BU 147; nello strato BU 126 sono presenti piccoli noduli di selce nera (scala 2 m).

L'unità si chiude con strati spessi 90 cm composti nell'ordine da calcare e calcare marnoso, da calcare cariato con *burrows* verticali e solo verso il tetto da calcare dolomitizzato, il tutto di colore chiaro (beige).

Tutti gli strati da BU 175 a BU 184 sono calcari di colore chiaro (beige), presentano in parte *burrows* verticali e assomigliano agli strati di dolomia di colore beige con *burrows* verticali che di solito chiudono i cicli di 4° ordine (litofacies di tipo C di BROGLIO LORIGA *et. al.*, 1986).

Qui si tratta probabilmente di dedolomiti che si formano quando la dolomite viene sostituito da calcite in rocce carbonatiche. Questa sostituzione si verifica principalmente quando acque meteoriche o ricche in solfati scorrono attraverso delle dolomie (BUGGISCH *et. al.*, 1994).

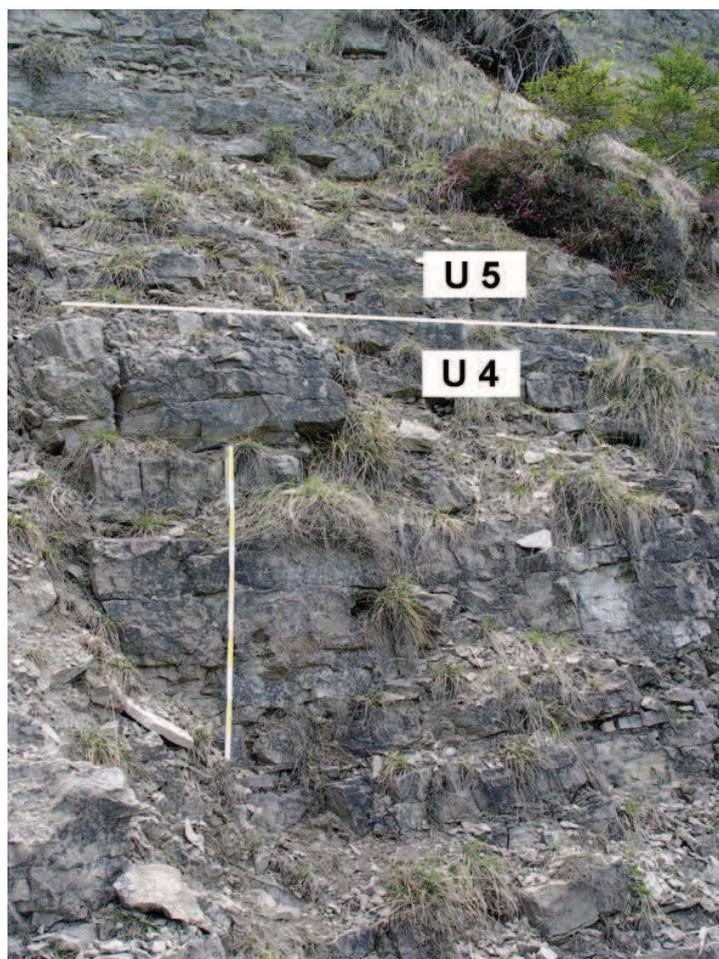


Fig. 3.3.8. Tetto dell'unità 4 e base dell'unità 5 (scala 1 m).

Unità 5, BU 185-BU 211

Il banco basale di quest'unità, spesso 120 cm, è composto da strati di calcare nero. Seguono 150 cm di strati composti da marne di colore beige e nero intercalati da strati di calcare nero, e strati spessi 2,3 m di calcare marnoso laminato e calcare marnoso, questi strati diventano più sottili verso l'alto. Lo strato BU 204 presenta piccoli bivalvi. L'unità si chiude con 3 m di strati di dolomie

marnose, che presentano, dove la superficie è erosa, una fittissima rete di *burrows* verticali ed orizzontali.

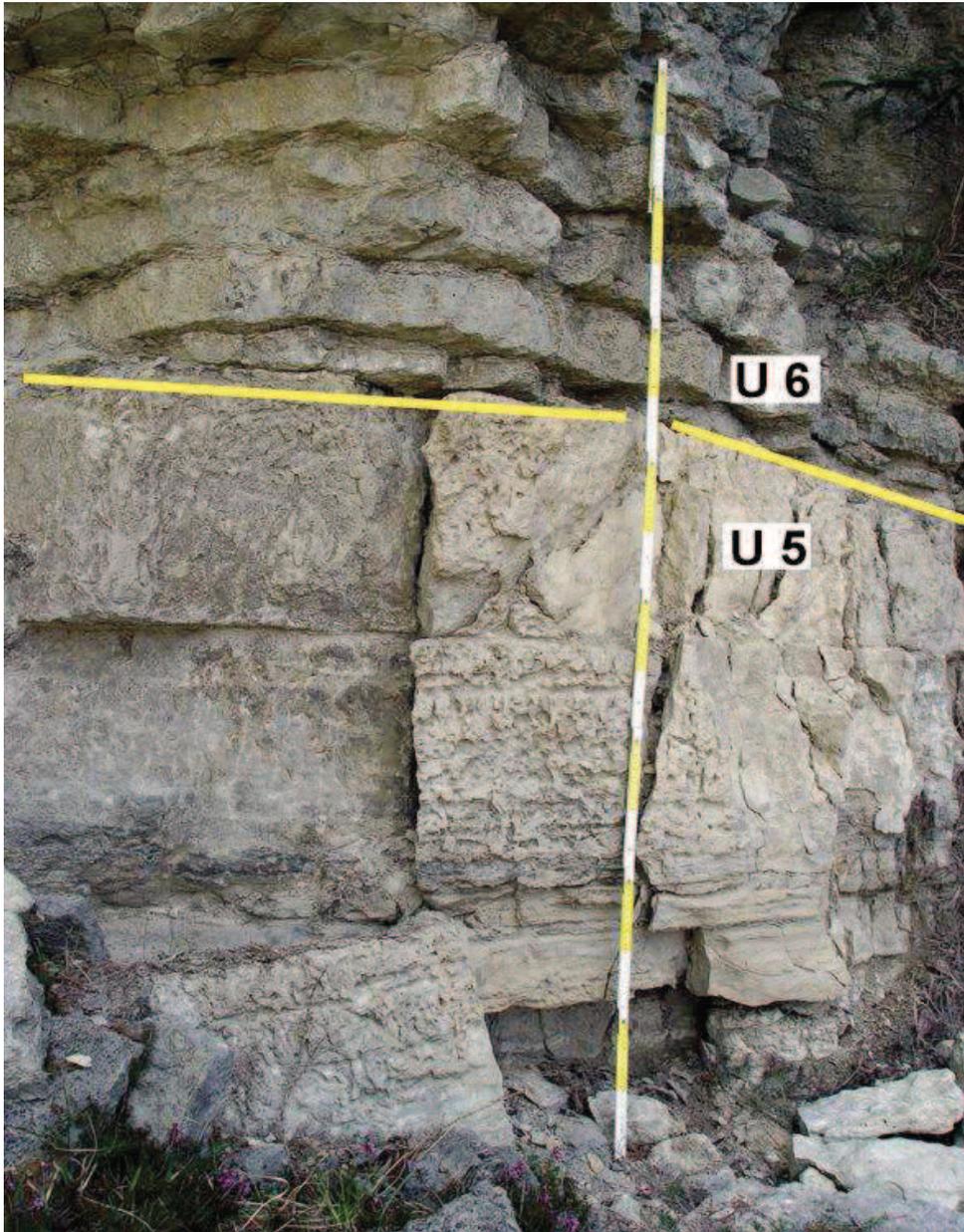


Fig. 3.3.9. Limite fra unità 5 e unità 6. Il tetto dell'unità 5 è composto da strati spessi di dolomie marnose con una fitta rete di *burrows* verticali ed orizzontali, (scala 2 m).

Unità 6, BU 212-BU 234

Il banco basale dell'unità 6 è spesso 180 cm e composto da strati di calcare nero intercalati a lamine di marna nera. Seguono 80 cm di strati più sottili di calcare marnoso sempre separati da lamine di marna nera. L'unità termina con uno strato spesso 70 cm di calcare marnoso di colore

beige. Con lo strato BU 234 termina la sequenza Lo 5 e inizia la sequenza In 1 con il Membro di Bulla.

Sequenza In 1

Membro di Bulla

Il Membro di Bulla che presenta la parte trasgressiva della sequenza In 1 è spesso 120 cm ed è composto da strati di calcare nero spessi circa 15 cm che talvolta presentano una superficie ondulata. Al tetto del Membro di Bulla compaiono dei grainstone che passano al calcare oolitico del Membro di Tesero dove è situato il limite formazionale fra la Formazione a Bellerophon e la Formazione di Werfen. Il Membro di Bulla a Bulla non presenta i tipici esemplari del brachiopode *Comelicania* perché l'ambiente marino era probabilmente troppo poco profondo. Sono invece presenti grandi esemplari di *Bellerophon* e di altri gasteropodi.

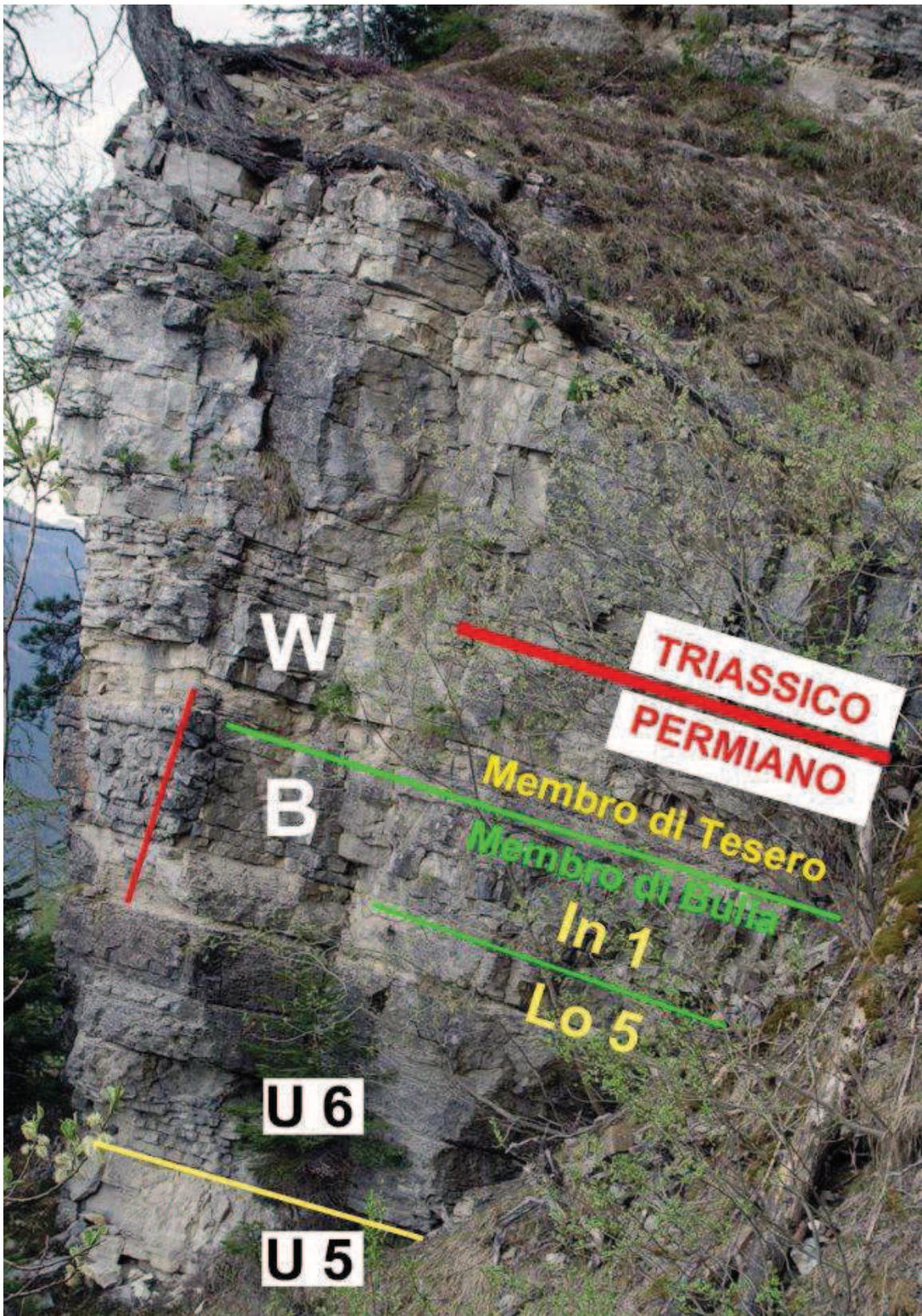


Fig. 3.3.10. Limite cronostratigrafico Permiano-Triassico, limite formazionale (W/B) fra Formazione a Bellerophon (Membro di Bulla) e Formazione di Werfen (Membro di Tesero), limite fra sequenza Lo 5 e In 1 e limite fra le unità 5 e 6 (linea rossa = 2 m).

3.4. LA SEZIONE DEL MONTE BALEST (VAL GARDENA)

Colonna stratigrafica Tav. 21, a, b, c, d.

La sezione del Monte Balest è situata a 2 km ad est del paese di Ortisei in Val Gardena ad una quota di 1700 m s.l.m ed è stata misurata per uno spessore di 130 m.

STACHE (1877) è il primo a segnalare questa località indicandola con il nome di S. Jacob (San Giacomo) descrivendone alcuni bivalvi provenienti dal “*gelblichen, an Bellerophon ten reichen Kalksandstein von S. Jacob*“ il “calcare arenaceo giallognolo ricco in Bellerophon di San Giacomo”. Questo calcare arenaceo, che presenta la parte alta dell'Orizzonte a Nautiloidi B, affiora solo al Monte Balest, anche se non è chiaro se i campioni di STACHE provengano dalla sezione o dal detrito che affiora nei dintorni del paesino di San Giacomo situato sotto il Monte Balest.

La successione stratigrafica è stata descritta per la prima volta da OGILVIE GORDON (1927) con il nome di “Profilo del Balest”. L'Autrice descrive la sezione completa del Balest dalle Arenarie di Val Gardena fino all'inizio del “Seiser Kalk” (Strati di Siusi Auct., Formazione di Werfen) indicando solo spessori stimati per le unità stratigrafiche.

MERLA (1930) segnala la località per il grande numero di esemplari di *Bellerophon* da lui rinvenuti. Una parte della sezione (20 m) è stata misurata e descritta da POSENATO & PRINOTH (2004). Per questa tesi è stata rilevata dettagliatamente la parte della Formazione a Bellerophon compresa fra l'Orizzonte a Nautiloidi A e il limite con la Formazione di Werfen.

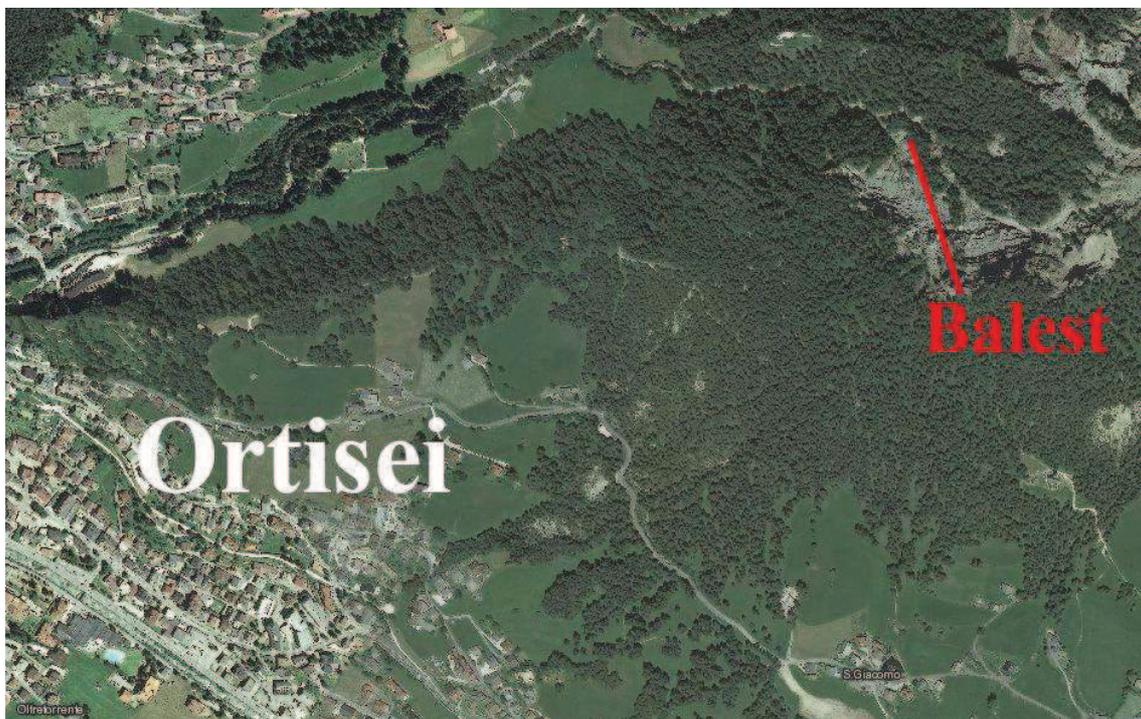


Fig.3.4.1. La successione permiana del Balest (linea rossa) presso Ortisei (Val Gardena)

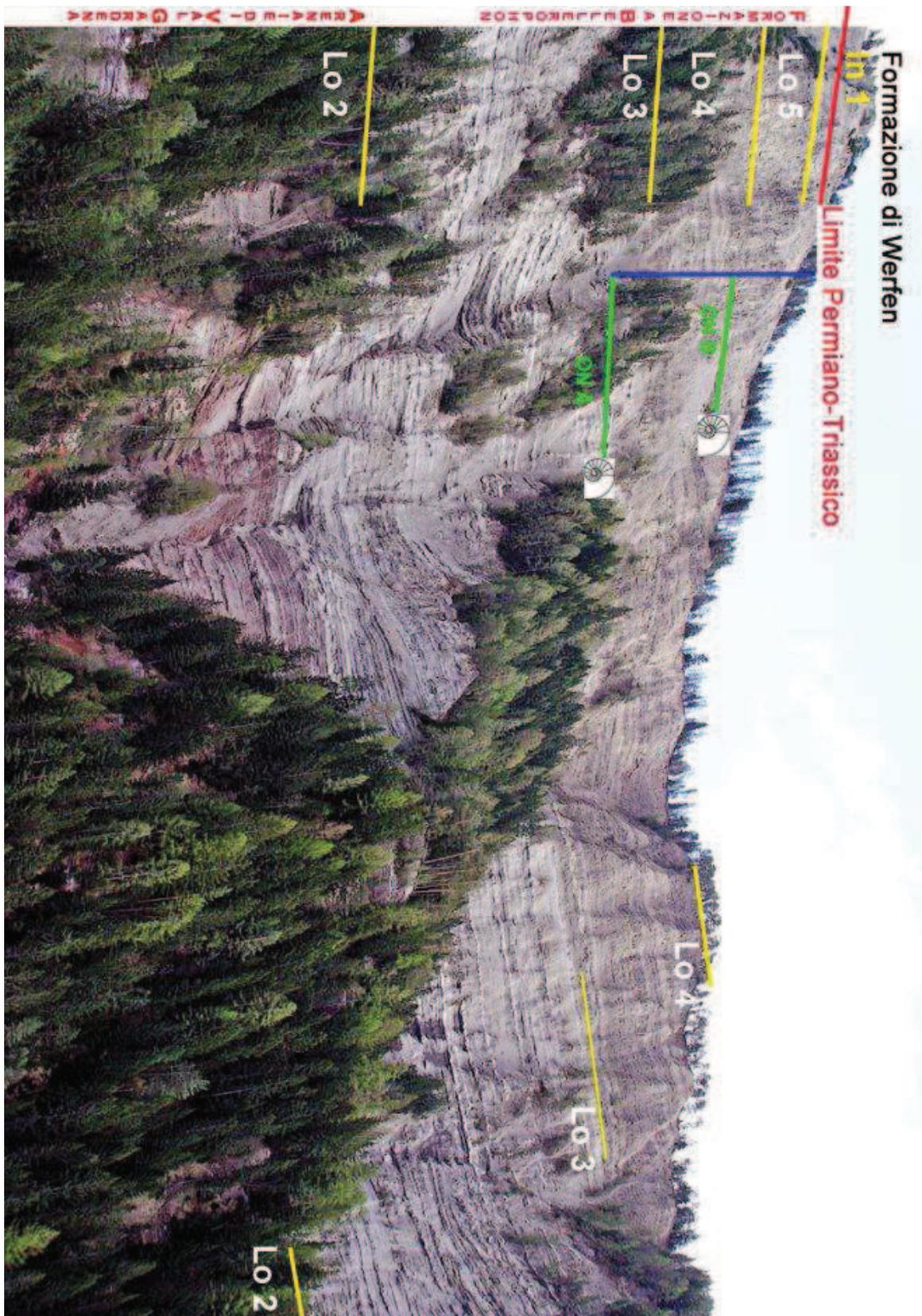


Fig.3.4.2. La parete ovest del Balest con i limiti delle sequenze deposizionali di 3° ordine. La linea blu (130 m) indica la successione considerata nella tesi. ON A, Orizzonte a Nautiloidi A; ON B, Orizzonte a Nautiloidi B.

DESCRIZIONE

La sezione è stata misurata su uno spessore di 130 m e ricade nelle sequenze Lo 3, Lo 4, Lo5 e In 1 di POSENATO (2010).

La successione è stata divisa in 27 unità (Membro di Bulla compreso), rappresentanti cicli trasgressivo-regressivi di 4° ordine.

Sequenza Lo 3

Unità 1, BA 1-BA 35

La base dell'unità è composta da uno strato spesso 30 cm di dolomia grigia con grandi esemplari del nautiloide *Tirolonautilus crux*, nautiloidi ortoconi e piccoli bivalvi.

Seguono 3 m di strati composti nell'ordine da gessi nodulari, dolomie gessose e dolomie arenacee intercalati a sottili strati di marne arenacee. L'unità viene chiusa da alcuni strati di dolomia cariata.

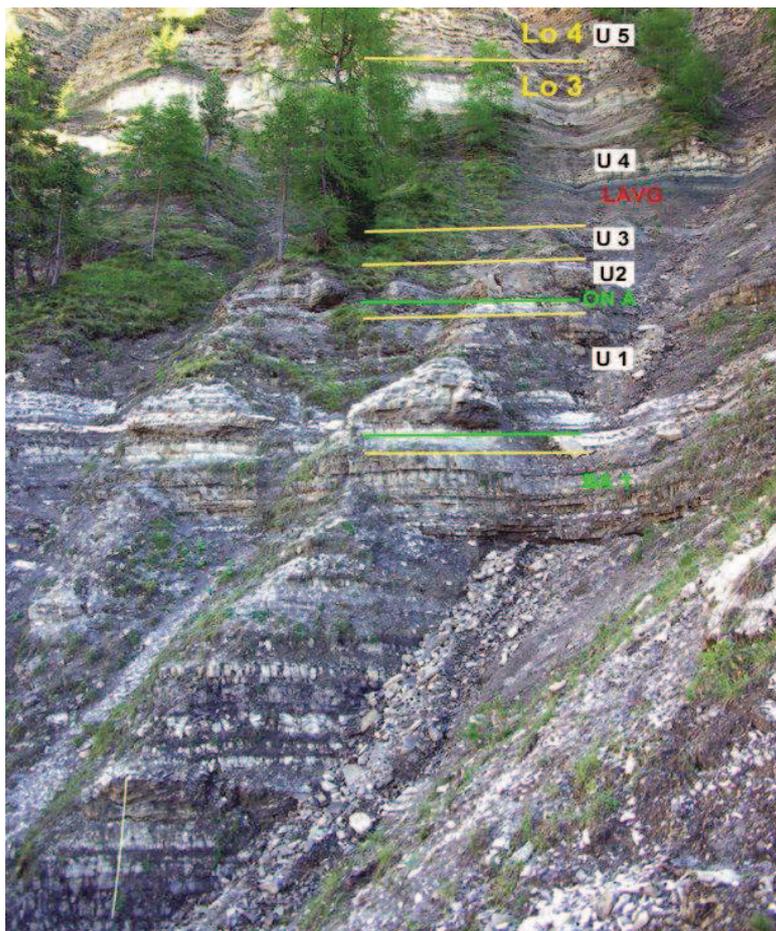


Fig. 3.4.3. Parte inferiore della successione studiata; ON A, Orizzonte a Nautiloidi A; limite fra le sequenze deposizionali Lo3 e Lo 4; LAVG, (lingua di Arenarie di Val Gardena); scala 2 m.

Unità 2, BA 36-BA 42 (Orizzonte a Nautiloidi A)

Alla base di quest'unità sono presenti due strati spessi 15 cm ciascuno di dolomia di colore grigio chiaro intercalati da strati sottili di marne nere. Lo strato BA 39 contiene una ricca fauna con *Tirolonautilus crux* e *Peripetoceras comploji* (quasi tutti frantumati o conservati come mezzi nautiloidi), nautiloidi ortoconi, microgasteropodi (non *Bellerophon*) e bivalvi Aviculopettinidi e fossatori. Questo strato rappresenta l'Orizzonte a Nautiloidi A, riscontrabile in varie località come al Bletterbach ed al Russibach (Val di Funes) ed equivale al “*Nautiloid and bivalve assemblage*” di BROGLIO LORIGA *et. al.* (1988), che rappresenta la superficie di massima ingressione (*maximum flooding surface*) della sequenza Lo 3. L'unità prosegue con 1 m di dolomie gessose e termina con uno strato di dolomia con noduli di gesso spesso 30 cm.

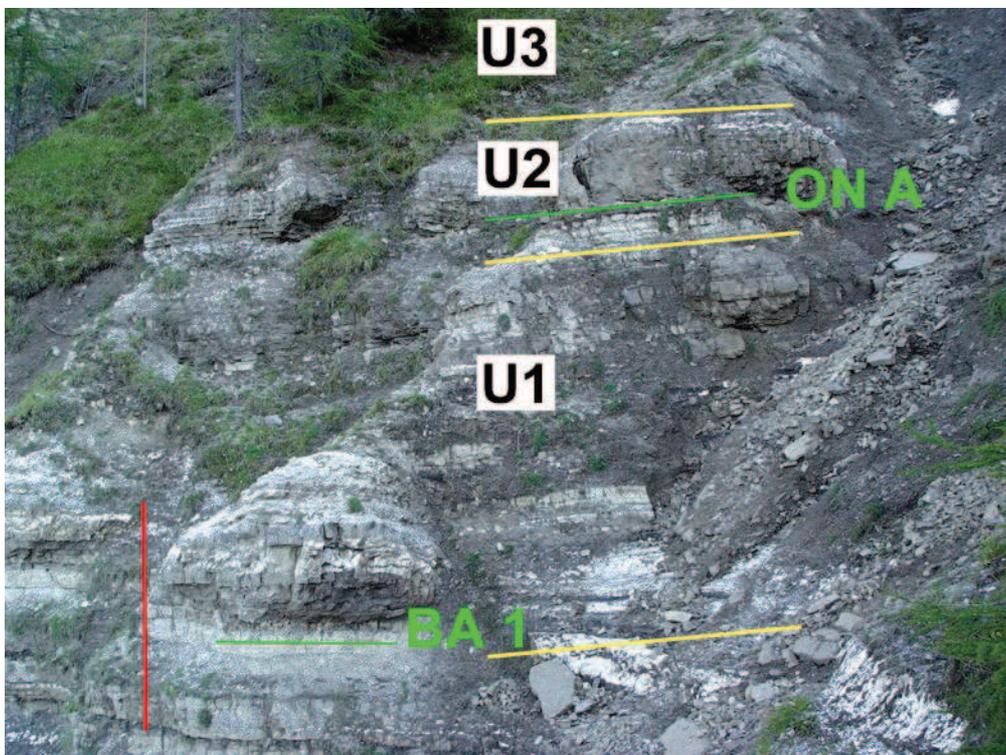


Fig. 3.4.4. Unità 1, 2 e 3; ONA, Orizzonte a Nautiloidi A, linea rossa = 1 m.

Unità 3, BA 43-BA 45

La base dell'unità 3 è composta da uno strato massiccio di dolomia grigia spesso quasi 50 cm che contiene esemplari di bivalvi Aviculopettinidi.

L'unità continua con 2,5 m di dolomie gessose e termina con 2,5 m di dolomie con noduli di gesso.

Unità 4, BA 46-BA 63 (Lingua di Arenarie di Val Gardena)

La base dell'unità 3 è composta da uno strato massiccio di dolomia grigia spesso quasi 50 cm. Seguono 3 m di dolomie arenacee e 16 m di arenarie più o meno fini, con un'alternanza di strati di colore verde e giallo-beige. Questa unità rappresenta la “Lingua di Arenarie di Val Gardena” di BROGLIO LORIGA *et. al.*, (1988) o del “Membro di Rio Bavaro” di FARABEGOLI *et. al.*, (2007). L'unità registra la parte superiore regressiva della sequenza Lo 3 che termina con il tetto dell'unità 4.

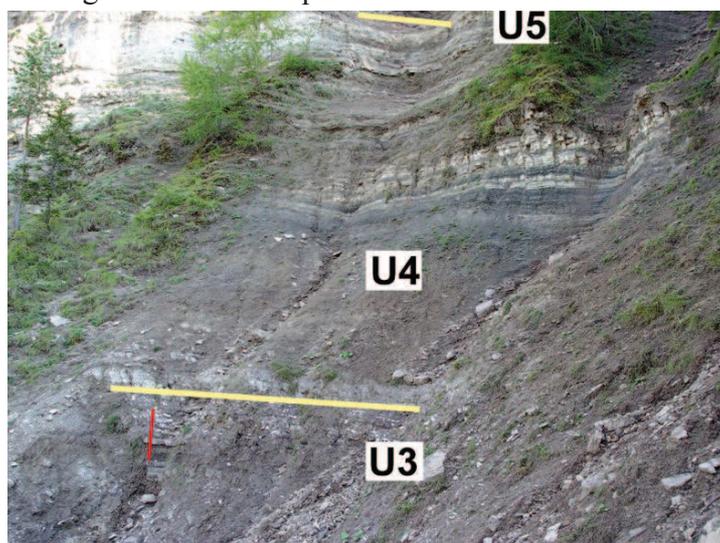


Fig. 3.4.5. Unità 3 (U 3) e limite con unità 4 (U4), linea rossa = 1m.

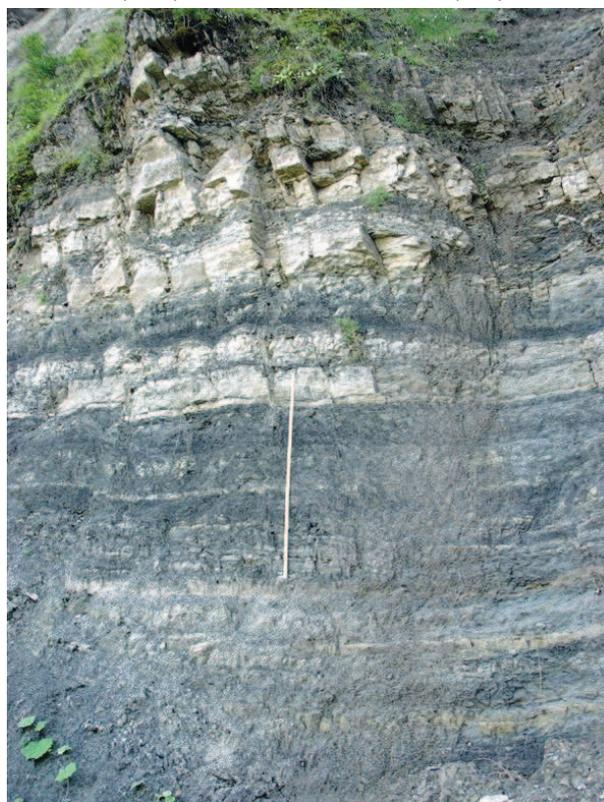


Fig. 3.4.6. Lingua di Arenarie di Val Gardena, scala 1 m.

Sequenza Lo 4

Unità 5, BA 64-BA 78

L'unità 5, spessa 2,7 m, è composta da 4 strati di dolomia intercalati da altrettanti strati più spessi o altrettanto spessi di arenaria. Il primo strato di dolomia misura 35 cm e lo strato di arenaria che segue è spesso 60 cm.

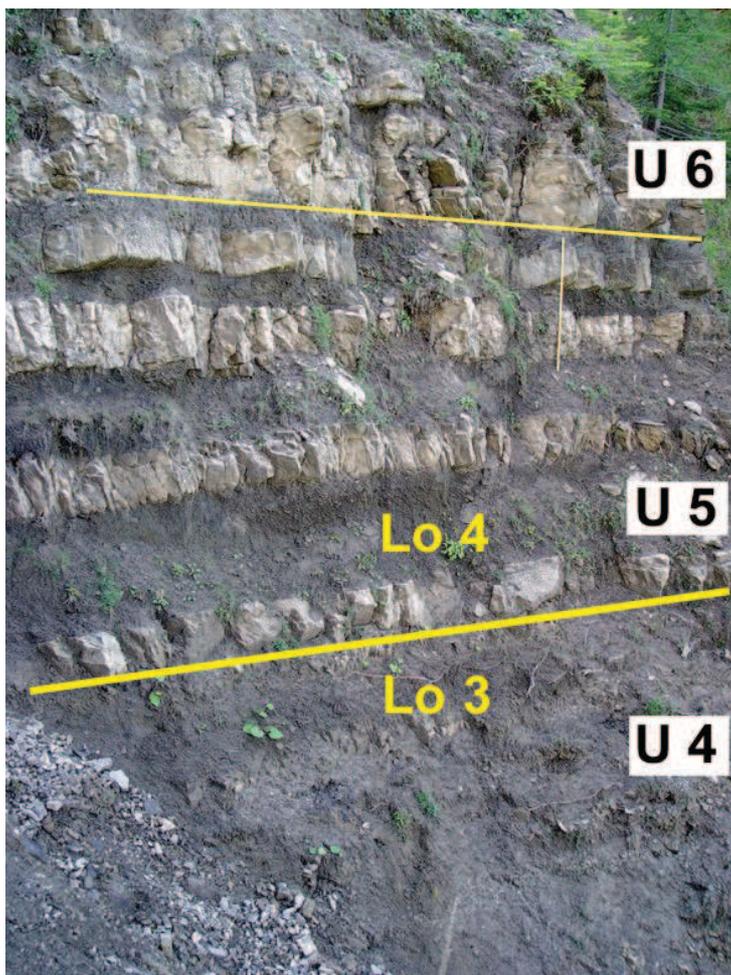


Fig. 3.4.7. Limite fra le sequenze deposizionali Lo 3 e Lo 4, scala 1 m.

Unità 6, BA 72-BA 75

Il banco basale di quest'unità è formato di uno strato spesso 80 cm di dolomia. L'unità termina con quasi 2 m di arenarie.

Unità 7, BA 76-BA 89

Quest'unità presenta un banco basale spesso 2,4 m composto da strati di dolomia intercalati a lenti di marna nera. Seguono strati di arenarie e dolomie arenacee e 120 cm di strati di dolomia intercalati ad arenaria e marna nera. L'unità termina con 60 cm di arenarie.

Lo strato BA 81, composto da dolomia di colore beige, contiene una fauna a bivalvi oligospecifica ma ricchissima in esemplari dominata da bivalvi fossatori e con rarissimi esemplari di bivalvi Aviculopettinidi.

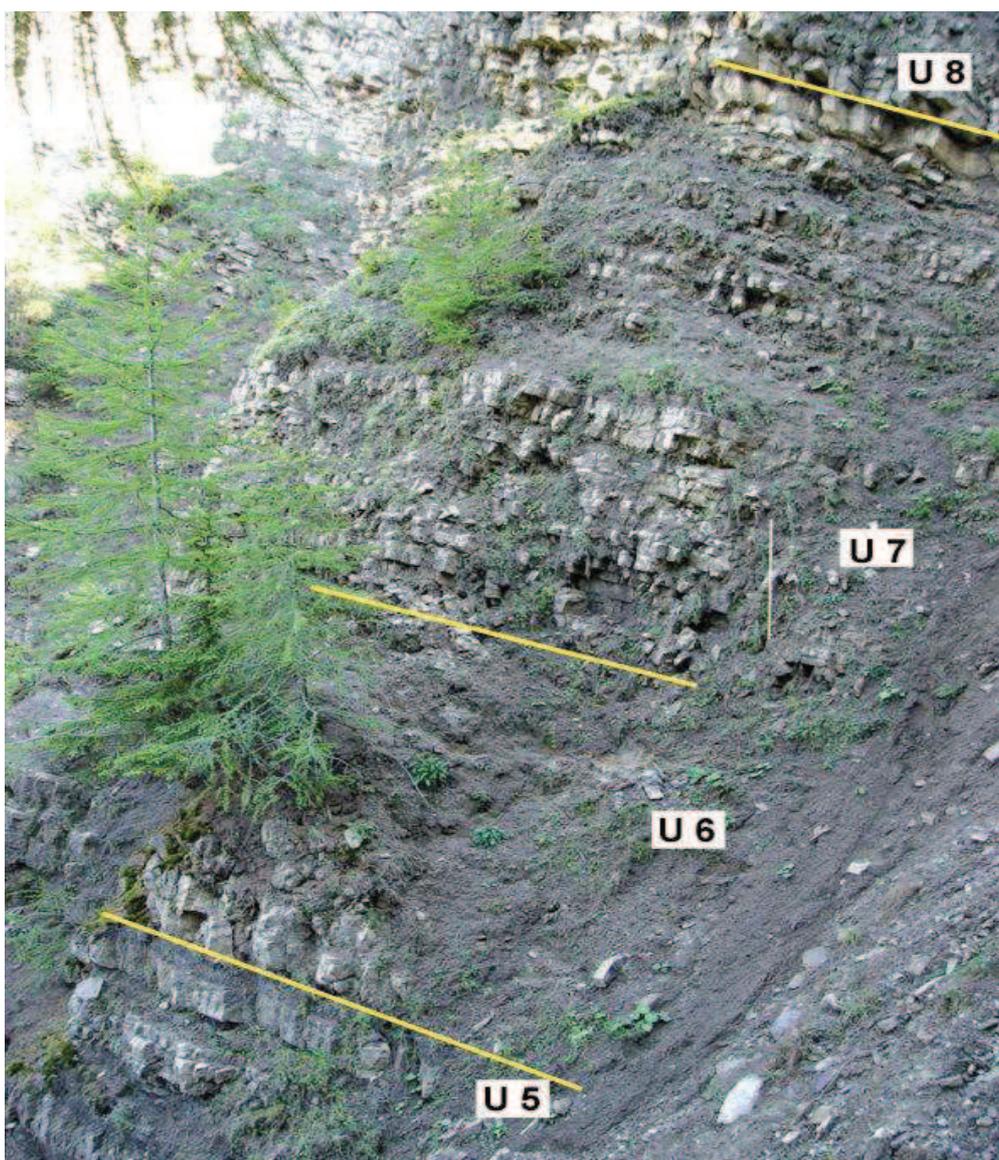


Fig. 3.4.8. Unità U5, U6, U7 e base dell'unità U8, scala 1 m.

Unità 8, BA 90-BA 104

Questa unità inizia con un banco spesso 1,5 m composto da un'alternanza di dolomie e dolomie arenacee. L'unità termina con circa 3 m di strati di arenarie e dolomie arenacee.

Unità 9, BA 105-BA 127

Il banco basale di quest'unità è spesso 1,7 m ed è composto da un'alternanza di dolomie e dolomie cariate; seguono due strati massicci di dolomia, ciascuno spesso 40 cm, intercalati da lenti di marna nera. L'unità termina con 3,5 m di strati composti nell'ordine da arenarie, arenarie dolomitizzate, dolomie arenacee e marne dolomitizzate

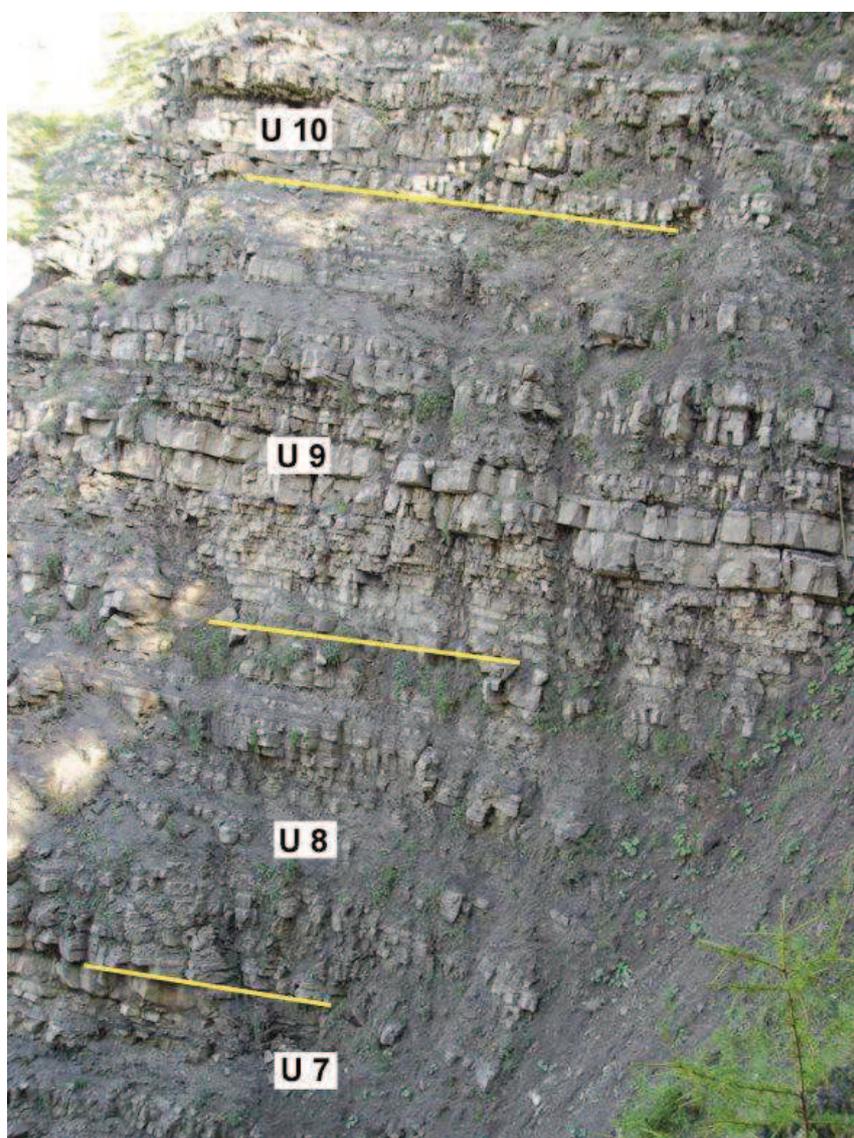


Fig. 3.4.9. Unità U 7, U 8, U 9 e U 10, scala 1 m.

Unità 10, BA 128-BA 157

Il banco basale di quest'unità è spesso 2,5 m ed è composto da strati di dolomia intercalati da lenti di marna nera. Seguono quasi 2,5 m di strati di dolomia alternati a strati di dolomia marnosa e marna dolomitizzata.

Unità11, BA 158-BA 194

Il banco basale di quest'unità è spesso quasi 5 m ed è composto da strati di dolomia intercalati a strati di dolomia carinata, marna dolomitizzata e marna nera. L'unità termina con uno strato spesso 1m di marne dolomitizzate.

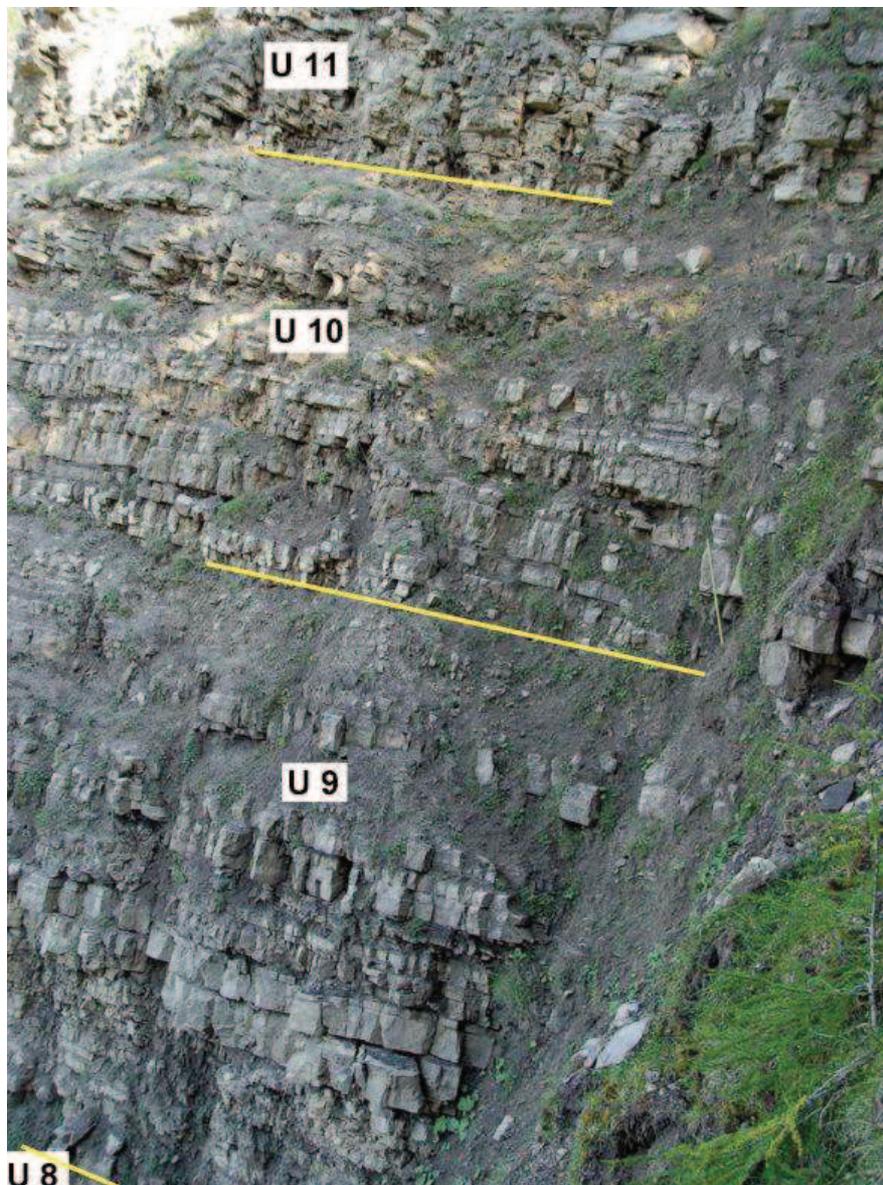


Fig. 3.4.10. Unità 9 a unità 11, scala 1 m.

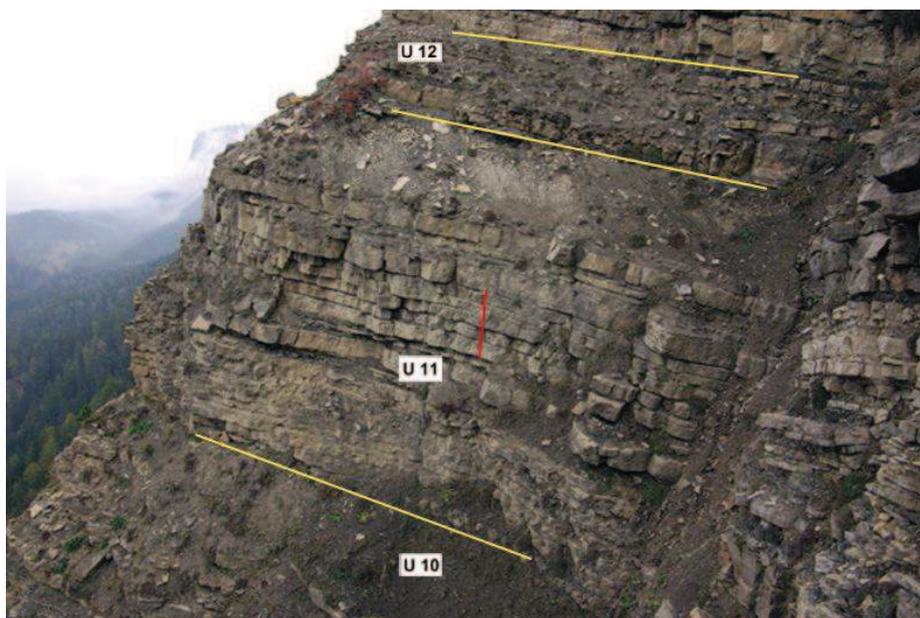


Fig. 3.4.11. Unità 10, unità 11 e unità 12, scala 1 m.

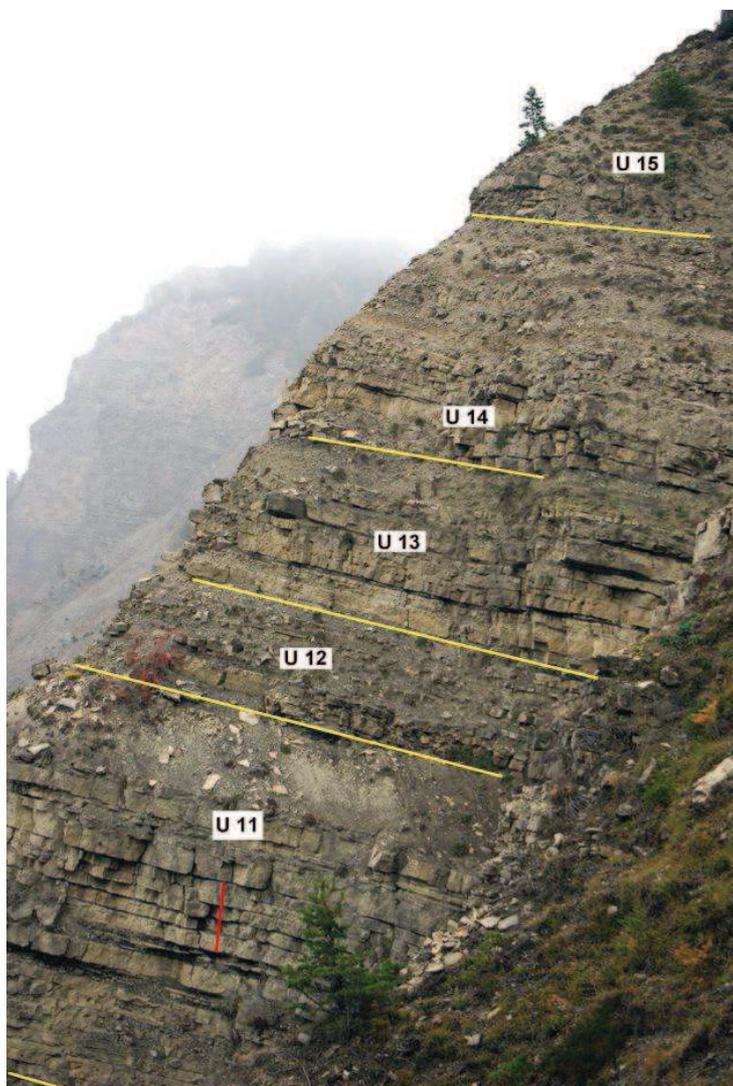


Fig. 3.4.12. Unità 11 - 15, linea rossa = 1m.

Unità12, BA 195-BA 205

Il banco basale è composto da uno strato di dolomia spesso 60 cm, l'unità termina con 3 strati di dolomia laminata, ciascuno spesso 20 cm, alternati a strati altrettanto spessi di marna nera.

Unità13, BA 206-BA 223

Il banco basale spesso 1,8 m è composto nell'ordine da strati di dolomie, dolomie cariate e lamine di marna nera. L'unità termina con 1,5 m di strati composti nell'ordine da marna nera, dolomia arenacea, arenaria e marna arenacea. Lo strato BA 220, un'arenaria con laminazione incrociata di colore beige, contiene esemplari del brachiopode *Lingula* seguito dallo strato BA 221 con *Rhizocorallium* e *burrows* orizzontali.

Unità 14, BA 224-BA 244

Il banco basale di questa unità è spesso 3 m. L'unità inizia con due strati complessivamente spessi 50 cm di dolomia arenacea massiccia intercalata da lamine di marna nera. Il banco continua con strati composti da dolomie e dolomie cariate intercalate a marne nerastre con al tetto *burrows* verticali. Segue uno strato spesso 30 cm di dolomia arenacea e 30 cm di dolomia. L'unità termina con 1,5 m di dolomia marnoso arenacea laminata.

Unità 15, BA 245-BA 262

Il banco basale di questa unità, spesso 2 m, è composto da strati di dolomia a cui seguono 3,5 m di strati composti, nell'ordine, da dolomie marnoso arenacee, dolomie cariate, marne dolomitizzate e marne nere. L'unità termina con uno strato spesso 10 cm di dolomia arenacea.

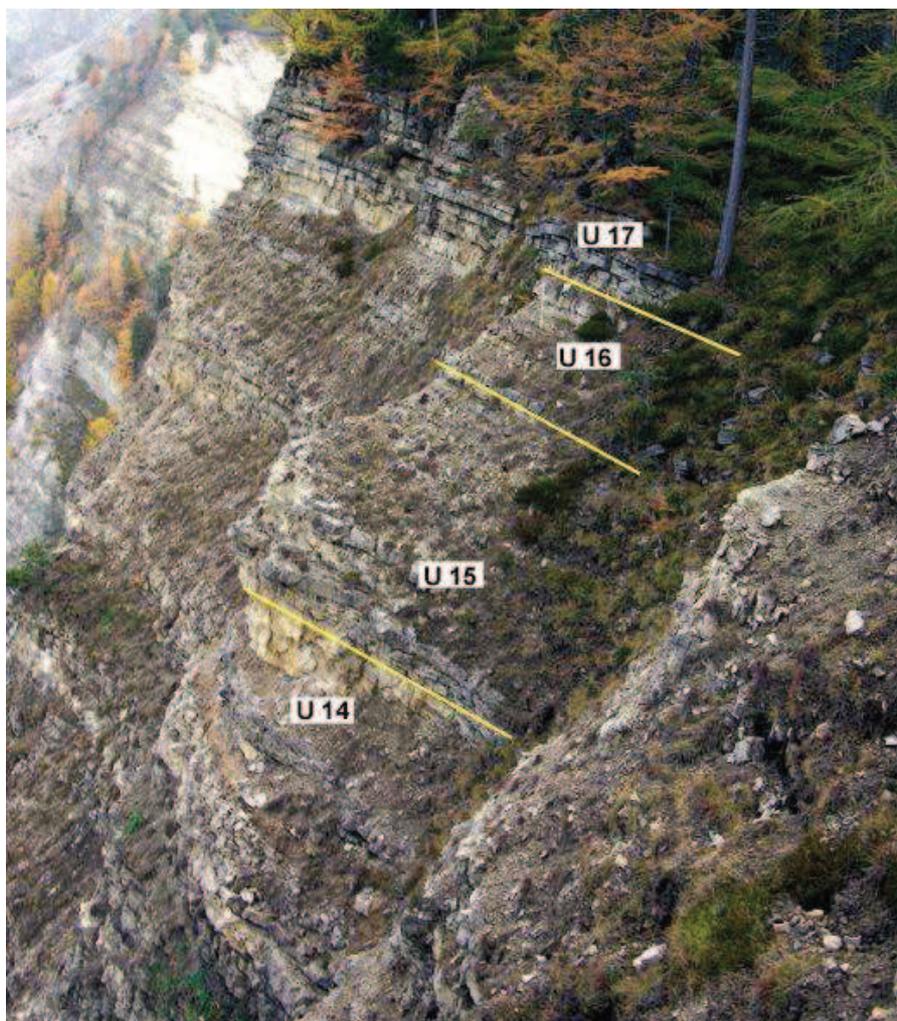


Fig. 3.4.13. Unità 14 a unità 17, scala 1 m.

Unità 16, BA 263-BA 281

L'unità inizia con la prima comparsa di strati di calcare nero (20 cm) con alghe calcaree. Seguono 2,5 m di dolomie intercalate a dolomie marnose e lenti di marna nera. L'unità termina con 30 cm di dolomia cariata.

Unità 17, BA 282-BA 351 (Orizzonte a Nautiloidi B)

Questa unità inizia con un banco basale spesso 3,5 m di calcari neri fossiliferi con resti di nautiloidi, bivalvi ed alghe calcaree. Gli strati al tetto dell'unità sono composti da quasi 1 m di calcare nero e 50 cm di calcare dolomitizzato arenaceo (Ba 309-BA 314). Questi strati contengono una ricca fauna dominata dai gasteropodi (*Bellerophon*). Sono inoltre presenti abbondanti nautiloidi (*Tainoceras balestense*, *Tainoceras malsineri*, *Tirolonautilus sebedinus*, *Foordiceras dolomiticum*,

Liroceras gardenense, *Peripetoceras comploji*, *Peripetoceras gigas*), brachiopodi (*Comelicania doriphora* e *Comelicania haueri*) e 12 generi di bivalvi Aviculopettinidi e fossatori.

Questo orizzonte, chiamato Orizzonte a Nautiloidi B (ONB) (POSENATO & PRINOTH, 2004) e spesso circa 1,5 m, viene interpretato come la superficie di massima ingressione (*maximum flooding surface*) della sequenza Lo 4.

L'unità continua con uno strato spesso 20 cm di marna nera e 1,5 m di calcare nero.

Seguono 3 m di strati di dolomie arenacee e arenarie (spesse fino a 35 cm) intercalate a marne nere.

L'unità termina con 30 cm di arenarie e marne arenacee intensamente laminate e bioturbate. Questi ultimi strati, molto ossidati e con un colore arancione, chiudono la sequenza Lo 4.

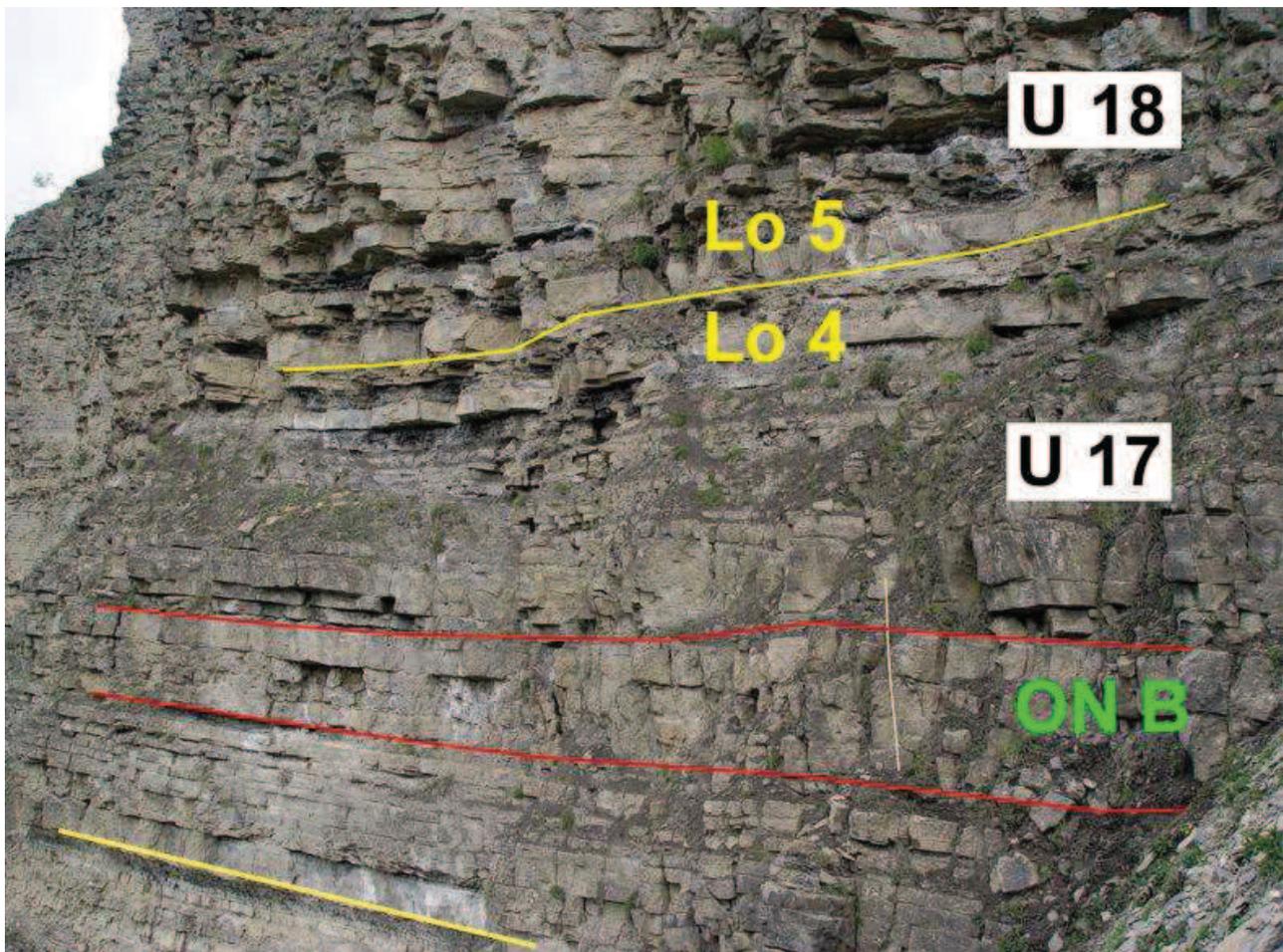


Fig. 3.4.14. Unità 17 con Orizzonte a Nautiloidi B (ON B) e limite fra le sequenze deposizionali Lo 4 e Lo 5, scala 2 m.

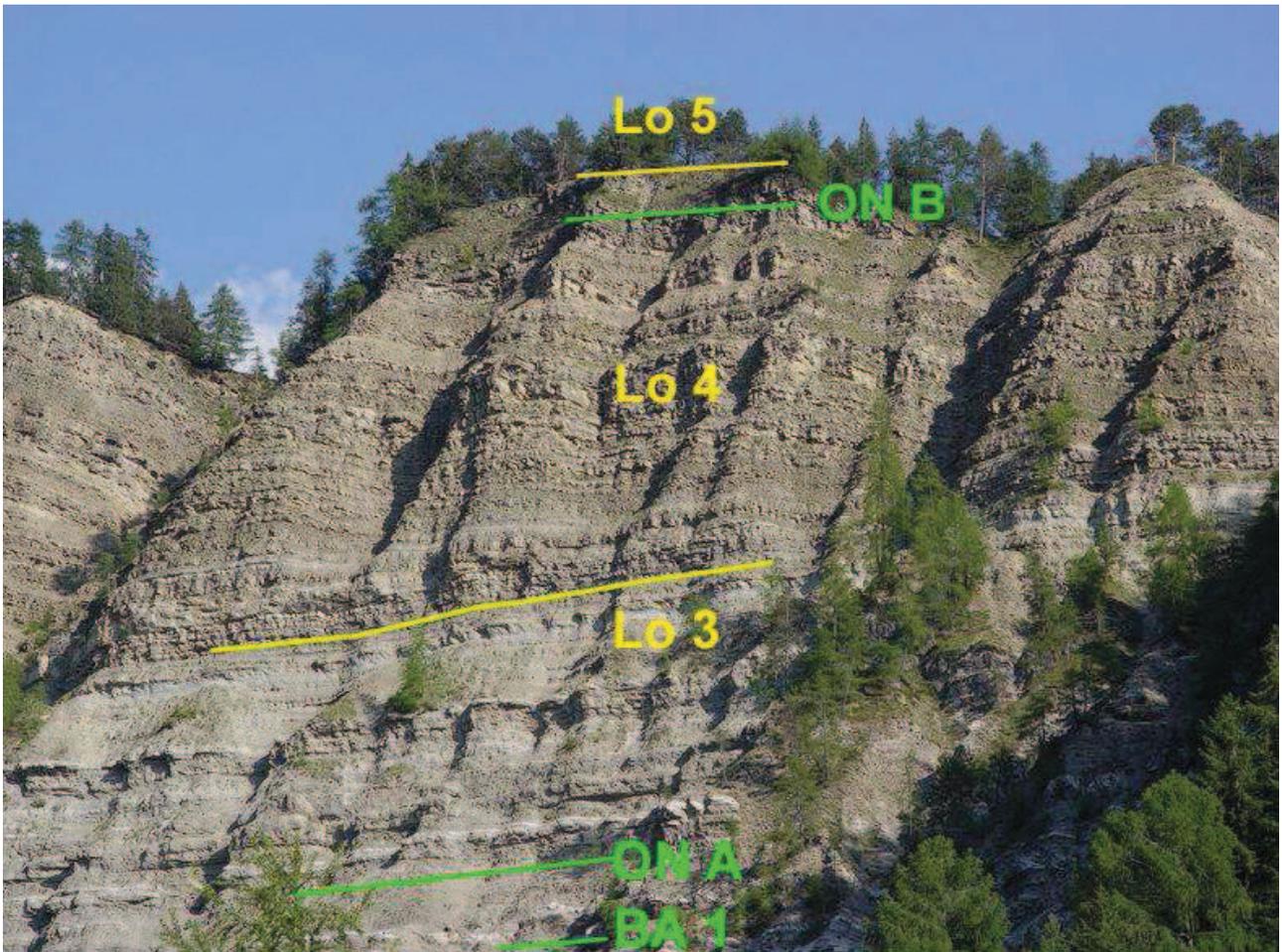


Fig. 3.4.15. Sequenza Lo 3 e Lo 4 con Orizzonte a Nautiloidi A (ON A) e Orizzonte a Nautiloidi B (ON B).

Sequenza LO 5

Unità 18, BA 352-BA 422

Questa unità inizia con un'alternanza di dolomie e marne, spessa 2 m, sormontata da uno strato spesso 40 cm di dolomia carinata. Segue 1 m di strati composti nell'ordine da marne nere, dolomie, calcare cariato e 40 cm di dolomie arenacee e dolomie. L'unità continua con strati spessi 50 cm composti da calcare nero intercalato da uno strato di dolomia arenacea e al tetto da uno strato di marna nera con *burrows* orizzontali.

Segue un banco spesso 3,3 m composto da strati di calcare nero intercalati da sottili strati di marna arenacea e marna nera, e 1,3 m di strati di calcare marnoso intercalati con strati di marne di colore beige. In questi strati marnosi sono presenti resti di piante e tracce di radici. L'unità termina con 80 cm di dolomie e dolomie cariate con *burrows* verticali.

Unità 19, BA 423-BA 446

Il banco basale di quest'unità è composto da 5 strati spessi 15 cm ciascuno, (il primo di calcare nero mentre gli altri sono composti da calcare dolomitizzato), intercalati a lamine di marna nera. Seguono 40 cm composti da calcare nero.

L'unità termina con strati complessivamente spessi 180 cm composti da dolomie cariate intercalate nella parte basale da marne nere, mentre al tetto sono presenti *burrows* verticali.

Unità 20, BA 447-BA 466

Il banco basale, spesso 2 m, è composto da strati di calcare beige alla base e al tetto, neri nella parte centrale.

Seguono nell'ordine 1 m di strati di calcare marnoso, 20 cm di calcare nero e 50 cm di un'alternanza di strati sottili di calcari e marne nere con *burrows* verticali e *Rhizocorallium*.

L'unità termina con 30 cm di strati di dolomia carinata con *burrows* verticali.

Unità 21, BA 467-BA 499

Il banco basale spesso quasi 3 m è composto da strati di calcare nero intercalati a sottili livelli marnosi. A 1 m dalla base dell'unità è presente uno strato con superficie molto ondulata con noduli di calcare nero all'interno di una matrice marnosa. Questo strato nodulare (BA 476) è presente in varie località della Val Gardena nella stessa posizione stratigrafica (Bulla, Ruf da Piz) e più costituire un marker litostratigrafico. Lo strato BA 484 contiene abbondanti bivalvi e rari nautiloidi e affiora pure nelle altre sezioni studiate della Val Gardena (Orizzonte a Bivalvi della Val Gardena). Da questo strato, spesso 20 cm, che affiora anche a circa 1 km lungo una frana sopra la Chiesa di San Giacomo, proviene probabilmente l'olotipo di *Pleurophorella jacobi* (STACHE). L'associazione a bivalvi è dominata, al Balest e a San Giacomo, da bivalvi fossatori.

Al Ruf da Piz (Rio Piz), una località che si trova sul lato opposto della valle rispetto al Monte Balest, dove questo strato affiora lungo una sezione lunga pochi metri, l'associazione a bivalvi è dominata invece da bivalvi Aviculopettinidi. STACHE (1877) nomina questa località con il nome "*Pitzbach nächst Sebedin*", (Rio Piz vicino al maso Sebedin) dalla quale descrive l'olotipo di *Tirolonautilus sebedinus*.

L'unità continua con 60 cm di marne calcaree e dolomie marnose nodulari con *burrows* orizzontali e termina con uno strato spesso 20 cm di dolomia carinata.



Fig. 3.4.16. Base dell' unità 21 (BA 472- BA 477) formata da calcari nodulari

Unità 22, BA 500-BA 516

Il banco basale di quest'unità è spesso 70 cm ed è composto da strati di calcare nero che verso il tetto diventano sempre più marnosi e contengono noduli appiattiti di selce nera.

Seguono 30 cm di strati composti nell'ordine da calcare di colore beige, calcare dolomitizzato e calcare marnoso. L'unità termina con due strati complessivamente spessi 70 cm di dolomia carinata.

Lo strato BA 515, spesso 35 cm, che si trova al tetto dell'unità è composto da dolomia carinata con *burrows* verticali di colore beige e contiene molti esemplari di bivalvi fossatori anche di grandi dimensioni e rari nautiloidi.

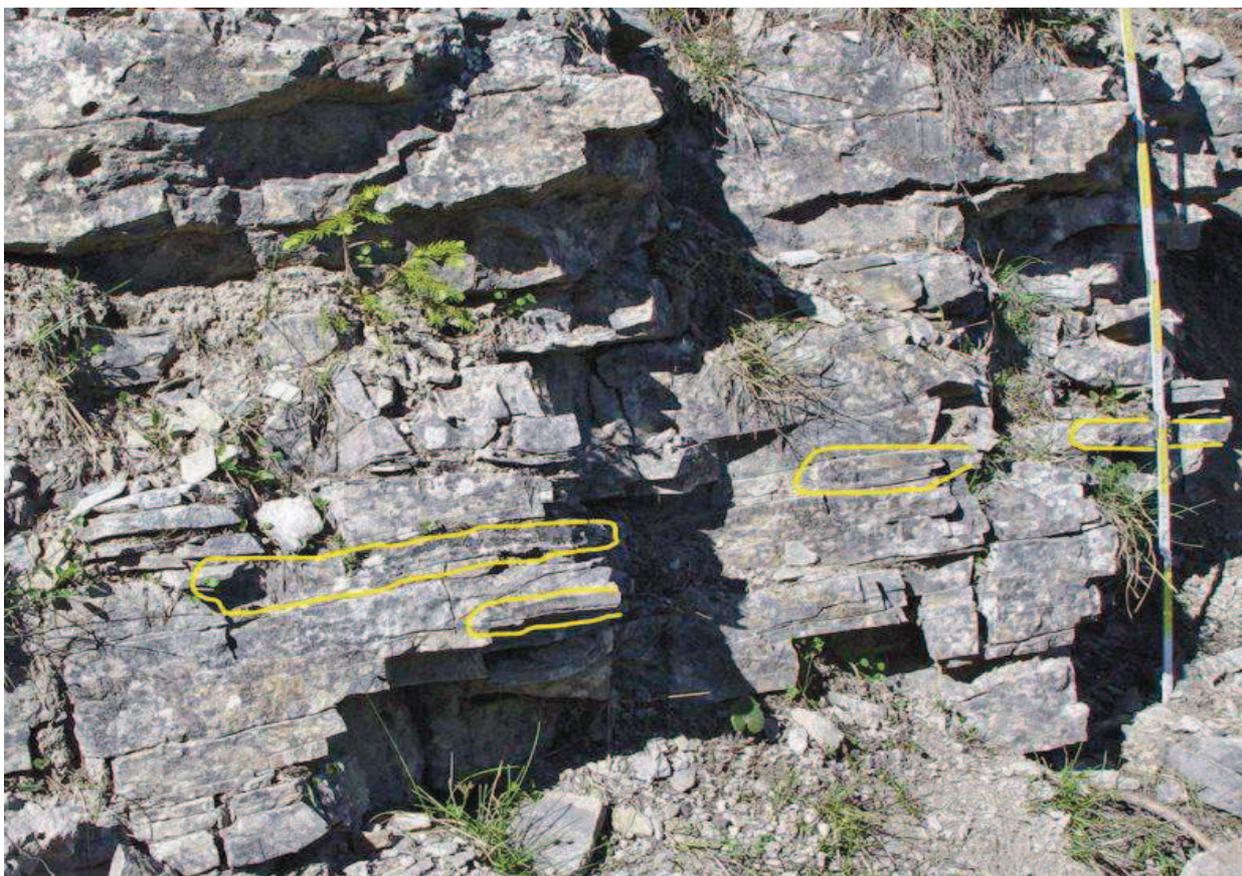


Fig. 3.4.17. Unità 22, strato BA 507 con noduli di selce, scala 1 m.

Unità 23, BA 517-BA 534

Il banco basale è spesso 1,5 m ed è composto da strati di calcare nero intercalati da sottili livelli di marna nera. L'unità termina con uno strato spesso 40 cm di dolomia cariata.

Unità 24, BA 535-BA 560

Il banco basale di quest'unità è spesso 3 m ed è composto nell'ordine da strati di calcare nero, calcare dolomitizzato e dolomia intercalati da livelli di marna nera. L'unità termina con 1 m di strati di calcare marnoso mentre l'ultimo metro è coperto, ma probabilmente composto da marne.

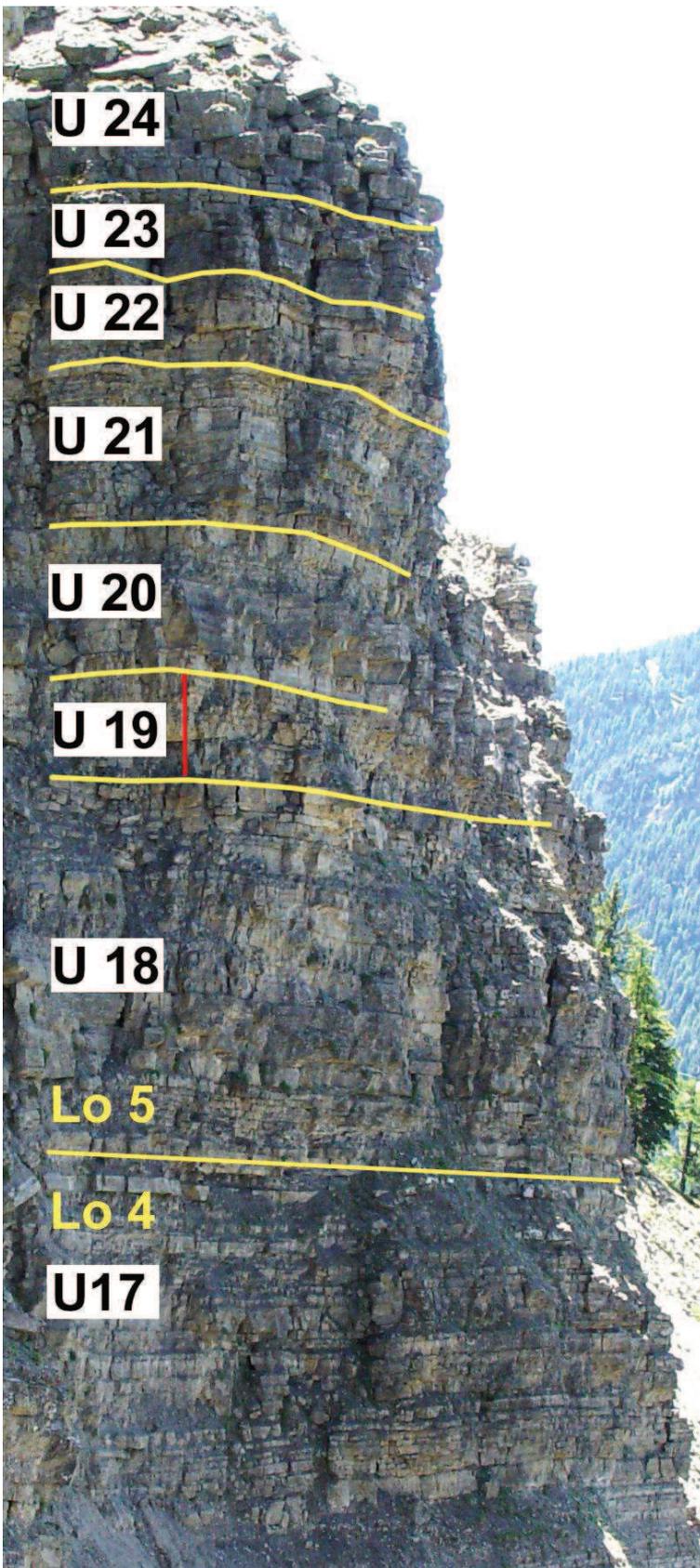


Fig. 3.4.18. Unità 17, limite di sequenza Lo 4-Lo 5, U18 – U24, linea rossa = 3 m.

Unità 25, BA 561-BA 575 a

Lo strato basale dell'unità, spesso 15 cm, è composto da uno strato di calcare nero con resti di piante. Segue uno strato sottile di marna chiara e lo strato BA 562, spesso 10 cm, che presenta sulla superficie una ricchissima fauna a bivalvi contenuti in una matrice marnosa di colore grigio chiaro. L'associazione a bivalvi è composta da 6 specie di bivalvi Aviculopettinidi e fossatori. Sono inoltre presenti piccoli *Bellerophon* e microgasteropodi. Questo strato affiora anche sopra la Chiesa di San Giacomo. La base dell'unità continua con 120 cm di strati di calcare nero e calcare marnoso. L'unità termina con 2 m di dolomie massicce e cariate con *burrows* verticali.

Unità 26, BA 575b-BA 600 (Lo 5 – In 1)

L'unità è composta alla base, in successione stratigrafica, da 60 cm di strati sottili di calcare nero con superfici ondulate, 10 cm di marna calcarea, 20 cm di calcare nero e 70 cm di calcare marnoso. Seguono strati spessi complessivamente 1 m di calcari cariate intercalati a livelli sottili di marna nera e 1 m di calcari marnosi. L'unità termina con 30 cm di marne e calcari marnosi di colore beige. Lo strato Ba 581 contiene bivalvi Aviculopettinidi e fossatori (sia con valve disarticolate che articolate). Il tetto dell'unità situato alla base del Membro di Bulla (BA 598-BA600) è composto da sottili strati di calcare marnoso di colore beige, con esemplari di Aviculopettinidi, (valve destre e sinistre).

Con questi strati sottili di calcare marnoso si chiude la sequenza Lo 5.



Fig. 3.4.19. Dettaglio dello strato BA 581 con sezioni di bivalvi articolati (linea rossa = 1 cm).



Fig. 3.4.20. Strato BA 581 con bivalvi, scala 38 cm

Sequenza In 1 p.p. (Membro di Bulla)

Unità 25, BA 601-BA 620a

Quest'unità, rappresentata dal Membro di Bulla, è spessa 1,8 m ed è composta da strati di calcare nero che presentano talvolta una superficie ondulata. Sono presenti brachiopodi del genere *Comelicania* e grandi *Bellerophon*. Al tetto del Membro di Bulla si ha il passaggio da grainstone alle ooliti del successivo Membro di Tesero che forma la base della Formazione di Werfen.

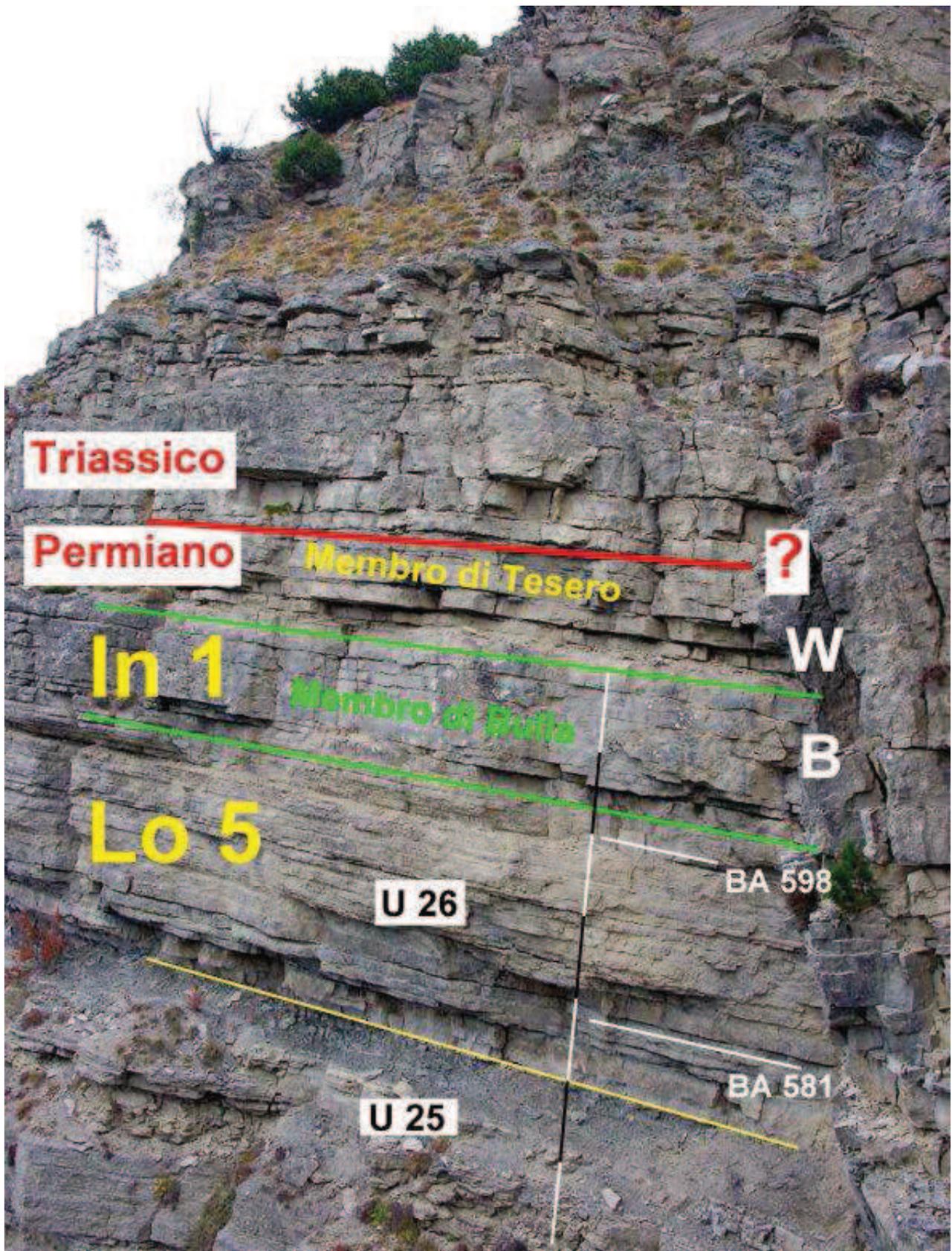


Fig. 3.4.21. Limite di sequenza Lo 5/In 1, limite fra la Formazione a Bellerophon e la Formazione di Werfen (W-B), rispettivamente rappresentate dal Membro di Bulla e dal Membro di Tesero, scala 7 m.

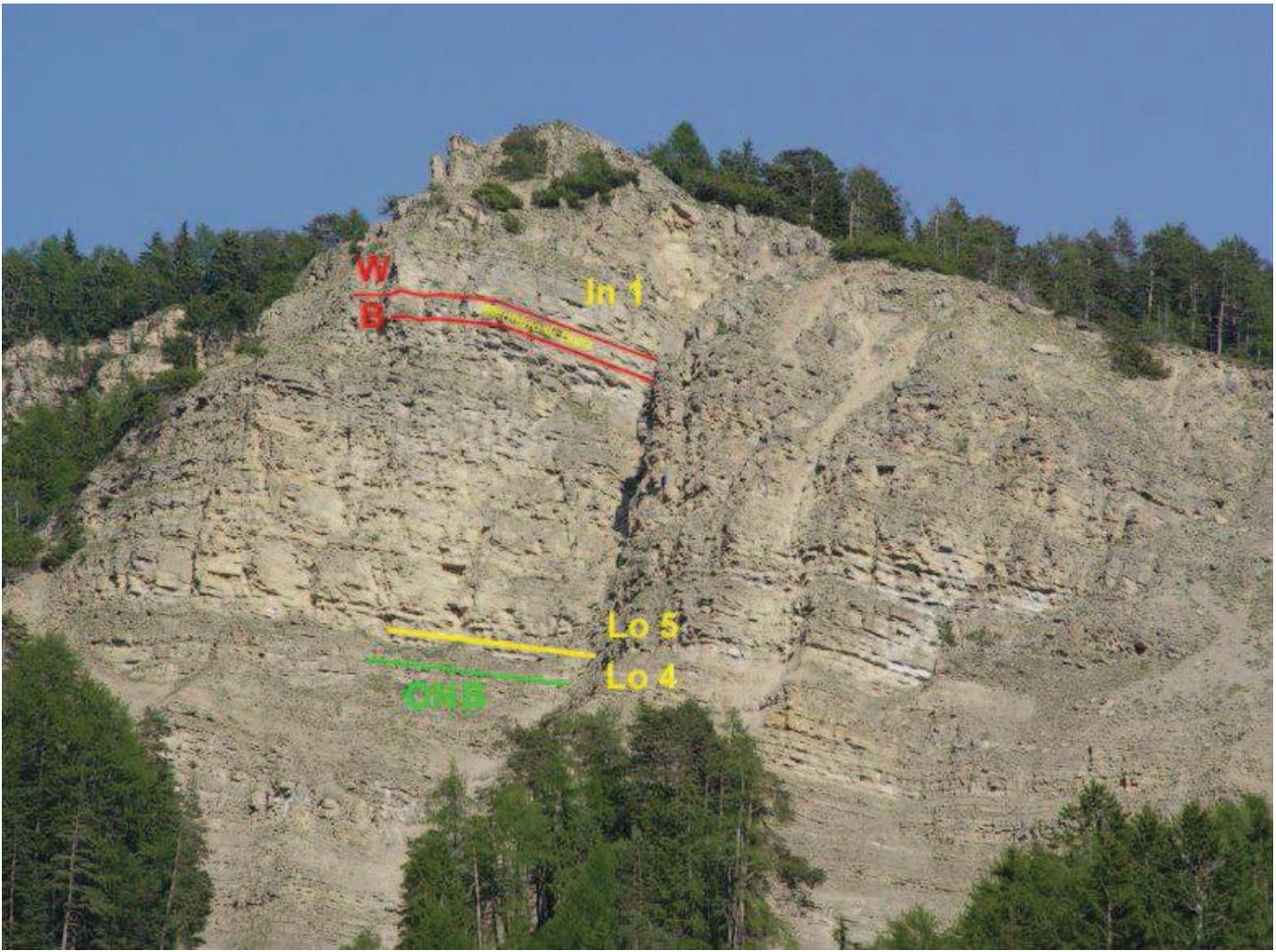


Fig. 3.4.22. Sezione del Balest con limiti di sequenza Lo 4/Lo 5 e Lo 5/In 1, limite formazionale fra Formazione a Bellerophon e Formazione di Werfen (W-B).

3.5. LA SEZIONE DI PIC (VAL GARDENA)

Colonna stratigrafica Tav. 22. a, b.

La successione stratigrafica di Pic (= nome ladino, pronuncia Pitsc) è situata a 2 km, in linea d'aria, a nord del paese di S. Cristina (1428 m s.l.m.) in Val Gardena sul versante sud del Monte Pic (2363 m s.l.m.) a una quota di 2100 m; è spessa circa 55 m ed è stata misurata per uno spessore di 46 m perché i 10 m sommitali, fino al Membro di Bulla, sono coperti da bosco.

STACHE (1877) è il primo a segnalare questa località indicandola con il nome “*S. Cristina, lato nord verso il Monte Pic*”.

Gran parte dei fossili della Formazione a Bellerophon descritti da OGLIVIE GORDON (1927) provengono dalla frana chiamata in ladino “Smueia da Insom” (la frana da Insom) che si estende sotto la sezione studiata. L'Autrice indica la sezione e la frana con il nome di “*Affioramenti di*

Rungaldier e Plesch-d'Inaz” dal nome di due masi antichi (in ladino Plesc d'Inaz e Runcaudie) che si trovano sotto il Monte Pic; spiega inoltre che questi affioramenti si erano creati recentemente (1917) per il distacco di un'enorme frana e che non erano conosciuti da STACHE perché la località era ancora coperta da vegetazione.

ACCORDI (1955) descrive il pesce *Archaeolepidotus leonardi* raccolto nel detrito della frana che si estende sotto la sezione studiata e dà una breve descrizione schematica della “sezione del Monte Pic” senza indicare gli spessori.

POSENATO & PRINOTH (1999) descrivono da questa località un esemplare dell'ammonoide *Paratirolites* sp. che ha permesso di riconoscere per la prima volta nella Formazione a Bellerophon la zona a *Paratirolites*, la penultima zona ad ammoniti del Changhsingiano.

Diversi nautiloidi, fra cui l'olotipo del nautiloide *Peripetoceras comploji*, esemplari di *Tirolonautilus sebedinus*, *Liroceras gardenense*, *Foordiceras dolomiticum* provengono dalla frana che si estende sotto la sezione studiata per la tesi (PRINOTH & POSENATO, 2007).

La sezione si trova solo a pochi km dal Monte Balest, ma presenta uno spessore maggiore, questo è probabilmente dovuto al fatto che la sezione studiata si trova nella parte del Monte Pic che fa parte dell'omonimo sovrascorrimento. La sezione del Pic, prima dello sovrascorrimento, era collocata leggermente più a sud-est del Monte Balest, dunque in una regione più lontana dalla linea di costa per cui la sezione di Pic presenta caratteri che fanno ritenere si sia accumulata su fondali più profondi (per esempio strati di selce più spessi che al Monte Balest), Forse questo fenomeno è spiegabile anche attraverso paleofaglie che determinavano tassi di subsidenza maggiori a breve distanza. La sezione è esposta solo lungo una parete molo ripida e sono presenti zone coperte e quindi il lavoro di misurazione e campionatura è stato molto difficile.



Fig. 3.5.1. Localizzazione della successione misurata sotto la cima del Monte Pic.



Fig. 3.5.2. Gli affioramenti del Monte Pic con indicazione della successione studiata (linea rossa); nel fondovalle S. Cristina in Val Gardena.



Fig. 3.5.3. La successione del Monte Pic, spessa circa 45 m. La linea rossa indica l'intervallo stratigrafico misurato.

DESCRIZIONE

La sezione è stata misurata per una lunghezza complessiva di 46 m e ricade nelle sequenze Lo 4, Lo5 e In 1 di POSENATO (2010) ed è stata divisa in 11 unità (Membro di Bulla compreso), rappresentanti cicli trasgressivo-regressivi di 4° ordine.

Sequenza Lo 4

Unità 1, PC 1 - PC 10

Alla base sono presenti 70 cm di calcare dolomitizzato, dolomia carciata e calcare dolomitizzato arenaceo laminato. Seguono 120 cm di calcare grigio fortemente bioturbato, con *burrows* verticali con dei piccoli noduli algali (PC 5-PC 6). Seguono 4 m di copertura. A 1,5 m affiora uno strato di calcare nero carciato (PC 11).



Fig. 3.5.4. Base della sezione di Pic, scala 60 cm.



Fig. 3.5.5. Noduli algali nello strato PC 5, grandezza naturale.

Unità 2, PC 12-PC 61

Il banco basale di quest'unità è spesso 4 m ed è composto da strati di calcare nero intercalati solo raramente da strati di calcare marnoso bioturbato. Questo banco contiene nella parte alta

l'Orizzonte a Nautiloidi B, formato da calcare nero fossilifero spesso 140 cm (dallo strato PC 24 a PC 30). Questo orizzonte presenta una biofacies dominata da numerosi esemplari di *Bellerophon*, inoltre sono presenti molti Nautiloidi: *Tainoceras balestense*, *Tainoceras malsineri*, *Tirolonautilus sebedinus*, *Foordiceras dolomiticum*, *Liroceras gardenense*, *Peripetoceras comploji*; rari brachiopodi del genere *Comelicania* e bivalvi Aviculopettinidi e fossatori.

Seguono 2 m di alternanze di calcari, calcari marnosi e marne. Lo spessore di queste ultime aumenta verso l'alto. Gli ultimi strati (PC 46 e PC 47) sono formati da calcare arenaceo e da strati di arenaria laminata. Seguono 2 m di strati alternati da calcare nero/dolomia e marna nera che verso l'alto diventano sempre più arenacei. L'unità si chiude con uno strato di arenaria spesso 10 cm. L'arenaria degli strati PC 54 e in parte PC 55 presenta laminazione parallela ed incrociata; al tetto dello strato PC 55 sono presenti delle tracce di essiccamento. Con lo strato PC 61 termina la sequenza Lo4 e inizia la sequenza Lo 5.



Fig. 3.5.6. Orizzonte a Nautiloidi B.

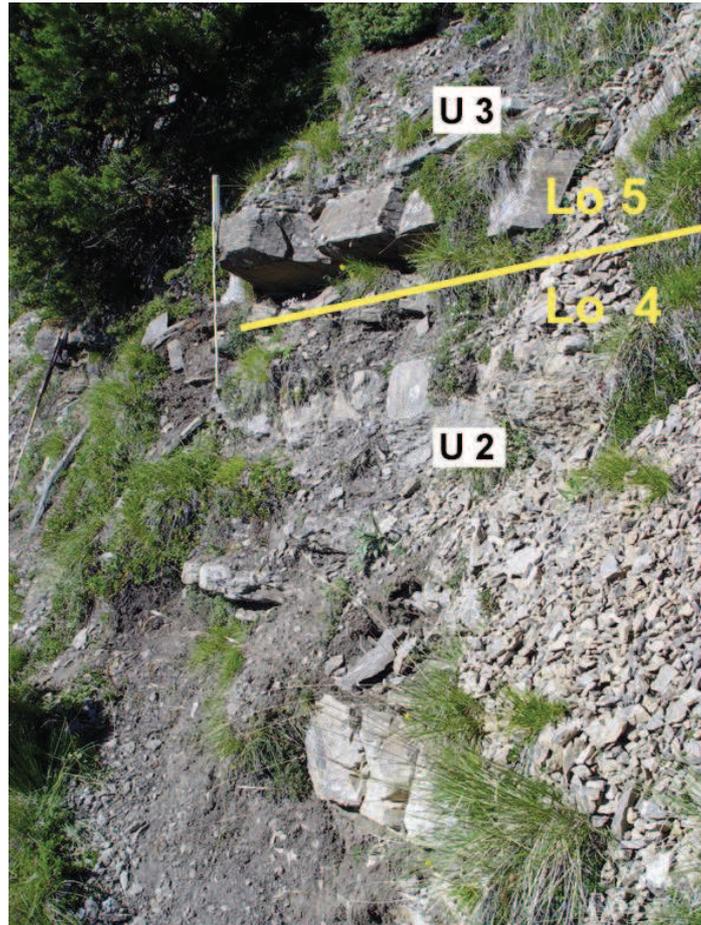


Fig. 3.5.7. Limite fra le sequenze Lo 4 e Lo 5 e tetto dell'unità 2 con strati di arenaria; scala 1 m.



Fig. 3.5.8. Strato PC 54 di arenaria con laminazione parallela, incrociata e nodulare al tetto.



Fig. 3.5.9. Strato PC 54 di arenaria con laminazione incrociata, spessore 20 cm.



Fig. 3.5.10. Superficie dello strato PC 55 di arenaria con *mud cracks*.

Sequenza Lo 5

Unità 3, PC 62-PC 78

L'unità 3 è influenzata da un apporto di materiale silicoclastico e presenta alla base strati spessi complessivamente 70 cm composti nell'ordine da calcari arenacei, marna nera e calcari arenacei in parte laminati e si chiude con strati spessi complessivamente 1,7 m composti da calcari marnosi bioturbati intercalati al tetto con lamine di marna nera.

Unità 4, PC 79-PC 91

L'unità inizia con un banco spesso 50 cm composto da calcare nero che presenta al tetto una superficie con rare Comelicanie. Seguono uno strato spesso 10 cm di calcare marnoso con *burrows* verticali, 120 cm di strati di calcare nero e calcare arenaceo che aumentano di spessore verso l'alto, ciascuno di questi strati è intercalato da marne nere spesse 15 cm. L'unità termina con uno strato spesso 20 cm di calcare marnoso con *burrows* orizzontali ed ostracodi.

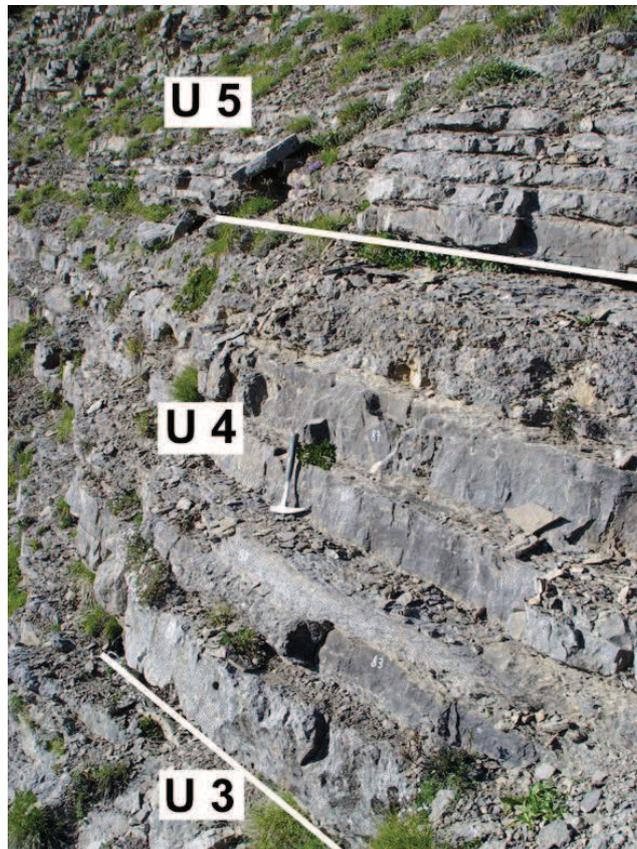


Fig. 3.5.11. Tetto dell'unità 3, unità 4 e base dell'unità 4.

Unità 5, PC 92-PC 113

Quest'unità presenta alla base 4 strati di calcare nero, spessi ciascuno 15 cm, intercalati da lamine di marna nera.

L'unità termina con strati spessi 150 cm composti da calcari neri laminati e calcari marnosi con bivalvi Aviculopettinidi ed ostracodi; questi strati sono spesso intensamente bioturbati con *burrows* orizzontali.

Unità 6, PC 114-PC 129

L'unità inizia con lo strato PC 114 di calcare nero, spesso 30 cm, diviso in due parti (PC 114 a e PC 114 b). La parte bassa di questo strato presenta abbondanti intraclasti di calcare di colore beige e molti esemplari di *Comelicania*; la parte alta dello strato presenta bivalvi Aviculopettinidi, nautiloidi (*Tainoceras balestense*) e rari *Bellerophon*.

L'unità continua con strati spessi 1,7 m composti nell'ordine da calcare nero alternato a calcare marnoso (il tutto laminato), da strati di calcare nero intercalati da lamine di marna nera e da calcari neri laminati.

L'unità termina con uno strato spesso 20 cm di calcare marnoso con *burrows* orizzontali.

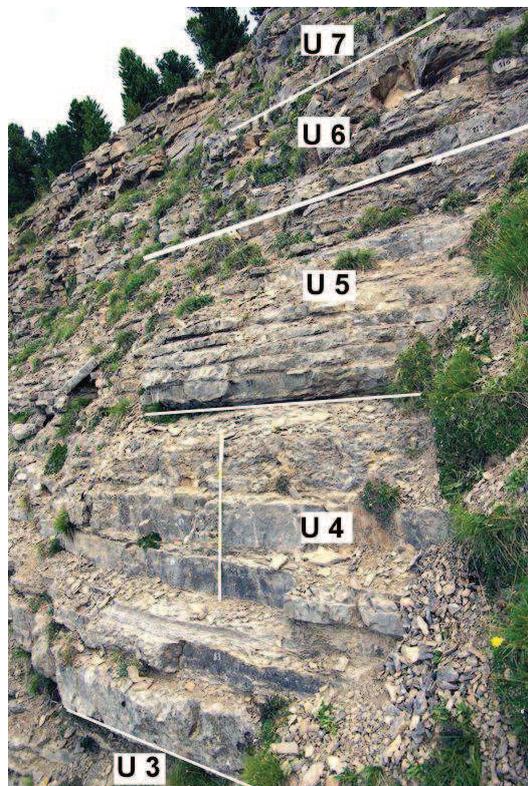


Fig. 3.5.12. Tetto unità 3, unità 4, unità 5 e unità 6; scala 1 m.

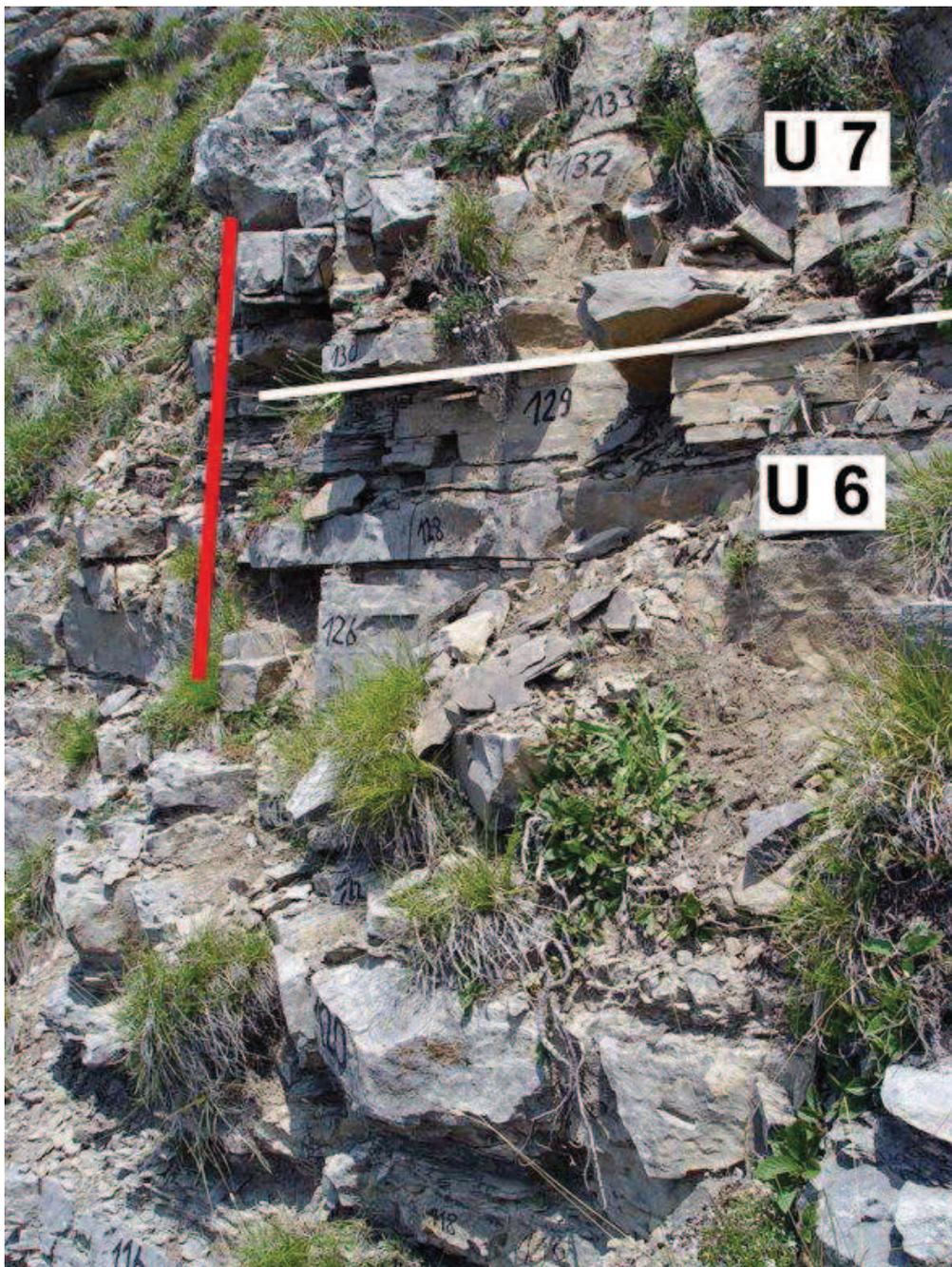


Fig. 3.5.13. Limite fra unità 6 e unità 7; linea rossa = 1 m.

Unità 7, PC 130-PC 142

Quest'unità presenta alla base strati di calcare nero spessi 30 cm a cui seguono 1,7 m di strati di calcare nero, spesso laminati. L'unità termina con strati spessi 50 cm composti nell'ordine da calcare laminato dolomitizzato di colore beige, marna nera e calcare dolomitizzato in parte cariato.

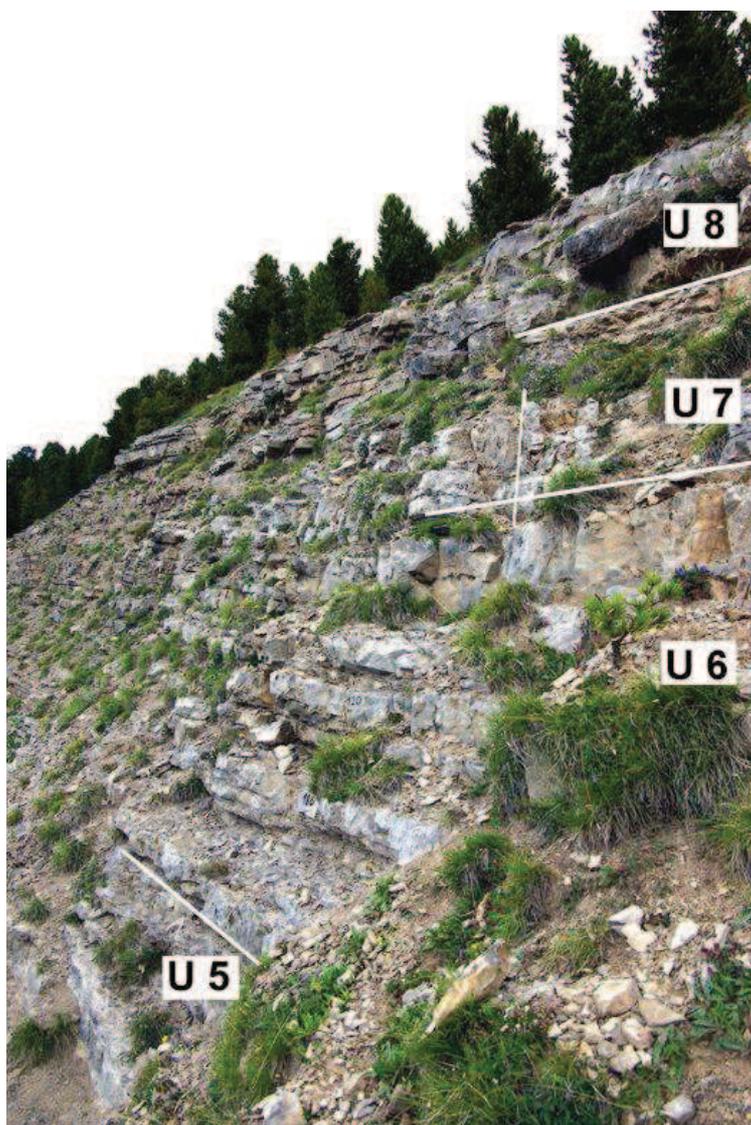


Fig. 3.5.14. Unità 5, unità 6 e unità 7; scala 1 m.

Unità 8, PC 143-PC 175

Quest'unità è caratterizzata da frequenti ostracodi presenti in quasi tutti gli strati.

L'unità inizia con una lamina di marna nera ad ostracodi. Seguono strati di calcare nero complessivamente spessi 50 cm, quello basale con numerosi *Bellerophon*; strati, spessi complessivamente 120 cm, di calcare nero intercalati a lamine di marna nera ad ostracodi; strati spessi complessivamente 30 cm di calcare marnoso e calcare nero laminato con *burrows* verticali, ostracodi e bivalvi Aviculopettinidi; calcari neri cariati (70 cm) con *burrows* verticali e alghe calcaree.

L'unità termina con due strati spessi 15 cm di calcare dolomitizzato di colore beige con *burrows* orizzontali, ostracodi e bivalvi in pessimo stato di conservazione.

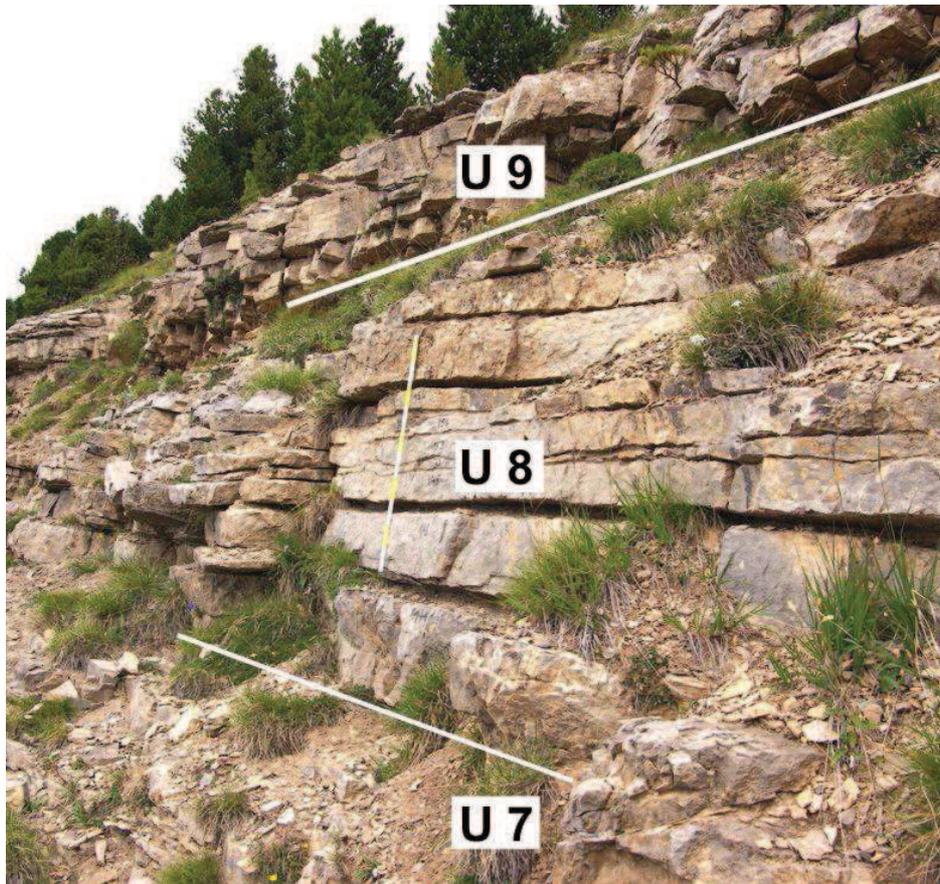


Fig. 3.5.15. Tetto dell'unità 7, unità 8 e unità 9; scala 1 m.

Unità 9, PC 176-PC 205

Quest'unità è caratterizzata da ricche associazioni a bivalvi.

L'unità è composta da strati spessi complessivamente 3,4 m composti nell'ordine da calcare nero, calcare nero cariato, calcare nero laminato e calcare marnoso laminato. Questi strati sono intensamente bioturbati e presentano *burrows* orizzontali.

Soprattutto gli strati PC 188 e PC 195 presentano abbondanti bivalvi.

Lo strato PC 188a presenta una superficie di strato con valve sinistre e destre di bivalvi Aviculopettinidi e fossatori. Gli strati PC 195, PC 197 e PC 198 sono composti da calcari con superfici coperte da pavimenti conchigliari con bivalvi Aviculopettinidi (valve sinistre e destre) e fossatori, microgasteropodi e *Spirorbis*; tutti gli esemplari sono contenuti in una matrice di marna di colore beige. Seguono 150 cm di copertura, probabilmente corrispondente ad un intervallo marnoso; 70 cm di calcari neri, talora bioturbati con *burrows* orizzontali e *Rhizocorallium*.

L'unità si chiude con strati spessi complessivamente 50 cm composti nell'ordine da marna nera, calcare cariato e calcare marnoso, tutto di colore beige.

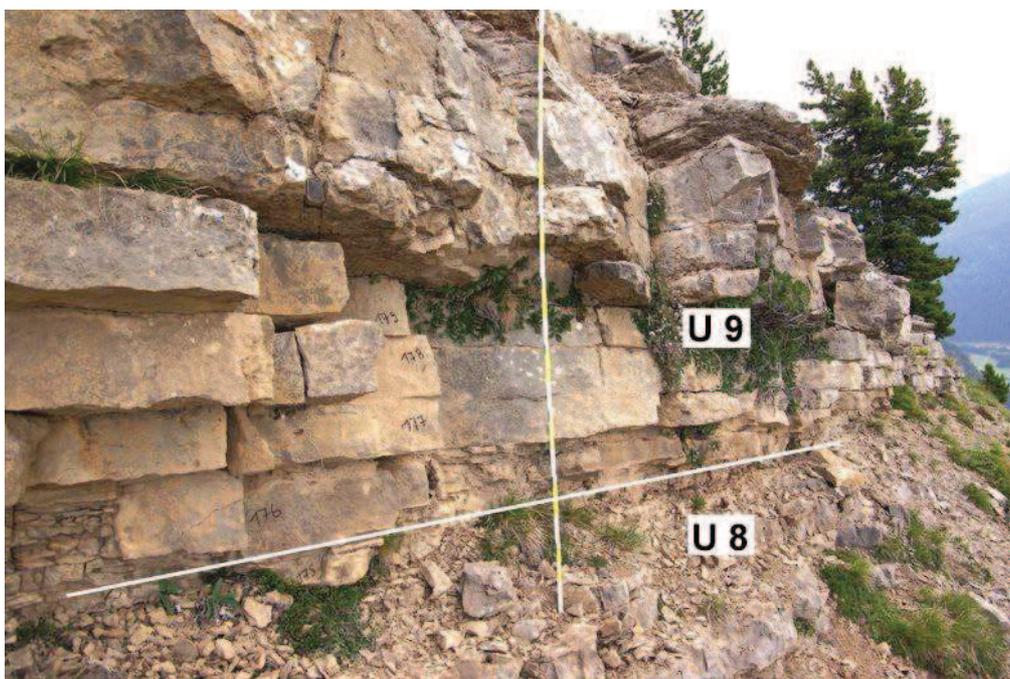


Fig. 3.5.16. Unità 9; linea rossa 1 m.



Fig. 3.5.17. Limite fra unità 8 e unità 9; scala 2 m.

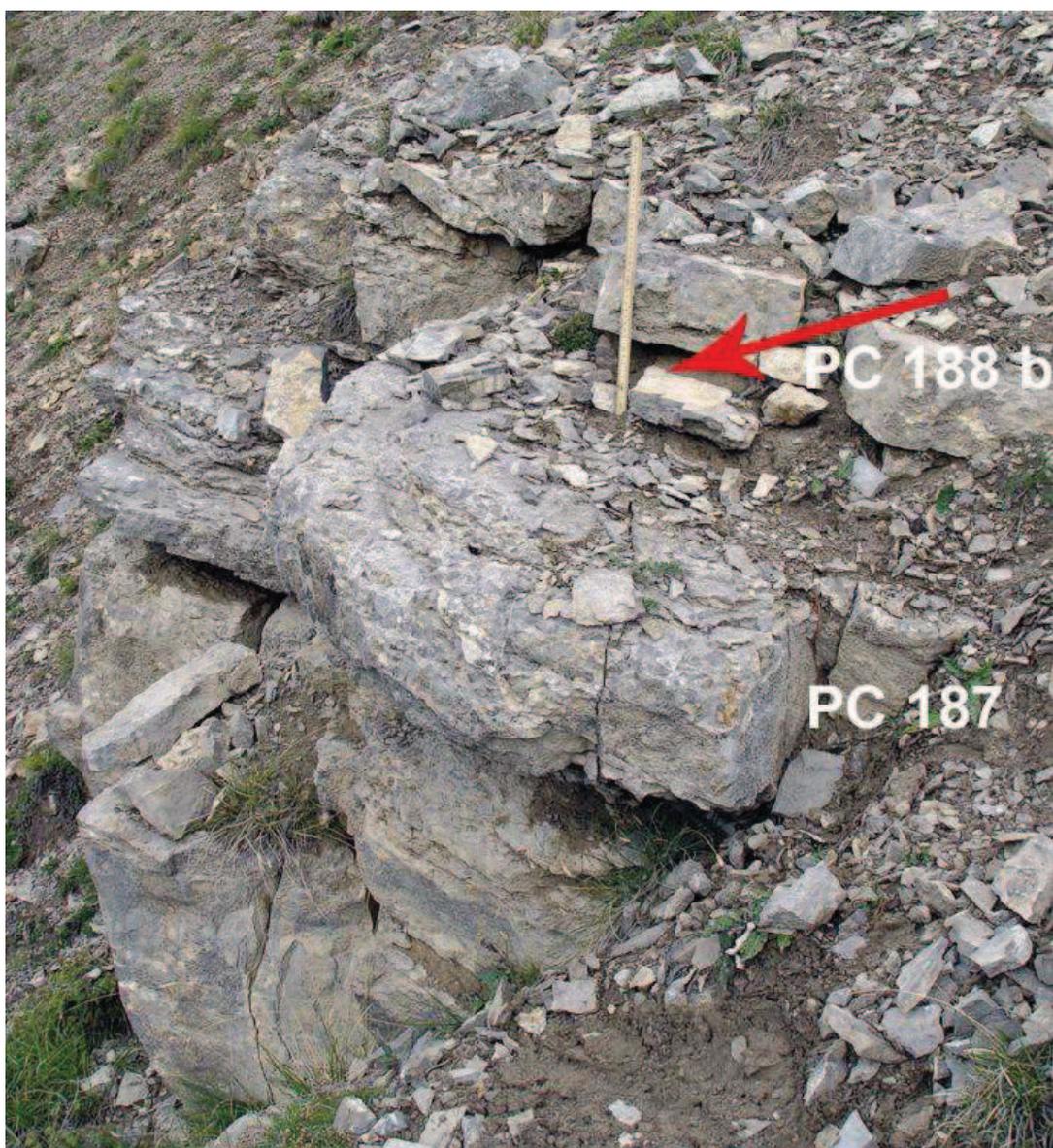


Fig. 3.5.18. Strato a bivalvi PC 188 a e b. La freccia rossa indica una valva sinistra di *Eumorphotis*

Unità 10, PC 206-PC 236

Il banco basale di quest'unità è spesso 2 m ed è composto da calcare nero ricco in alghe calcaree; nella parte sommitale si trovano rari bivalvi Aviculopettinidi e fossatori.

Seguono calcari marnosi laminati, calcari neri, marne nere e calcari neri laminati, per uno spessore complessivo di 1,7 m.

L'unità si chiude con due strati spessi ciascuno 30 cm di dolomia carinata di colore beige.



Fig. 3.5.19. Limite fra unità 9 e banco basale dell'unità 10.

Unità 11, PC 238-PC 253

La base dell'unità è coperta per 1,7 m.

Segue uno strato spesso 35 cm di calcare nero a cui seguono tre strati spessi 20 cm ciascuno composti nell'ordine da marna calcarea, calcare nero e marna calcarea; strati complessivamente spessi 50 cm con noduli e lenti di selce nera, abbastanza spesse; strati sottili di calcare nero, complessivamente spessi 60 cm. Il banco si chiude con uno strato spesso 50 cm di calcare nero cariato. Sopra questo strato è presente lo strato PC 254 che presenta l'unica parte non coperta dell'unità 11. I prossimi 10 m sono coperti da vegetazione.



Fig. 3.5.20. Unità 11 con calcari selciferi intercalati a marne nere laminate; scala 1 m.



Fig. 3.5.21. Nodulo appiattito di selce nera; scala 40 cm.

Tetto dell'unità 12 PC 255-PC 258

Sono presenti solo 3 strati sottili di calcare marnoso, in parte nodulare, con bivalvi Aviculopettinidi e fossatori. Con questi strati termina la sequenza Lo5 e inizia il Membro di Bulla che rappresenta la parte basale della sequenza Lo 1.

Sequenza In 1

Membro di Bulla, PC 259 – PC 273

Quest'unità è spessa 150 cm ed è composta da strati di calcare nero. Sono presenti grandi *Bellerophon*, alghe calcaree, rari esemplari di *Comelicania* e nel grainstone del tetto del Membro di Bulla sono presenti brachiopodi (*Ombonia*, *Comelicania*) e bivalvi Aviculopettinidi.

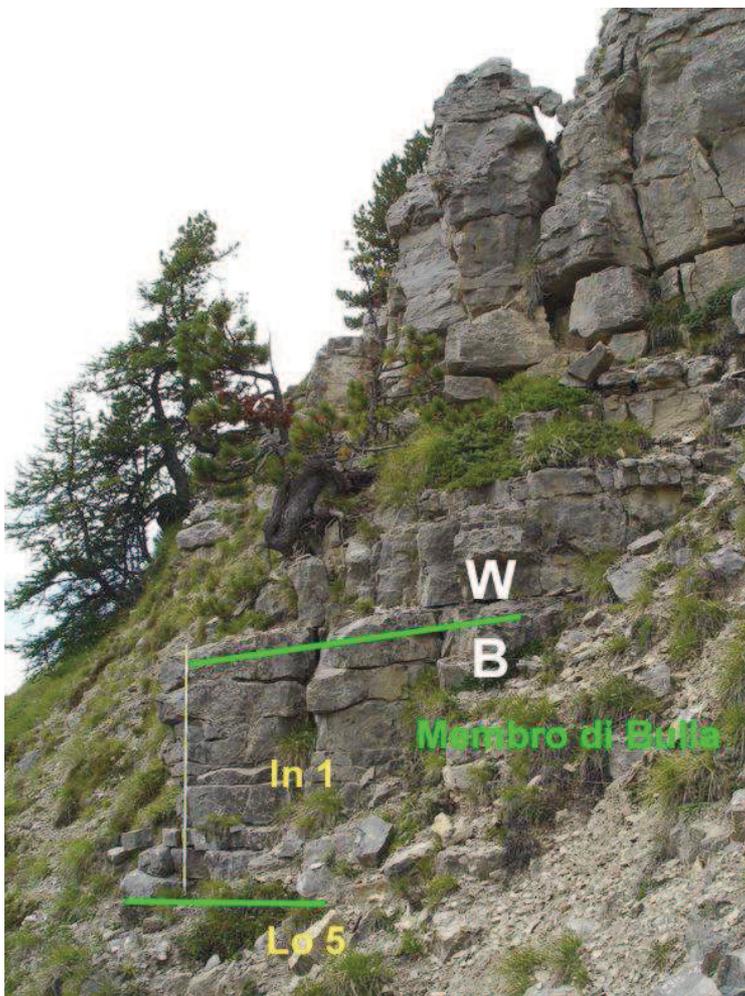


Fig. 3.5.22. Limite fra Formazione di Bellerophon (Membro di Bulla) e Formazione di Werfen (Membro di Tesero), e limite fra la sequenza Lo 5 e In 1; scala 2 m.

3.6. LA SEZIONE DI SERES (VAL BADIA)

Colonna stratigrafica Tav. 23

La sezione di Seres si trova nella parte superiore della Valle di Longiarù (Val Badia) sopra la Villa Seres ad un'altitudine di circa 1700 m s.l.m.

Questa sezione è stata segnalata per la prima volta da BOSELLINI (1968) che la descrive e illustra brevemente chiamandola “Sezione di Misci”.

CIRILLI *et. al.* (1988) misurano e descrivono dettagliatamente la sezione con il nome di “Sezione di Seres”. La sezione è molto ripida e presenta zone coperte da vegetazione che ha ostacolato alquanto il lavoro di rilevamento.

La sezione misurata è spessa 37 m e presenta la parte più alta della Formazione a Bellerophon e il limite formazionale con la Formazione di Werfen (Membro di Tesero).



Fig. 3.6.1. Villa Seres con ubicazione della sezione misurata (linea rossa)



Fig. 3.6.2. Particolare dell'affioramento misurato di Seres.

DESCRIZIONE

Tutta la sezione di Seres fa parte della sequenza Lo 5 della Formazione a Bellerophon. La successione è stata divisa in sei unità, rappresentanti cicli trasgressivo-regressivi di 4° ordine. Ogni unità presenta una fase trasgressiva composta da spessi banchi di calcare nerastro, mentre la fase regressiva è composta da strati di calcare dolomitizzato, dolomia cariata, calcari marnosi e marne. I livelli a bivalvi si trovano in calcari intercalati a strati marnosi o in calcari marnosi, prevalentemente nelle unità regressive.

Unità SE 1-SE 36

Alla base della sezione ci sono 5 m di calcari neri massicci con strati spessi anche 50 cm e intercalati da livelli marnosi molto sottili che solo verso l'alto diventano sempre più frequenti e spessi.

Questo intervallo stratigrafico si chiude con uno strato di dolomia cariata di colore beige.



Fig. 3.6.3. Parte basale del 1° ciclo con il banco basale di calcare nero (scala 2m)

Unità SE 37-SE 66

L'unità consiste di un'alternanza di calcari neri e calcari marnosi laminati intercalati da livelli di marne nerastre, spesso complessivamente 5 metri. A 8 metri dalla base si trova lo strato SE 56 composto da calcare grigio molto ricco in ostracodi. La superficie di questo strato presenta un pavimento conchigliare ricchissimo di bivalvi Aviculopettinidi, piccoli "Pettinidi", bivalvi fossatori e *Spirobis*.

L'isorientamento delle conchiglie, la loro totale disarticolazione, la presenza di litoclasti marnosi dolomitici sotto il livello conchigliare e la base dello strato che presenta una forte bioturbazione con *burrows* orizzontali sono indizi per livelli tempestici con accumuli conchigliari. Dato che le conchiglie sono poco assortite per grandezza e poco abrase, si suppone un trasporto breve all'interno di questi pavimenti conchigliari, oppure un evento di tempesta di alta energia. Questa seconda unità viene chiusa da uno strato di calcare dolomitizzato spesso 40 cm.

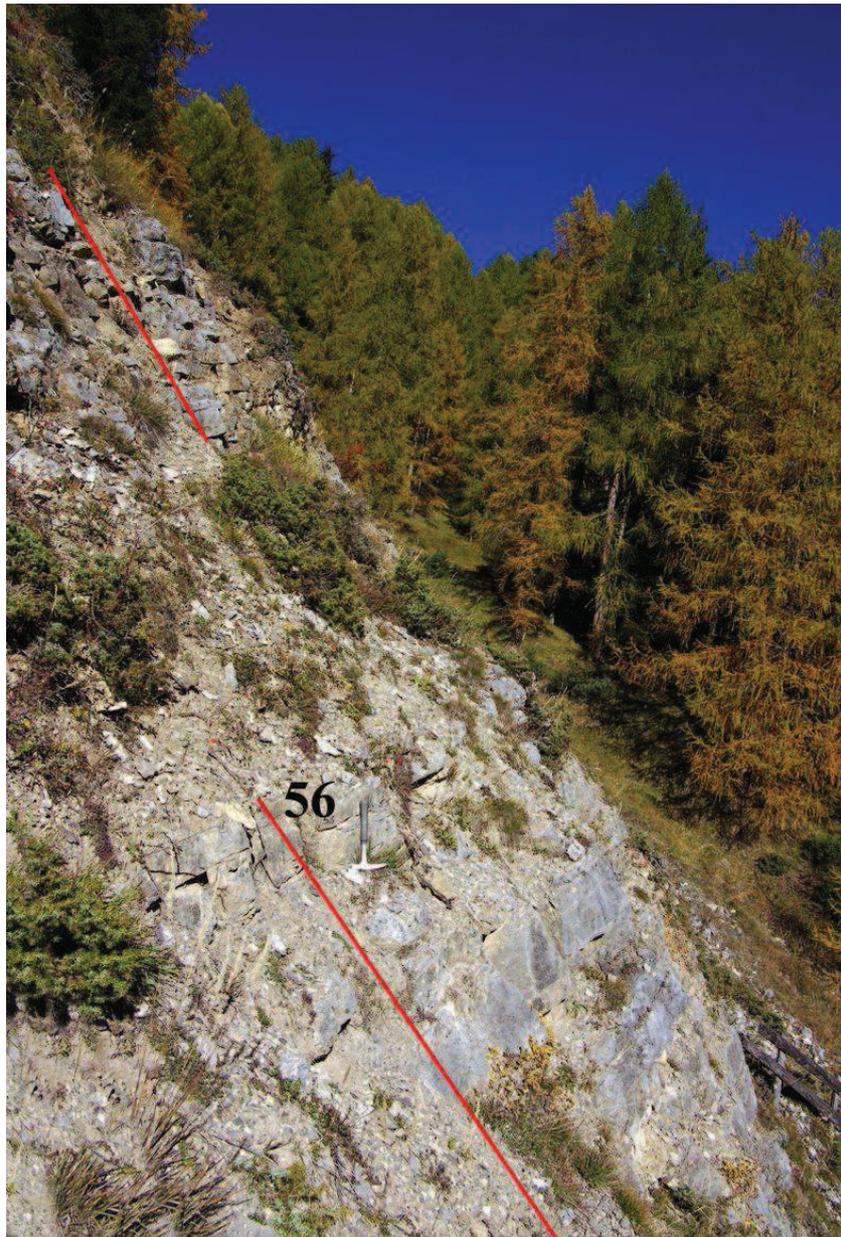


Fig. 3.6.4. Il banco basale di calcare nero dell'unità SE 37-SE 66 in basso e dell'unità SE 67-SE 106 in alto. Posizione dello strato SE 56.



Fig. 3.6.5. Superficie dello strato SE 56 che presenta un pavimento conchigliare con un'associazione a bivalvi fossatori.

Unità SE 67-SE 106

Inizia con un banco di calcare nero spesso 3 m. Gli strati sono spessi fino a 40 cm, talvolta con superfici di strato ondulate.

La segnalazione di un brachiopode (*Comelicania*) da parte di CIRILLI *et. al.*, (1988), e il rinvenimento di un nautiloide, indicano condizioni di mare più aperto.

Il ciclo si chiude con circa 4 m di calcari dolomitizzati, mane e banchi molto spessi di dolomie.

Unità SE107-SE153

Il banco basale é spesso 4 m e composto da calcari neri che verso l'alto sono intercalati da strati sempre più spessi di marna.

Seguono 4 metri di calcari marnosi spesso laminati, intensamente bioturbati con *burrows* orizzontali, ricchissimi in ostracodi e bivalvi. Le associazioni polispecifiche degli strati SE 140 e SE 142 sono composte da sottili pavimenti conchigliari dominati da abbondantissimi esemplari di Aviculopettinidi e rari esemplari di bivalvi fossatori. Sono inoltre presenti moltissimi ostracodi, rare alghe calcaree e microgasteropodi.

Le conchiglie di Aviculopettinidi sono disarticolate, spesso frammentate e generalmente di piccole dimensioni. Non si nota un'orientamento preferenziale delle conchiglie probabilmente cancellato dall'intensa bioturbazione. Il ciclo 4 si chiude con uno strato di calcare dolomitizzato SE 153.

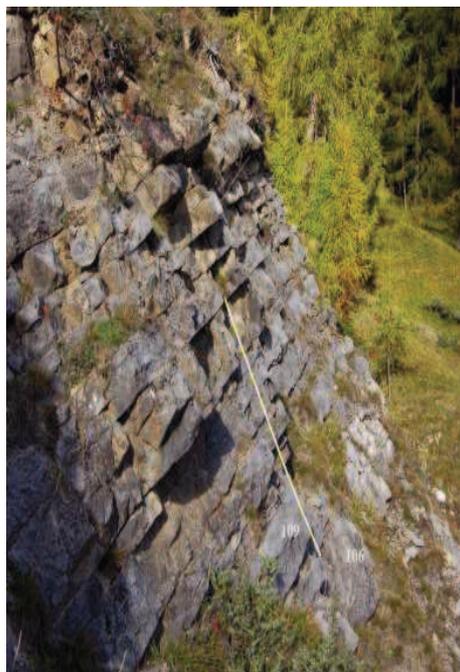


Fig. 3.6.6. Banco basale di calcare nero del 4° ciclo, con alla base gli strati SE 109 (scala 2m).

Unità SE 154-SE 176

I primi 2 m basali sono composti da un'alternanza di calcari neri e calcari marnosi ricchi in bivalvi (SE 164, SE 166 e SE 168).

Lo strato SE164, composto da calcare grigio, presenta moltissime valve sinistre di Aviculopettinidi. In sezione si nota la presenza di conchiglie articolate di bivalvi fossatori.



Fig. 3.6.7. Strato SE164 con accumuli conchigliari, nella parte alta si nota un bivalve articolato.

Nello strato SE168, composto da un calcare grigio-beige, si trova un'associazione oligospecifica dominata da valve sinistre di bivalvi Aviculopettinidi e con esemplari non determinabili di bivalvi fossatori. Le conchiglie di Aviculopettinidi, molto frequenti, presentano dimensioni variabili con convessità verso l'alto e verso il basso. La superficie di questo strato presenta bioturbazioni di tipo *Rhizocorallium*, sono inoltre presenti rari esemplari molto piccoli di Mytilidae e microgasteropodi. Il ciclo si chiude con 2 metri di calcari dolomitizzati separati da strati spessi di marne scure.



Fig. 3.6.8. Banco basale di calcare nero del 5° ciclo (scala 2 m).

Unità SE 177-SE 209

L'unità inizia con alcuni strati sottili di calcare nero. Nello strato SE178 si notano numerose conchiglie di bivalvi fossatori, talora anche articolate, ostracodi, foraminiferi, alghe calcaree e microgasteropodi. La presenza di conchiglie articolate esclude un trasporto per grandi distanze.

Un banco di calcari dolomitizzati e dolomie cariate spesso 1,5 m, uno strato di calcari marnosi laminati spesso 50 cm e uno strato di dolomia con grandi fratture riempite di calcite nera (SE209), interpretato come tracce di radici o spaccature di essiccamento chiudono la sesta unità e anche la sequenza deposizionale Lo 5.



Fig. 3.6.9. Banco basale dell'unità 6 (riscontro 1 m).

Sequenza In 1 p.p. (Membro di Bulla)

La sequenza In 1, che rappresenta il Membro di Bulla, è spessa 150 cm. Essa è formata da calcari neri, talvolta con superfici di strato ondulate e contiene rari esemplari di *Comelicania*. Al tetto del Membro di Bulla si trova il limite formazionale con la Formazione di Werfen, che inizia con i calcari oolitici del Membro di Tesero. All'interno del Membro di Bulla non sono stati rinvenuti bivalvi.



Fig.3.6.10. Membro di Bulla con limite formazionale con Membro di Tesero (scala 120 cm)

3.7. LA SEZIONE DEL PREROMAN (VAL BADIA)

Colonna stratigrafica Tav. 24. a, b

La sezione del Preroman è situata a 1 km a sud del paese di San Martino in Badia a una quota di 1100 m s.l.m. sul lato orografico sinistro del Rio Gadera.

Questa località è stata segnalata per la prima volta da STACHE (1877) che la cita come „*Crepa di Lavaro, dove il Rio di Campil sfocia nel Rio Gadera*“. Il nome usato da STACHE deriva dalla località Lovara nelle vicinanze del Preroman. STACHE cita la località anche semplicemente come „*Calcari nel fondo valle di San Martino*“ oppure „*Calcare a Bellerophon di San Martino*“.

ACCORDI (1956) indica brevemente solo i termini stratigrafici della sezione chiamandola Preromang.



Fig. 3.7.1. Sezione del Preroman (linea rossa) a 1 km a sud di San Martino in Badia.

BROGLIO LORIGA (1960) e PRATURLON (1963) raccolgono dei campioni con alghe calcaree in questa località chiamandola Preromang, senza rilevare la stratigrafia. Il Preroman è anche la località tipo di *Aciculella preromangica* (PRATURLON, 1963). La successione di Preroman viene descritta per la prima volta in questa tesi.

L'affioramento è stato sfruttato come cava probabilmente fin dal Medioevo, dato che il castello che domina la conca di San Martino, il Ciastel de Tor, è stato prevalentemente costruito con rocce della Formazione a Bellerophon.

DESCRIZIONE

La sezione è stata misurata su uno spessore di 52 m e ricade nelle sequenze Lo4, Lo5 e In 1 di POSENATO (2010).

La successione è stata divisa in nove unità, rappresentanti cicli trasgressivo-regressivi di 4° ordine.

Sequenza Lo 4

Unità 1, PR 1-PR 22

La base dell'unità è composta da un banco spesso 2 m di calcare nero con *Bellerophon* sp. Seguono 2 m di dolomie e al tetto l'unità termina con uno strato spesso 1 m di dolomia con *burrows* verticali.

Unità 2, PR 23-PR 51

La parte basale dell'unità è formata da calcari di colore beige che corrispondono all'Orizzonte a Nautiloidi B. Questo orizzonte è caratterizzato dalla comparsa del brachiopode *Comelicania*, la presenza di nautiloidi, soprattutto *Tainoceras balestense* e la presenza di bivalvi, come *Eumorphotis striatocostata*.

Seguono 3 m di calcari neri con alghe calcaree, talvolta con *Bellerophon* sp. e rari Nautiloidi, intercalati con sottili livelli di marna nerastra. Probabilmente le alghe calcaree descritte da PRATURLON (1963) provengono da questi strati. L'unità si chiude con strati complessivamente spessi quasi 1 m di dolomie e dolomie cariate con *burrows* verticali. Al tetto dello strato PR51 si chiude la sequenza Lo 4 ed inizia la sequenza Lo5.

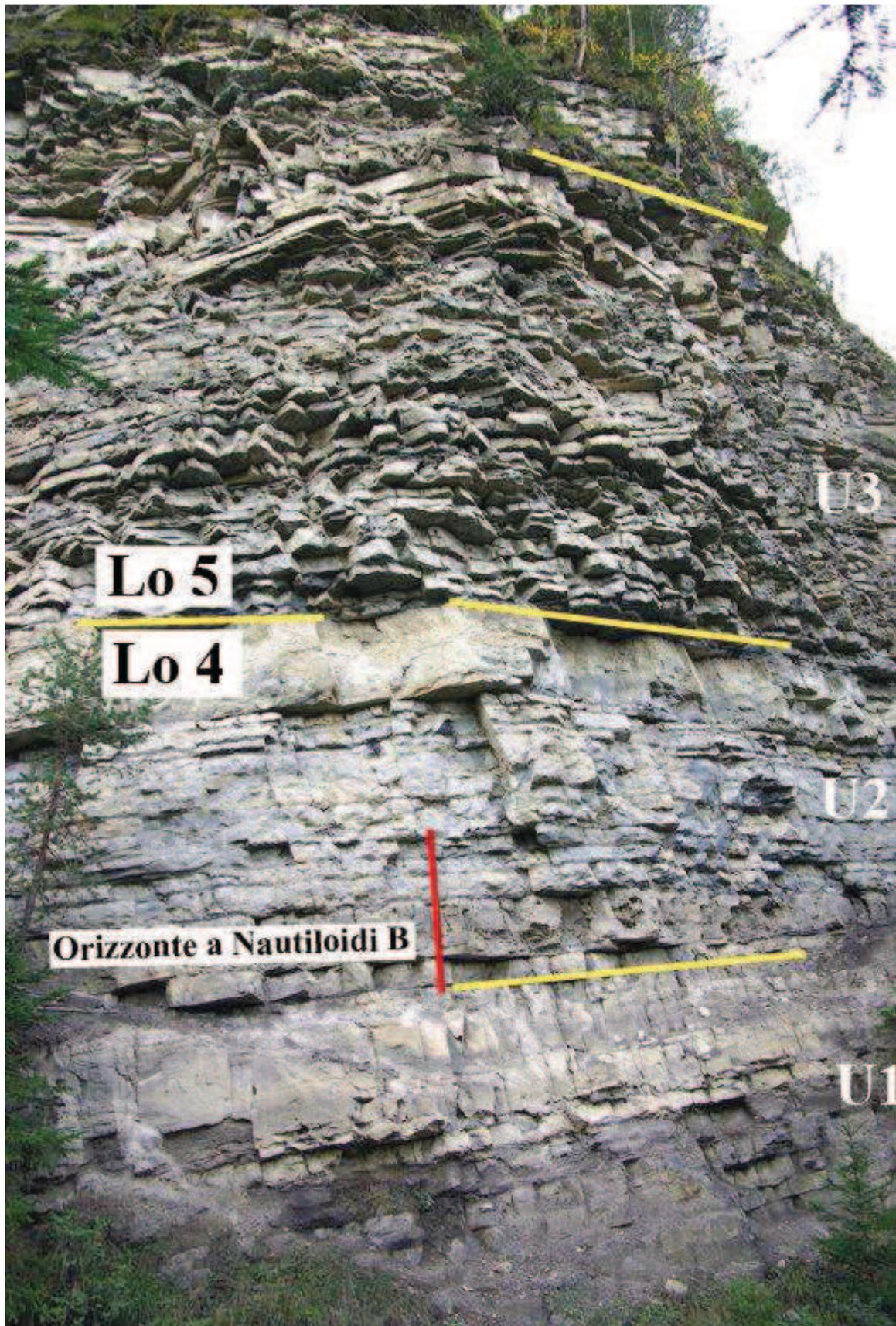


Fig. 3.7.2. Tetto dell'unità 1 (U1), Orizzonte a Nautiloidi B e tetto dell'unità 2 (U2) con limite fra le sequenze Lo 4 e Lo 5, unità 3 (U3; scala 2 m).

Sequenza Lo5

Unità 3, PR 52-PR 117

L'unità inizia con alcuni strati di calcare nero intercalati da strati sottili di marna nera, complessivamente spessi 1 m che contengono un'abbondante fauna con nautiloidi (*Peripetoceras comploji*, *Tainoceras malsineri*, *Liroceras gardenense*, *Tirolonautilus sebedinus*, rari brachiopodi del genere *Comelicania*, gasteropodi (*Bellerophon*), spicole di echinidi e 13 specie di bivalvi.

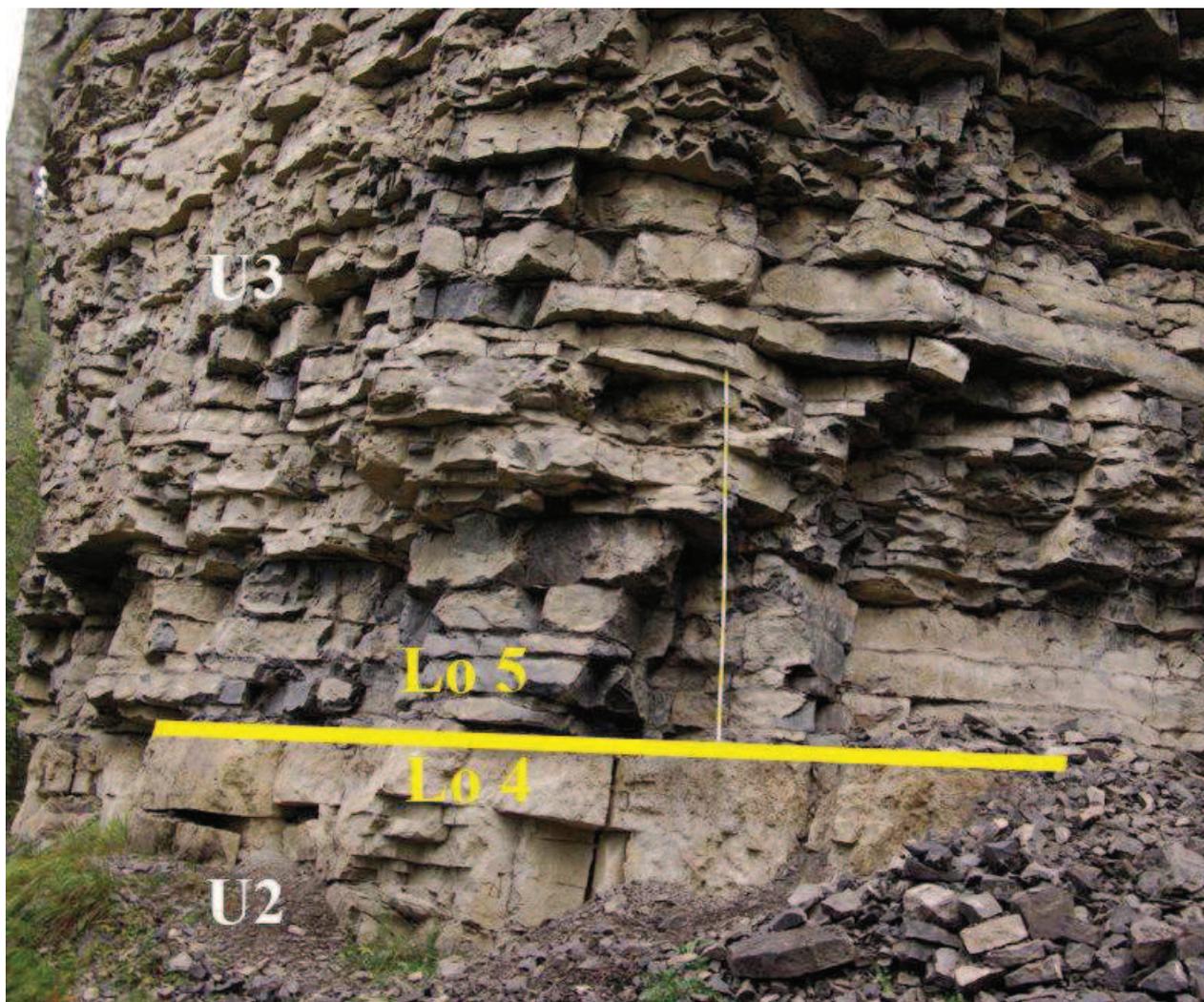


Fig. 3.7.3. Limite fra sequenze Lo4 e Lo5 e banco basale dell'unità 3, con la ricca fauna degli strati PR 55-PR 61, (scala 2 m).

Seguono 8 m di prevalenti calcari neri con sottili intercalazioni marnose. Al tetto, l'ultimo metro dell'unità è composto, nell'ordine, da marne, calcari marnosi e dolomie cariate. La biofacies di questa unità marnosa è dominata da ostracodi e *burrows* orizzontali. Sono presenti bivalvi di

piccolissime dimensioni. Da questo strato, che affiora meglio sul lato opposto del Rio Campill, proviene l'olotipo di *Marmaronia peracuta* descritto da STACHE (1878) come *Gervillia peracuta*.

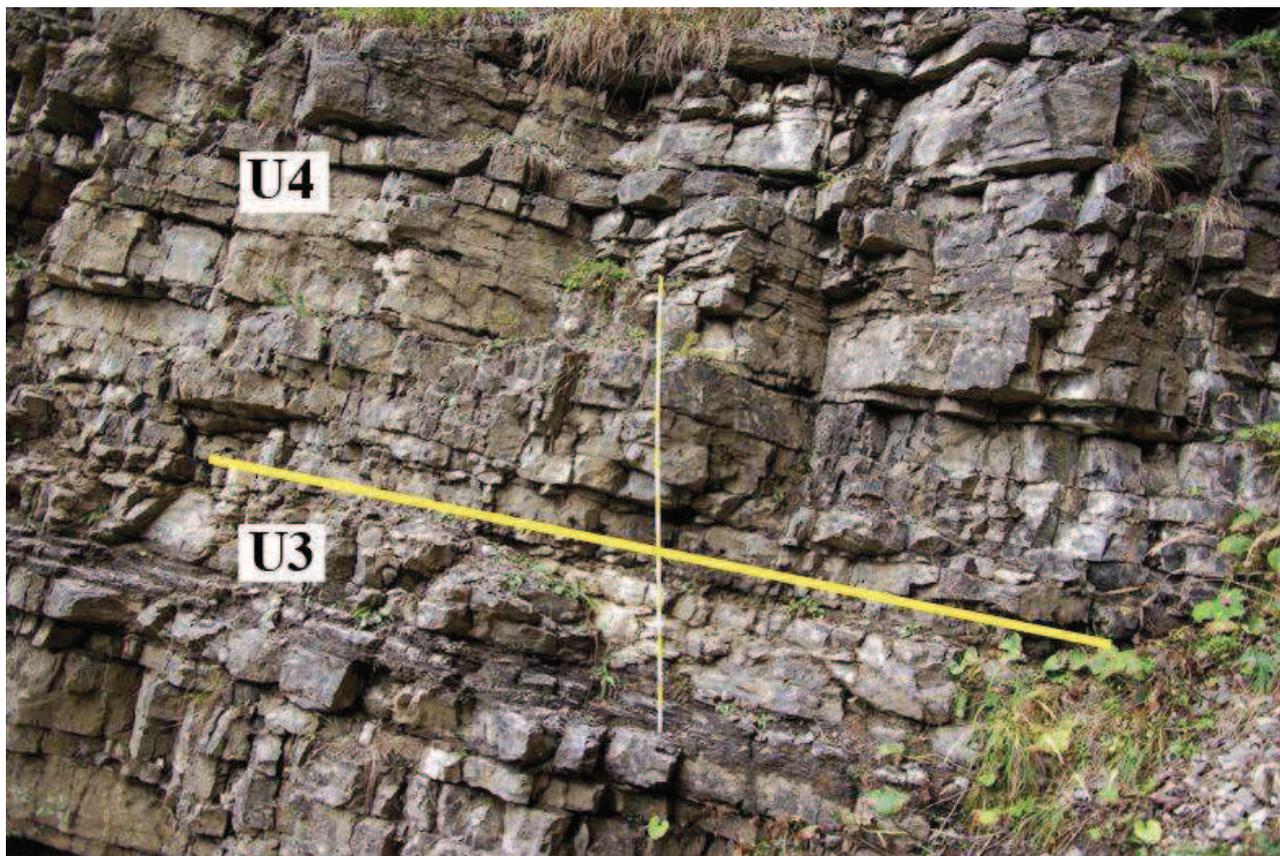


Fig. 3.7.4. Limite fra unità 3 e unità 4 (scala 2 m)

Unità 4, PR 118-PR 166

La base dell'unità è composta da 2 m di calcare nero intercalato da sottili strati di marna nera con superfici di strato molto ondulato e con *burrows* verticali.

Con lo strato PR 133 inizia una successione spessa 3 m di sottili strati di calcare e calcare marnoso intercalati da spessi strati di marna grigio-nerastra. Lo strato SE 133 contiene abbondanti intraclasti calcarei. Tutti questi strati calcarei intercalati alle marne contengono bivalvi. Soprattutto le superfici di strato degli strati PR 135, PR 139, PR 141 e PR 147 sono coperte da pavimenti conchigliari composti soprattutto da Aviculopettinidi.

I bivalvi di questi strati sono in uno stato di conservazione pessimo e visibili solo se l'erosione li ha liberati dalla matrice marnosa.

Lo strato spesso di calcare grigio SE 135 presenta un letto a bivalvi con un'associazione oligospecifica composta da Aviculopettinidi (valve destre e sinistre) e fossatori con resti di briozoi

ed ostracodi. Sono presenti anche conchiglie articolate, ma aperte. Le conchiglie presentano dimensioni variabili.

La superficie dello strato PR 135 presenta un pavimento conchigliare con un'associazione oligospecifica ad Aviculopettinidi ed bivalvi fossatori. Sulla superficie inferiore dello strato sono presenti *flute casts*.

La superficie dello strato PR 141 presenta un pavimento conchigliare con conchiglie di piccole dimensioni che documentano un'associazione oligospecifica ad Aviculopettinidi, sia con valve disarticolate che articolate, ostracodi, microgasteropodi e *Spirorbis*.

Dagli strati PR 149-153 provengono molto probabilmente dei campioni con un pavimento conchigliare con bivalvi Aviculopettinidi, (esemplari grandi), fossatori ed ostracodi.

Lo strato PR 147 presenta esemplari di bivalvi Aviculopettinidi. L'unità viene chiusa al tetto da dolomie cariate spesse 60 cm con tracce di radici.

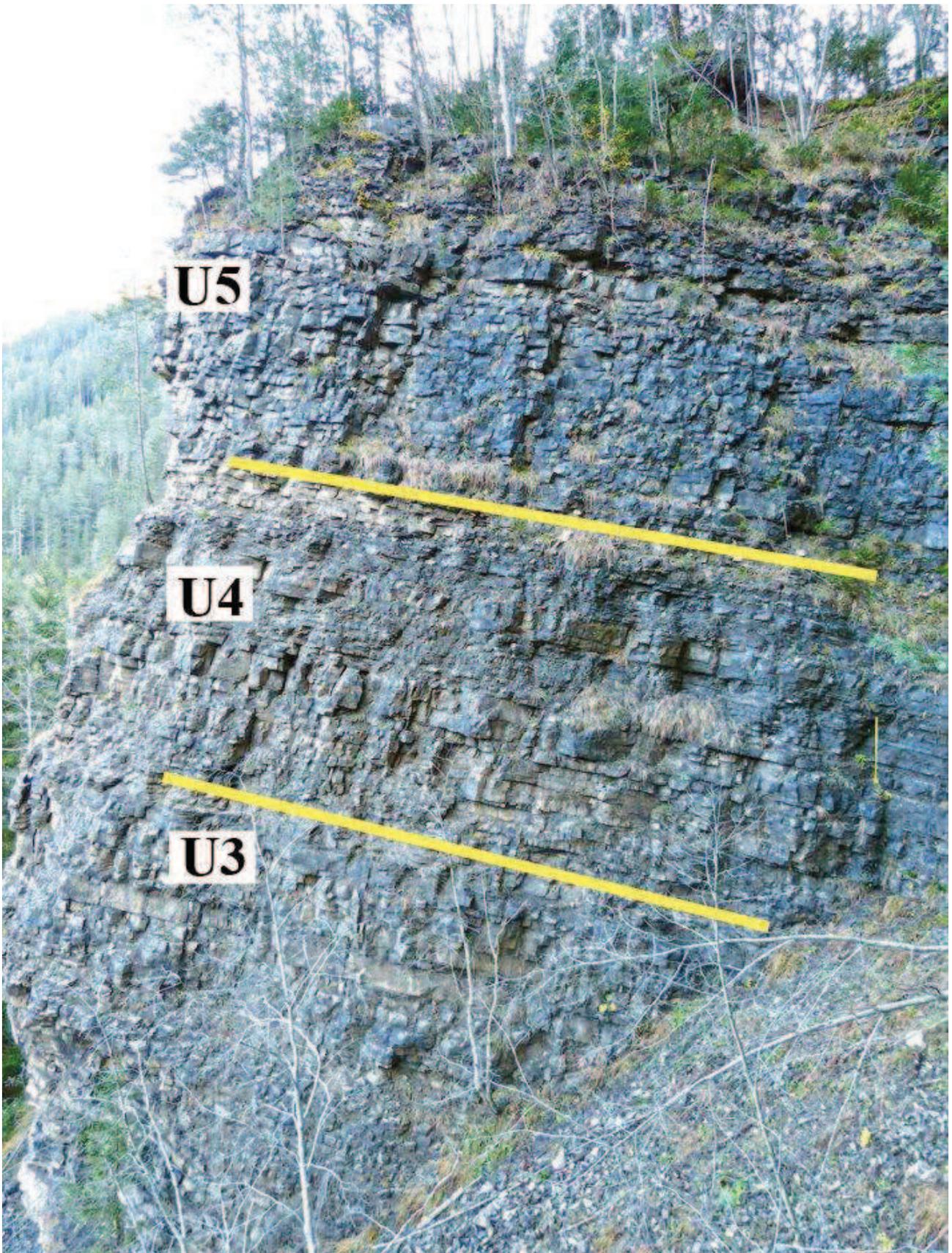


Fig. 3.7.5. Unità U 3, U 4 e U 5 (scala 1 m).



Fig. 3.7.6. Strati marnosi al tetto dell'unità 4 (unità della scala 2 m).



Fig. 3.7.7. Strato di dolomia carinata con tracce di radici al tetto dell'unità 4 (scala 60 cm).

Unità 5, PR 167-PR 200

Questa unità è composta alla base da 4 m di calcari neri, spesso con superfici di strato ondulate, anche con *load casts*. Nella parte alta di questa unità compaiono esemplari di *Bellerophon* e rari nautiloidi.

I prossimi due metri sono coperti. L'unità finisce con uno strato di dolomie cariate PR 200.

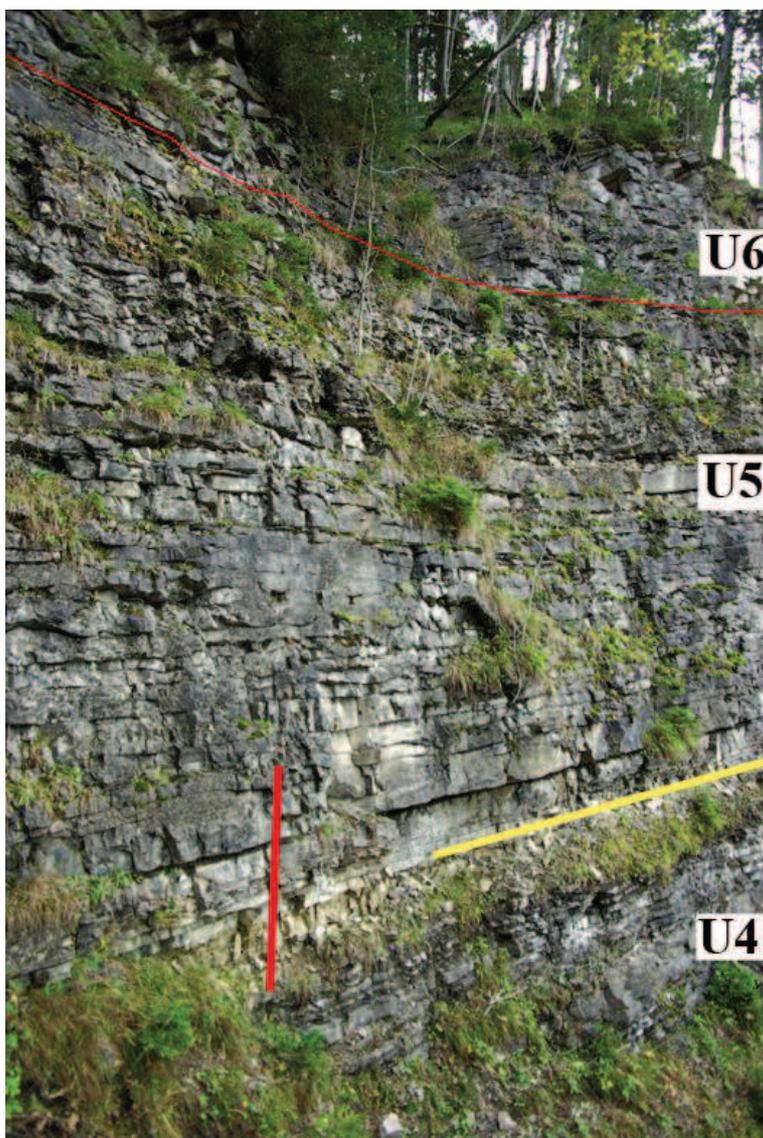


Fig. 3.7.8. Unità 5 e base dell'unità 6, (scala 2 m).

Unità 6, PR 201-PR 239

L'unità presenta alla base 5 m di calcari neri in strati di 40 - 80 cm, che nel primo metro basale presentano superfici di strato ondulate. Seguono 2 m di calcari neri compatti con strati spessi

anche 40 cm e nei due metri finali questi calcari diventano sempre più marnosi e laminati. I due metri al tetto dell'unità sono coperti, ma sono composti probabilmente da calcari marnosi e marne.

Unità 7, PR 240-PR 263

Solo i 2 m basali di quest'unità sono liberi da vegetazione e sono composti da calcari marnosi laminati intercalati a strati sottili di calcare grigio. Lo strato PR 246 di calcare grigio presenta un'abbondante associazione monospecifica di Aviculopettinidi con conchiglie di grandezza variabile.

Il resto dell'unità è coperto ad eccezione dei due metri terminali, composti da calcari dolomitizzati. Con questi calcari dolomitizzati termina l'unità 7 e la sequenza Lo 5 e si passa alla sequenza In 1 rappresentata dal Membro di Bulla.



Fig. 3.7.9. Unità 7 (U7) e Membro di Bulla.

Sequenza In 1 p.p. (Membro di Bulla, PR 264-PR 268)

Il Membro di Bulla è spesso solo 70 cm ed è composto da strati di calcare nero che presentano nella parte basale delle superfici ondulate. Sono presenti degli esemplari di *Comelicania* e rari *Bellerophon*.

Al tetto del Membro di Bulla si trova il limite con la Formazione di Werfen rappresentata dal Membro di Tesero.



Fig. 3.7.10. Membro di Bulla (scala 1 m).

4. BIOSTRATIGRAFIA DEI BIVALVI DELLA FORMAZIONE A BELLEROPHON

4.1. LITO- E BIO-ORIZZONTI DELLA FORMAZIONE A BELLEROPHON

Nelle ricostruzioni paleogeografiche delle Alpi Meridionali la linea di costa aveva raggiunto alla fine del Permiano la Valle dell'Adige (ASSERETO *et al.*, 1973; BOSELLINI & HARDIE, 1973). Questo implica che gli strati delle sezioni studiate per la tesi che si trovano più vicine alla Valle dell'Adige dovrebbero essersi formate in un ambiente più costiero mentre quelle più lontano dovrebbero avere caratteristiche di mare più aperto. Un indicatore per la maggiore o minore vicinanza alla costa sono i sedimenti silicoclastici che sono più frequenti nelle vicinanze della costa, provenendo da fiumi o da trasporto eolico.

La *Lingua di Arenarie di Val Gardena* (BROGLIO LORIGA *et al.*, 1988) è riscontrabile solo al Monte Balest, mentre è solo in parte esposta anche nelle vicinanze della sezione di Bulla presso il Monte Culatsc (che si trova sul lato opposto della sezione di Bulla, a meno di 1 km in linea d'aria, oltre il Rio Bulla, ma sempre sul versante esposto verso nord della Val Gardena). Questa *Lingua di Arenarie di Val Gardena* è parzialmente coperta al Monte Pic e non è possibile misurarne lo spessore. Dunque la *Lingua di Arenarie di Val Gardena* non può servire (almeno in Val Gardena) per stimare la maggiore o minore distanza dalla costa delle sezioni studiate durante il Permiano superiore. Un secondo livello di arenarie che si trova a pochi metri sopra l'Orizzonte a Nautiloidi B è presente in tutte le sezioni della Val Gardena, ma con spessore decrescente verso est, da Bulla (Monte Culatsc) verso il Monte Pic.

Al Monte Culatsc sopra l'Orizzonte a Nautiloidi B sono presenti quasi 10 m di arenarie, alla sezione del Balest si riducono a 3,5 m e al Monte Pic ne rimane solo 1 m. Mentre l'Orizzonte a Nautiloidi B al Sasso Putia è composto in parte dai calcari arenacei (BROGLIO LORIGA *et al.*, 1986), presso la sezione del Preroman in questo orizzonte non sono più presenti sedimenti arenacei ma dolomie. In Val Gardena sono presenti alcuni orizzonti che si ripetono in tutte le successioni nella stessa posizione stratigrafica:

l'Orizzonte a Nautiloidi B presente nelle sezioni del Balest e Pic;

l'Orizzonte a bivalvi della Val Gardena (OBVG) che si trova nei primi strati che seguono uno strato di calcare nodulare osservabile nelle sezioni di Bulla (BU 112), Balest (BA 484) e Pic (PC 222) e che affiora anche al Ruf da Piz (vedi cartina).

Orizzonte con noduli di selce: A Bulla (BU 126, noduli piccoli e rari), al Balest (BA 506, BA 507, con noduli di selce abbastanza grandi) e al Pic (PC 242-PC 247, con lenti anche spesse 10 cm).

Molto più difficile diventa correlare le sezioni della Val Gardena con quelle della Val Badia, mancando sia lo strato di selce sia l'Orizzonte a Bivalvi (forse coperto al Preroman).

4.2. I BIVALVI DELLE SEZIONI STUDIATE DELLA FORMAZIONE A BELLEROPHON

In questa parte della tesi vengono riportate le conclusioni dell'indagine sistematica, posta in calce alla tesi, che ha permesso di classificare complessivamente 17 generi e 25 specie di bivalvi.

Sono stati riconosciuti i generi: *Permophorus*, *Pleurophorella*, *Schizodus*, *Edmondia*, *Janeia*, *Modiolus*, *Volsellina*, *Bakevellia*, *Towapteria*, *Marmaronia*, *Aguilerella*, *Palaeolima*, *Parallelodon*, *Aviculopetcinidae gen. nov.*, *Eumorphotis*, *Pernopecten* e ?*Scythentolium*;

e le specie: *Permophorus tenuistriatus* NAKAZAWA & NEWELL, 1968, *Permophorus* cfr. *tenuistriatus* NAKAZAWA & NEWELL, 1968; *Permophorus* cfr. *octocostatus* (WELLER, 1916); *Pleurophorella jacobi* (STACHE, 1878); *Pleurophorella* sp.; *Schizodus obscurus* (SOWERBY, 1821); *Edmondia* cf. *rudis* MC COY, 1853; *Janeia typa* (WAAGEN, 1881); *Janeia* cfr. *cheni* LI & LI, 1997; *Modiolus* n. sp.; *Volsellina aurioides* (YIN & GON, 1978); *Bakevellia ceratophaga* (SCHLOTHEIM, 1816); *Towapteria* sp.; *Marmaronia peracuta* (STACHE, 1878); *Aguilerella* n. sp.; *Palaeolima* sp. 1; *Palaeolima* sp. 2; *Parallelodon* cf. *multicostatus* GIRTY, 1908; "*Pecten*" *trinkeri* (STACHE, 1878); *Eumorphotis praecurrens* MERLA, 1930; *Eumorphotis striatocostata* (STACHE, 1878); *Eumorphotis lorigae* POSENATO, 2005; *Pernopecten tirolensis* (STACHE, 1878); *Pernopecten symmetricus* NEWELL, 1940; *Scythentolium* sp.

4.2.1. I bivalvi della sezione di Bulla

Sequenza Lo 5

La sezione di Bulla, spessa 31 m, rappresenta parte della sequenza Lo 5 e la sequenza In 1. Quasi tutti gli strati con bivalvi sono contenuti in associazioni monospecifiche ad "*Pecten*" *trinkeri*,

e a *Pleurophorella jacobi*.

Solo lo strato BU 112, che fa parte di un orizzonte a bivalvi che si trova in tutte le sezioni della Val Gardena e chiamato nella tesi OBVG (Orizzonte a Bivalvi della Val Gardena), presenta un'associazione oligospecifica con "*Pecten*" *trinkeri*, *Pleurophorella jacobi*, *Modiolus* sp., *Volsellina* sp.. Nell'associazione sono inoltre presenti dei rari nautiloidi.

Lo strato BU 204, composto da un calcare marnoso grigio, presenta bivalvi di piccole dimensioni in pessimo stato di conservazione con *Marmaronia peracuta*, ?*Pleurophorella jacobi* e "*Pecten*" *trinkeri*. Anche questo strato è riscontrabile al Monte Balest (BA 563) nella stessa posizione stratigrafica, solo che in questa sezione la fauna è più ricca.

Sequenza In 1

All'interno dello strato BU 246 che si trova al tetto del Membro di Bulla ed è composto da grainstone, è presente un esemplare di "*Pecten*" *trinkeri*.

Bulla					
Sequenza	Strato	Unità	Associazione a bivalvi	Macrofauna accessoria	Specie bivalvi
In 1			" <i>Pecten</i> " <i>trinkeri</i>	brachiopodi	1
Lo 5					
	BU 204	U 5	<i>Marmaronia peracuta</i> , ? <i>Pleurophorella jacobi</i> , " <i>Pecten</i> " <i>trinkeri</i>		3
	BU 202	U 5	" <i>Pecten</i> " <i>trinkeri</i>		1
	BU 201	U 5	<i>Pleurophorella jacobi</i>		1
	BU 199	U 5	" <i>Pecten</i> " <i>trinkeri</i>		1
	BU 141	U 4	" <i>Pecten</i> " <i>trinkeri</i>		1
	BU 118	U 3	<i>Pleurophorella jacobi</i>		1
	BU 114	U 3	" <i>Pecten</i> " <i>trinkeri</i> , <i>Modiolus</i> sp.		2
OBVG	BU 112	U 3	<i>Pecten</i> " <i>trinkeri</i> , <i>Pleurophorella</i> sp. 2, <i>Modiolus</i> sp., <i>Volsellina</i> .sp.	nautiloidi	4
	BU 83	U 2	" <i>Pecten</i> " <i>trinkeri</i>		1
	BU 51	U 1	" <i>Pecten</i> " <i>trinkeri</i>		1
	BU 36	U 1	" <i>Pecten</i> " <i>trinkeri</i>		1
	BU 3	U 1	" <i>Pecten</i> " <i>trinkeri</i>		1

4.2.2. I bivalvi della sezione del Balest

La successione del Balest, misurata per 130 m, presenta le sequenze Lo3, Lo 4, Lo 5 e In 1.

I bivalvi della sequenza Lo 3

Alla base della sezione ci sono due strati di dolomia di colore grigio BA 1 e BA 39 (Orizzonte a Nautiloidi A), mentre lo strato BA 1 presenta un'associazione con *Towapteria* sp. e nautiloidi, l'Orizzonte a Nautiloidi A presenta una associazione a bivalvi oligospecifica con *Eumorphotis praecurrens*, *Permophorus* sp., ? *Pleurophorella jacobi*, ? *Nucula* sp., *Nautiloidi* e brachiopodi (? *Janiceps*). Questo Orizzonte può rappresentare la superficie di massima ingressione della sequenza Lo 3.

I bivalvi della sequenza Lo 4

Nella parte basale della sequenza Lo 4 (a 11 m dalla sua base) è presente lo strato BA 81, composto da dolomia di colore beige che contiene una fauna a bivalvi oligospecifica, ma ricchissima in esemplari dominata da *Pleurophorella jacobi* con rari esemplari di "*Pecten*" *trinkeri* e *Aguilerella* sp. nov. Questo strato registra la comparsa delle faune marine dopo la Lingua di Arenarie di Val Gardena (BROGLIO LORIGA *et. al.*, 1988).

La massima ingressione marina della sequenza Lo 4 è rappresentata dall'Orizzonte a Nautiloidi B con calcari neri e calcari arenacei che contengono 13 generi di bivalvi: *Eumorphotis*, *Aviculopectinidae* gen. nov., *Schizodus*, *Palaeolima*, *Edmondia*, *Janeia*, *Marmaronia*, *Bakevellia*, *Permophorus*, *Pleurophorella*, *Pernopecten*, *Modiolus* e *Parallelodon*. Sono inoltre presenti molti *Bellerophon*, nautiloidi e più raramente brachiopodi (*Comelicania*).

I bivalvi della sequenza Lo 5

Lo strato Ba 450 presenta alla base una parte di calcare nero con "*Pecten*" *trinkeri*, *Eumorphotis striatocostata*, *Pleurophorella jacobi* e al tetto "*Pecten*" *trinkeri*. Lo strato BA 484 (OBVG) è composto da calcare nero e contiene abbondanti esemplari di "*Pecten*" *trinkeri*, *Pleurophorella jacobi* e *Mytilidae*, mentre *Schizodus obscurus*, *Eumorphotis striatocostata*, nautiloidi e *Bellerophon* sono molto più rari.

Lo strato BA 515, una dolomia carinata con *burrows* verticali di colore beige chiaro, presenta esemplari anche grandi di ?*Pleurophorella*. Lo strato BA 562 di calcare marnoso presenta un'associazione a *Marmaronia peracuta*, "*Pecten*" *trinkeri*, *Pleurophorella jacobi*, *Eumorphotis striatocostata* e *Mytilidae*. Questo strato, presente anche a Bulla e a San Giacomo, rappresenta

l'ultima associazione a bivalvi abbastanza diversificata prima dell'estinzione di fine Permiano.

Lo strato BA 581, di calcare grigio presenta un'associazione oligospecifica con *Pleurophorella jacobi*, "*Pecten*" *trinkeri* e rari *Eumorphotis striatocostata*. Sono presenti anche conchiglie articolate.

Gli strati BA 598 e BA 599 di calcare marnoso di colore beige, che si trovano alla base del Membro di Bulla, presentano solo associazioni oligospecifiche con esemplari generalmente di piccole dimensioni di "*Pecten*" *trinkeri*, *Pleurophorella jacobi*, *Marmaronia peracuta*, ? *Bakevellia* e *Modiolus*.

I bivalvi della sequenza In 1

Lo strato 218 formato da uno grainstone al tetto del Membro di Bulla (ultimo strato prima della comparsa delle ooliti del Membro di Tesero) presenta rari esemplari di ?*Scythentolium* sp., *Eumorphotis striatocostata* e "*Pecten*" *trinkeri*.

Balest					
Sequenza	Strato	Unità	Associazione a bivalvi	Macrofauna accessoria	Specie bivalvi
In 1	BA 620		? <i>Scythentolium</i> sp., " <i>Pecten</i> " <i>trinkeri</i> , <i>Eumorphotis striatocostata</i> ,		3
Lo 5					
	BA 598 a	U 26	" <i>Pecten</i> " <i>trinkeri</i> , <i>Pleurophorella jacobi</i> , <i>Modiolus</i> , ? <i>Bakevellia</i>		4
	BA 598 b	U 26	" <i>Pecten</i> " <i>trinkeri</i>		1
	BA 598 c	U 26	" <i>Pecten</i> " <i>trinkeri</i>		1
	BA 581	U 26	<i>Pleurophorella jacobi</i> , " <i>Pecten</i> " <i>trinkeri</i> , <i>Eumorphotis striatocostata</i>		3
	BA 562	U 25	<i>Marmaronia peracuta</i> , " <i>Pecten</i> " <i>trinkeri</i> , <i>Pleurophorella jacobi</i> , <i>Eumorphotis striatocostata</i> , <i>Mytilidae</i> .	<i>Bellerophon</i>	5
	BA 515	U 22	? <i>Pleurophorella</i>	Nautiloidi	1
LB	BA 484	U 21	" <i>Pecten</i> " <i>trinkeri</i> , <i>Pleurophorella jacobi</i> , <i>Mytilidae</i> , <i>Schizodus</i> , <i>Eumorphotis striatocostata</i>	Nautiloidi, <i>Bellerophon</i>	5
	BA 450 b	U 20	" <i>Pecten</i> " <i>trinkeri</i>		1
	BA 450 a	U 20	" <i>Pecten</i> " <i>trinkeri</i> , <i>Eumorphotis striatocostata</i> , <i>Pleurophorella jacobi</i>	<i>Bellerophon</i>	3
	BA 449	U 20	" <i>Pecten</i> " <i>trinkeri</i> , ? <i>Pleurophorella</i>		2
Lo 4					
ON B	BA 309-Ba	U 17	<i>Eumorphotis striatocostata</i> , " <i>Pecten</i> " <i>trinkeri</i> , <i>Schizodus</i> ,	Nautiloidi,	13

	313		<i>Palaeolima, Edmondia, Janeia, Marmaronia, Bakevella, Permophorus, Pleurophorella, Pernopecten, Modiolus, Parallelodon</i>	brachiopodi, gasteropodi	
	BA 81	U 7	<i>Pleurophorella jacobi, "Pecten" trinkeri, Aguilarella sp. nov</i>		3
Lo 3					
	BA 43	U 3	<i>Eumorphotis praecurrens</i>		1
ON A	BA 39	U 2	<i>Eumorphotis praecurrens, Permophorus sp., ? Pleurophorella jacobi, ? Nucula.</i>	Nautiloidi, brachiopodi, gasteropodi	4
	BA 1	U 1	<i>Towapteria sp.</i>	Nautiloidi	1

4.2.3. I bivalvi della sezione del Monte Pic

La sezione del Pic presenta parte della sequenza Lo 4, la sequenza Lo 5, di cui mancano i circa 10 m sommitali, mentre è presente il Membro di Bulla della sequenza In 1.

Sequenza Lo 4

Nell'Orizzonte a Nautiloidi B sono presenti *Eumorphotis striatocostata, Schizodus, Bakevella*, ma molto probabilmente sono presenti le stesse specie come al Balest. La fauna accessoria è composta da *Bellerophon*, nautiloidi e *Comelicania*.

Sequenza Lo 5

Lo strato PC 114 b contiene esemplari di grandi dimensioni di "*Pecten*" *trinkeri*, è inoltre presente una fauna accessoria di nautiloidi. La parte basale dello strato PC 114a presenta esemplari di *Comelicania*.

L'unità 8 e la base dell'unità 9 presentano associazioni a bivalvi monospecifiche con *Pleurophorella* o "*Pecten*" *trinkeri*, mentre la parte alta dell'unità 9 contiene, nello strato PC 188, *Eumorphotis striatocostata* e *Pleurophorella jacobi*, e nello strato PC 197, una ricca fauna a bivalvi con *Eumorphotis striatocostata, "Pecten" trinkeri, Pleurophorella jacobi, Modiolus* e *?Bakevella*.

L'unità 10 contiene nello strato PC 222 l'OBVG con "*Pecten*" *trinkeri* e *Pleurophorella jacobi*.

Il tetto dell'unità 12 (dopo circa 10 m di copertura), situato alla base del Membro di Bulla, presenta una fauna oligospecifica con "*Pecten*" *trinkeri* e *Pleurophorella jacobi*.

Pic					
Sequenza	Strato	Unità	Associazione a bivalvi	Macrofauna accessoria	Specie bivalvi
Lo 5					
	PC 258	U 12	<i>"Pecten" trinkeri, Pleurophorella jacobi</i>		2
LB	PC 222	U 10	<i>"Pecten" trinkeri, Pleurophorella jacobi</i>		2
	PC 199	U 9	<i>Pleurophorella jacobi, "Pecten" trinkeri,</i>		2
	PC 197	U 9	<i>Eumorphotis striatocostata, "Pecten" trinkeri, Pleurophorella jacobi, Modiolus, Bakevellia</i>		5
	PC 195	U 9	<i>Pleurophorella jacobi, "Pecten" trinkeri, Modiolus</i>		3
	PC 188	U 9	<i>Eumorphotis striatocostata, Pleurophorella jacobi,</i>		2
	PC 187	U 9	<i>"Pecten" trinkeri</i>		1
	PC 181	U 9	<i>"Pecten" trinkeri</i>		1
	PC 178	U 9	<i>?Pleurophorella</i>		1
	PC 177	U 9	<i>?Pleurophorella</i>		1
	PC 175	U 8	<i>?Pleurophorella</i>		1
	PC 174	U 8	<i>?Pleurophorella</i>		1
	PC 165	U 8	<i>"Pecten" trinkeri</i>		1
	PC 114a	U 6	<i>"Pecten" trinkeri</i>		1
	PC 102	U 5	<i>"Pecten" trinkeri</i>		1
	PC 83	U 4	<i>Eumorphotis striatocostata</i>		1
Lo 4					
	PC 39	U 2	<i>?Pleurophorella</i>		1
ON B	PC 28	U 2	<i>Eumorphotis striatocostata, Schizodus, Bakevellia</i>	Nautiloidi, brachiopodi, gasteropodi	3

4.2.4. I bivalvi della sezione di Seres

La sezione di Seres, rilevata per 37 m, presenta una parte della sequenza Lo 5 e la sequenza In 1.

Sequenza Lo 5

L'unità 2 contiene un'associazione monospecifica con *Pleurophorella jacobi*, fa eccezione lo strato PC 56 con abbondanti esemplari di *"Pecten" trinkeri, Pleurophorella jacobi* ed *Eumorphotis*

striatocostata.

L'unità 4 presenta nello strato PC 140 abbondanti esemplari di "*Pecten*" *trinkeri*, e raramente *Marmaronia peracuta* e *Pleurophorella jacobi*.

L'unità 5 contiene degli esemplari in pessimo stato di conservazione con "*Pecten*" *trinkeri*, ? *Pleurophorella* sp; solo lo strato PC 166 presenta anche esemplari di Mytilidae.

Seres					
Sequenza	Strato	Unità	Associazione a bivalvi	Macrofauna accessoria	Specie bivalvi
Lo 5					
	SE178	U 6	? <i>Pleurophorella</i> sp		1
	SE168	U 5	" <i>Pecten</i> " <i>trinkeri</i> , ? <i>Pleurophorella</i> sp.,		2
	SE166	U 5	" <i>Pecten</i> " <i>trinkeri</i> , <i>Pleurophorella</i> , <i>Mytilidae</i>		3
	SE164	U 5	" <i>Pecten</i> " <i>trinkeri</i> , ? <i>Pleurophorella</i> sp.		2
	SE 140 e SE 142	U 4	<i>Aviculopectinidae</i> gen. nov., <i>Marmaronia peracuta</i> , <i>Pleurophorella jacobi</i>		3
	SE 56	U 2	<i>Eumorphotis striatocostata</i> , " <i>Pecten</i> " <i>trinkeri</i> , <i>Pleurophorella jacobi</i>		3
	SE 54	U 2	<i>Pleurophorella jacobi</i>		1

4.2.5. I bivalvi della sezione del Preroman

La sezione del Preroman, misurata per 52 m, presenta parte della sequenza Lo 4, la sequenza Lo 5 (di cui mancano 7 m finali) e la sequenza In 1.

I bivalvi della sequenza Lo 4

L'Orizzonte a Nautiloidi B, conservato all'interno di un calcare di colore beige, ha restituito rari esemplari di *Eumorphotis striatocosta* in associazione con *Comelicania* e nautiloidi.

I bivalvi della sequenza Lo 5

Alla base della sequenza Lo 5, nell'unità 2, è presente una ricca associazione a bivalvi: *Eumorphotis*, *Aviculopectinidae* gen. nov., *Schizodus*, *Palaeolima*, *Edmondia*, *Towapteria*,

Bakevellia, *Permophorus*, *Pleurophorella*, *Pernopecten*, *Modiolus* e *Volsellina*. Inoltre sono presenti abbondanti nautiloidi, *Bellerophon* e rari esemplari di *Comelicania*.

Al tetto dell'unità 3 nello strato PR 117 è presente un'associazione a bivalvi di piccole dimensioni con *Marmaronia peracuta*, Mytilidae e "*Pecten*" *trinkeri*.

L'unità 4 è caratterizzata da strati con "*Pecten*" *trinkeri*. Lo strato PR 135 presenta un pavimento conchigliare con esemplari in pessimo stato di conservazione rappresentati da "*Pecten*" *trinkeri*, ? *Schizodus* e ? *Pleurophorella*.

Quasi al tetto dell'unità 4 è presente un'associazione a bivalvi con esemplari grandi di "*Pecten*" *trinkeri*, *Eumorphotis striatocostata* e *Pleurophorella jacobi*.

Alla base dell'unità 9 lo strato PR 246 presenta abbondanti esemplari di "*Pecten*" *trinkeri*.

Preroman					
Sequenza	Strato	Unità	Associazione a bivalvi	Macrofauna accessoria	Specie bivalvi
Lo 5					
	PR 246	U 9	<i>"Pecten" trinkeri</i>		1
	PR 149-153	U 4	<i>"Pecten" trinkeri</i> (esemplari grandi), <i>Eumorphotis striatocostata</i> , <i>Pleurophorella jacobi</i>		3
	PR 144	U 4	<i>"Pecten" trinkeri</i>		1
	PR 141	U 4	<i>"Pecten" trinkeri</i>		1
	PR 139	U 4	<i>"Pecten" trinkeri</i>		1
	PR 136	U 4	<i>"Pecten" trinkeri</i> , ? <i>Edmondia</i>		2
	PR 135	U 4	<i>"Pecten" trinkeri</i> , ? <i>Pleurophorella</i> , ? <i>Schizodus</i>		3
	PR 133	U 4	<i>"Pecten" trinkeri</i>		1
	PR 117	U 3	<i>Marmaronia peracuta</i> , Mytilidae, " <i>Pecten</i> " <i>trinkeri</i>		3
	PR 82	U 3	<i>Modiolus</i>		1
	PR 61	U 3	<i>Eumorphotis</i> , " <i>Pecten</i> " <i>trinkeri</i> , <i>Schizodus</i> , <i>Palaeolima</i> , <i>Edmondia</i> , <i>Towapteria</i> , <i>Bakevellia</i> , <i>Permophorus</i> , <i>Pleurophorella</i> , <i>Pernopecten</i> , <i>Modiolus</i> e <i>Volsellina</i> .	Nautiloidi, brachiopodi, gasteropodi	12
Lo 4					
ON B	PR 27b	U 2	<i>Eumorphotis striatocostata</i>	Nautiloidi, brachiopodi, gasteropodi	1

Year	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	
1																						
2																						
3																						
4																						
5																						
6																						
7																						
8																						
9																						
10																						
11																						
12																						
13																						
14																						
15																						
16																						
17																						
18																						
19																						
20																						
21																						
22																						
23																						
24																						
25																						
26																						
27																						
28																						
29																						
30																						
31																						
32																						
33																						
34																						
35																						
36																						
37																						
38																						
39																						
40																						
41																						
42																						
43																						
44																						
45																						
46																						
47																						
48																						
49																						
50																						

5. PALEOECOLOGIA DEI BIVALVI DELLA FORMAZIONE A BELLEROPHON

5.1. BIVALVI E PALEOAMBIENTI DELLA FORMAZIONE A BELLEROPHON

Il Mare a Bellerophon era un mare epicontinentale che si trovava all'estremità più occidentale della Paleotetide tropicale, caratterizzato da condizioni ambientali stressate con forti sbalzi di salinità, temperatura e ossigenazione. Un esempio per queste condizioni ambientali, che potevano cambiare sensibilmente sia verticalmente che lateralmente, è l'unità 13 della sequenza Lo 4 del Monte Balest. In questa unità, la base è composta da dolomie cariate indicative di ambienti ipersalini (BOSELLINI & HARDIE, 1973; BUGGISCH *et. al.*, 1994), mentre il tetto è composto da un'arenaria che contiene abbondanti esemplari di *Lingula*, un marker di ambienti salmastri.

Ancora più forti dovevano essere gli sbalzi di temperatura e del livello di ossigeno. Un ambiente marino stressato ha condizionato la distribuzione e la biodiversità delle faune a bivalvi della Formazione a Bellerophon. Spesso sono presenti associazioni monospecifiche di "*Pecten*" *trinkeri*. Questi Aviculopettinidi presentano alcuni caratteri da "*paper pecten*" con una linea di cerniera abbastanza lunga, numerose coste radiali e un'auricola destra ben sviluppata nelle valve destre (ALLISON *et. al.*, 1995). Questa morfologia è tipica per bivalvi di ambienti disaerobici e viene condivisa con forme molto simili come *Pterinopecten* (Devoniano), *Dunbarella* (Carbonifero-Permiano) e più tardi con *Claraia* (Triassico Inferiore) (ALLISON *et. al.*, 1995). Un genere molto simile e ampiamente diffuso nella Formazione a Bellerophon è *Eumorphotis*, che può anche essere annoverato fra i tipici rappresentanti dei "*paper pecten*" di ambienti disaerobici (POSENATO, 2009).

Solo raramente potevano instaurarsi condizioni marine meno stressate, come per esempio durante il *maximum flooding* al tetto della sequenza Lo 4 quando si è formato l'Orizzonte a Nautiloidi B (al Balest e Pic e Preroman), e alla base della sequenza LO 5 del Preroman. In questi strati compare una fauna diversificata che comprende l'associazione a bivalvi A con le seguenti specie di bivalvi: *Eumorphotis striatocostata*, *Schizodus obscurus*, *Palaeolima* sp., *Edmondia* cf. *rudis*, *Janeia typha*, *Janeia* cf. *cheni*, *Bakevellia ceratophaga*, *Permophorus tenuistriatus*, *Permophorus* cf. *octocostatus*, *Permophorus* cf. *tenuistriatus*, *Pernopecten symmetricus*, *Modiolus* sp. nov., *Parallelodon* sp., raramente sono presenti esemplari di "*Pecten*" *trinkeri*, *Marmaronia*

peracuta e *Pleurophorella jacobi*; inoltre abbondano i nautiloidi e i *Bellerophon* e sono presenti rari brachiopodi del genere *Comelicania*.

Soprattutto la comparsa di *Pernopecten* e *Palaeolima* indica condizioni più francamente marine (KIESSLING, 2004). Si tratta comunque ancora di ambienti marini di acque basse con fattori ambientali limitanti ancora non idonei all'insediamento dei taxa stenotopici marini come brachiopodi articolati e coralli.

Con l'eccezione dei momenti di massima ingressione marina, le associazioni a bivalvi rimangono monotipiche o oligotipiche con un numero di specie variabile da 1 fino a, raramente, 5. Queste associazioni si ripetono per tutta la Formazione a *Bellerophon*, fino alla base del Membro di Bulla.

Le associazioni a bivalvi rimangono pressoché invariate nelle sequenze Lo 4 e Lo 5, fino alla base del Membro di Bulla, dove sembrano scomparire i bivalvi infaunali come *Pleurophorella jacobi*, qui presente per l'ultima volta.

L'unico vero cambiamento di specie all'interno della Formazione a *Bellerophon* prima del Membro di Bulla si riscontra nell'Orizzonte a Nautiloidi B rispetto all'Orizzonte a Nautiloidi A.

Il cambiamento si ha soprattutto a livello di specie e meno a livello di generi. Inoltre si tratta probabilmente di una sostituzione evolutiva, non di un'estinzione. Cambiano sia i bivalvi, sia i Nautiloidi: *Eumorphotis praecurrens* si evolve verso *Eumorphotis striatocostata*, *Towapteria* sp. si evolve verso *Marmaronia peracuta* e *Tirolonautilus crux* si evolve verso *Tirolonautilus sebedinus*.

La scomparsa di specie esclusive dell'associazione a bivalvi A (*Palaeolima*, *Edmondia*, *Janeia*, *Pernopecten* e *Parallelodon*) che si registra dopo l'Orizzonte a Nautiloidi B non è dovuta a un'estinzione ma al ritorno ad ambienti marini più superficiali e stressati.

Ancora alla base del Membro di Bulla (per es. al Balest, BA598-BA600) sono presenti sia "*Pecten*" *trinkeri* sia *Pleurophorella jacobi*, insieme a piccoli esemplari di *Modiolus* e *?Bakevellia* (tutti purtroppo in pessimo stato di conservazione). Si tratta di un'associazione a bivalvi con specie sia epifaunali sia infaunali, dunque non c'è segno di crisi all'interno della Formazione a *Bellerophon*.

5.2. AUTOECOLOGIA DEI BIVALVI DELLA FORMAZIONE A BELLEROPHON

Dalla Formazione a Bellerophon sono stati descritti nella tesi 17 generi e 25 specie di bivalvi che si possono riunire, in base al loro modo di vita e trofismo, in quattro gruppi:

Bivalvi infaunali sospensivori vivono all'interno del substrato filtrando dall'acqua sostanze nutritive che vengono portate passivamente dalla corrente.

Bivalvi semi-infaunali ed endobissati sospensivori (STANLEY, 1972) vivono semi-sepolto nel substrato, filtrando sostanze nutritive portate passivamente dalla corrente.

Bivalvi epifaunali, epibissati e/o liberi nuotatori (da adulti) sospensivori, (STANLEY, 1972) vivono sulla superficie del sedimento come sospensivori filtrando sostanze nutritive che vengono portate passivamente dalla corrente.

Bivalvi infaunali, facoltativamente mobili, depositivori si nutrono dalla materia organica in decomposizione e dei batteri che prendono parte a tale processo all'interno del sedimento.

1. Bivalvi infaunali sospensivori: 4 generi, 7 specie:

Genere *Permophorus*

Permophorus tenuistriatus NAKAZAWA & NEWELL, 1968

Permophorus cfr. *tenuistriatus* NAKAZAWA & NEWELL, 1968

Permophorus cfr. *octocostatus* (WELLER, 1916)

Genere *Pleurophorella*

Pleurophorella jacobii (STACHE, 1878)

Pleurophorella sp.

Genere *Schizodus*

Schizodus obscurus (SOWERBY, 1821)

Genere *Edmondia*

Edmondia cf. *rudis* Mc COY, 1853

2. Bivalvi semi-infaunali ed endobissati sospensivori, 5 generi e 5 specie:

Genere *Modiolus*

Modiolus n. sp.

Genere *Volsellina*

Volsellina aurioides (YIN & GON, 1978)

Genere *Bakevellia*

Bakevellia ceratophaga (SCHLOTHEIM, 1816)

Genere *Towapteria*

Towapteria sp.

Genere *Marmaronia*

Marmaronia peracuta (STACHE, 1878)

3. Bivalvi epifaunali, epibissati e/o liberi nuotatori (da adulti) sospensivori, 7 generi, 11 specie:

Genere *Aguilerella*

Aguilerella n. sp.

Genere *Palaeolima*

Palaeolima sp. 1

Palaeolima sp. 2

Genere *Parallelodon*

Parallelodon cf. *multicostatus* GIRTY, 1908

Genere *Aviculopectininae* gen. nov.

"*Pecten*" *trinkeri* (STACHE, 1878)

Genere *Eumorphotis*

Eumorphotis praecurrens MERLA, 1930

Eumorphotis striatocostata (STACHE, 1878)

Eumorphotis lorigae POSENATO, 2005

Genere *Pernopecten*

Pernopecten tirolensis (STACHE, 1878)

Pernopecten symmetricus NEWELL, 1940

Genere ?*Scythentolium*

?*Scythentolium* sp.

4. Bivalvi infaunali facoltativamente mobili depositivori: 1 genere, 2 specie

Genere *Janeia*

Janeia typa (WAAGEN, 1881)

Janeia cfr. *cheni* LI & LI, 1997

I quattro gruppi sopraelencati presentano le seguenti percentuali di ricchezza per numero di generi e numero di specie.

1. Bivalvi infaunali sospensivori: 4 generi (23,52% sul totale), 7 specie (28 % sul totale)
2. Bivalvi semi-infaunali sospensivori ed endobissati: 5 generi (29,41 % sul totale) e 5 specie (20% sul totale)
3. Bivalvi epifaunali, epibissati e/o liberi nuotatori (da adulti): 7 generi (41,17 % sul totale), 11 specie (44 % sul totale)
4. Bivalvi infaunali facoltativamente mobili depositivori: 1 genere (5,88 % sul totale), 2 specie (8 % sul totale)

5.3. PALEOSINECOLOGIA: LE ASSOCIAZIONI A BIVALVI DELLA FORMAZIONE A BELLEROPHON

In base alla distribuzione dei bivalvi nelle diverse litologie si possono differenziare due gruppi:

5.3.1. Gruppo 1 -

Il gruppo contiene bivalvi presenti esclusivamente nelle rocce carbonatiche (calcarea, dolomia e calcarea/dolomia arenacea):

Schizodus, Aguilerella, Volsellina, Janeia, Parallelodon, Edmondia, Pernopecten, Palaeolima.

5.3.2. Gruppo 2 -

Il gruppo contiene bivalvi presenti in tutte le litologie delle sequenze Lo 4 e Lo 5, ad eccezione delle arenarie (calcarea, dolomia, dolomia e calcarea marnoso e marne):

Towapteria-Marmaronia, Bakevellia, Permophorus, Pleurophorella, Aviculopectinidae gen. nov., Modiolus.

Eumorphotis è presente soprattutto nella facies calcarea, ma raramente si trova anche in altre litologie.

Il genere più diffuso in tutte le sezioni è *Aviculopectinidae gen. nov.*, segue *Pleurophorella*.

I seguenti generi sono esclusivi dell'Orizzonte a Nautiloidi B e dei primi strati della sequenza Lo 5 al Preroman: *Janeia, Parallelodon, Edmondia, Pernopecten, Palaeolima.*

I bivalvi determinati permettono di riconoscere le seguenti 6 associazioni:

5.3.3. Associazione a bivalvi A

Si tratta di un'associazione abbastanza ricca e diversificata di bivalvi contenuta nei calcari e nelle dolomie. Il carattere meno stressato e più francamente marino di questa associazione è dimostrato dalla presenza dei brachiopodi articolati (*Comelicania*), dall'abbondanza dei *Bellerophon* e dei nautiloidi.

L'associazione comprende i bivalvi *Eumorphotis striatocostata*, *Schizodus obscurus*, *Palaeolima* sp., *Edmondia* cf. *rudis*, *Janeia typa*, *Janeia* cfr. *cheni*, *Bakevella ceratophaga*, *Permophorus tenuistriatus*, *Permophorus* cfr. *octocostatus*, *Permophorus* cfr. *tenuistriatus*, *Pernopecten symmetricus*, *Modiolus* sp. nov., *Parallelodon* sp.. Raramente sono presenti esemplari di "*Pecten*" *trinkeri*, *Marmaronia peracuta* e *Pleurophorella jacobi*.

Questa associazione a bivalvi è presente nelle seguenti unità stratigrafiche.

- Nella sequenza Lo 3 caratterizza l'Orizzonte a Nautiloidi A con *Eumorphotis striatocostata*, *Towapteria* sp., *Pleurophorella jacobi*, *Permophorus*. Sono presenti anche i nautiloidi *Tirolonautilus crux*, *Peripetoceras* e rarissimi brachiopodi (*Janiceps*).

- Nella sequenza Lo 4 è presente nell'Orizzonte a Nautiloidi B al Balest, al Monte Pic e al Preroman, alla base della sequenza Lo 5 al Preroman. Tra i bivalvi sono stati determinati *Eumorphotis striatocostata*, "*Pecten*" *trinkeri*, *Eumorphotis striatocostata*, "*Pecten*" *trinkeri*., *Schizodus obscurus*, *Palaeolima* sp., *Edmondia* cf. *rudis*, *Marmaronia peracuta*, *Bakevella ceratophaga*, *Permophorus tenuistriatus*, *Permophorus* cfr. *octocostatus*, *Permophorus* cfr. *tenuistriatus*, *Pernopecten symmetricus*, *Modiolus* sp. nov. e *Volsellina aurioides*; tra i nautiloidi *Tainoceras balestense*, *Tainoceras malsineri*, *Tirolonautilus sebedinus*, *Foordiceras dolomiticum*, *Liroceras gardenense*, *Peripetoceras comploji*, *Peripetoceras gigas*; tra i brachiopodi *Comelicania doriphora* e *Comelicania haueri*.

5.3.4. Associazione a bivalvi B

Nella sequenza Lo 5 l'OBVG (Orizzonte a bivalvi della Val Gardena) a Bulla (BU 212), al Balest (BA 484) e Pic (PC 222) è presente un'associazione a "*Pecten*" *trinkeri*, *Pleurophorella jacobi*, *Modiolus*, *Volsellina*, *Schizodus* e rari *Eumorphotis striatocostata*. Sono inoltre stati raccolti

rari nautiloidi e *Bellerophon*. Questa associazione a bivalvi è meno ricca di quella dell'Orizzonte a Nautiloidi B ed è caratterizzata dall'assenza delle Comelicanie e dalla presenza, anche se rara, di *Schizodus* e Mytilidae.

5.3.5. Associazione a bivalvi C

Si tratta di una associazione oligospecifica che caratterizza le unità marnose di ambienti di laguna ristretta. Essa contiene *Eumorphotis striatocostata*, *Marmaronia peracuta*, *Pleurophorella jacobi* e "*Pecten*" *trinkeri*; possono inoltre essere presenti piccoli esemplari di *Modiolus* e ? *Bakevella*.

L'associazione C, nella sequenza Lo 5, si trova nei seguenti strati.

- BA 598 a dell'unità 26 con i bivalvi "*Pecten*" *trinkeri*, *Pleurophorella jacobi*, *Modiolus*, ? e *Bakevella*, raramente anche *Eumorphotis striatocostata*.
- BA 562 nell'unità 25 del Monte Balest con i bivalvi: *Marmaronia peracuta*, "*Pecten*" *trinkeri*, *Pleurophorella jacobi*, *Eumorphotis striatocostata*, Mytilidae e rari *Bellerophon*.
- PC 197 nell'unità 9 del Monte Pic con i bivalvi: *Eumorphotis striatocostata*, "*Pecten*" *trinkeri*, *Pleurophorella jacobi*, *Modiolus*, ?*Bakevella*.
- PR 149-153 del Preroman con i bivalvi "*Pecten*" *trinkeri*, ed *Eumorphotis striatocostata*, *Pleurophorella jacobi*.
- SE 56 di Seres dell'unità 2 con *Eumorphotis striatocostata*, "*Pecten*" *trinkeri* e *Pleurophorella jacobi*.

5.3.6. Associazione a bivalvi D

È diffusa soprattutto nella parte alta della sequenza Lo 5 in calcari marnosi ed è composta da un'associazione oligospecifica con *Pleurophorella jacobi* e "*Pecten*" *trinkeri*. Raramente sono presenti anche degli esemplari di *Modiolus*, sempre di piccole dimensioni, o *Aguilerella* sp. nov. Un esempio per questa associazione è contenuta nello strato BA 81 del Balest che presenta *Pleurophorella jacobi* con pochi esemplari di "*Pecten*" *trinkeri* ed *Aguilerella* sp. nov.

5.3.7. Associazione a bivalvi E

Si tratta di associazioni monospecifiche *Pleurophorella jacobi*.

5.3.8. Associazione a bivalvi F

Si tratta di associazioni monospecifiche ad "*Pecten*" *trinkeri* che è per esempio comune nella sequenza Lo 5 di Bulla.

Associazione A	Associazione B	Associazione C	Associazione D	Associazione E	Associazione F
<i>Eumorphotis</i>	<i>Eumorphotis</i>	<i>Eumorphotis</i>	<i>Aviculopecitini dae gen. nov</i>	<i>Pleurophorella</i>	<i>Aviculopecitini dae gen. nov</i>
<i>Schizodus</i>	<i>Aviculopecitini dae gen. nov</i>	<i>Aviculopecitini dae gen. nov</i>	<i>Pleurophorella</i>		
<i>Palaeolima</i>	<i>Schizodus</i>	<i>Marmaronia</i>			
<i>Edmondia</i>	<i>Pleurophorella</i>	<i>Pleurophorella</i>			
<i>Janeia</i>	<i>Modiolus</i>	<i>Modiolus</i>			
<i>Bakevellia</i>	<i>Volsellina</i>	<i>Bakevellia</i>			
<i>Permophorus</i>					
<i>Pernopecten</i>					
<i>Modiolus</i>					
<i>Parallelodon</i>					
<i>Aviculopecitini dae gen. nov</i>					
<i>Marmaronia</i>					
<i>Pleurophorella</i>					

5. 4. DISCUSSIONE SULLE ASSOCIAZIONI A BIVALVI

Associazione a bivalvi A: si riscontrano durante le fasi meno stressate delle sequenze deposizionali, quando il Mare a Bellerophon era più ossigenato e consentiva l'insediamento di ricche faune a bivalvi: *Eumorphotis*, *Schizodus*, *Palaeolima*, *Edmondia*, *Janeia*, *Bakevellia*, *Permophorus*, *Pernopecten*, *Modiolus*, *Parallelodon*. Sono presenti bivalvi sia infaunali sia epifaunali. Raramente sono presenti esemplari di *Aviculopecitini dae gen. nov.*, *Marmaronia* e *Pleurophorella*. Inoltre sono presenti abbondanti nautiloidi, *Bellerophon* e *Comelicania*.

Associazione a bivalvi B: di ambiente marino leggermente più stressato (alte temperature e salinità?). Le comunità bentoniche sono ancora abbastanza diversificate (*Aviculopectinidae gen. nov.*, *Pleurophorella jacobi*, *Modiolus*, *Volsellina*, *Schizodus* e rari esemplari di *Eumorphotis striatocostata*), non sono più presenti i bivalvi di ambienti più francamente marini (*Pernopecten*, *Paleolima* e *Paralledon*) e calano i nautiloidi e i *Bellerophon*, mentre sono assenti le Comelicanie.

Associazione a bivalvi C: diffusa soprattutto in calcari marnosi e marne. Le associazioni a bivalvi sono ricchissime in esemplari di *Pleurophorella jacobi*, "*Pecten*" *trinkeri*; è comunque sempre presente anche *Eumorphotis striatocostata*. Possono inoltre essere presenti piccoli esemplari di *Marmaronia peracuta*, *Modiolus* e ?*Bakevellia*.

Questa associazione popolava ambienti a basso idrodinamismo (baia, laguna ristretta) situati fra il mare aperto e le piane tidali, con occasionali eventi di tempesta. L'associazione era forse principalmente controllata da bassi valori di ossigenazione vista la dominanza degli aviculopectinidae, marker di ambienti disaerobici (*paper pecten* di WIGNALL, 1993).

Associazione a bivalvi D: presenta le due specie *Pleurophorella jacobi* e "*Pecten*" *trinkeri*, non è più presente *Eumorphotis striatocostata*. Le condizioni sono ancora più stressate della precedente associazione ma permettono ancora la sopravvivenza di organismi infaunali come *Pleurophorella jacobi*. Quest'ultima specie fa parte della infauna ed è un filtratore (*suspension feeder*), mentre "*Pecten*" *trinkeri* fa parte dell'epifauna, è stazionario ed è anche esso un filtratore (ABERHAN *et al.*, 2004).

Associazione a bivalvi E: monospecifica contenendo solo *Pleurophorella jacobi*.

Pleurophorella jacobi ha bisogno di ossigeno per poter sopravvivere nel sedimento essendo un bivalve infaunale. Associazioni monospecifiche di *Pleurophorella* potrebbero indicare condizioni eurialine.

Associazione a bivalvi F: monospecifica composta esclusivamente da "*Pecten*" *trinkeri*. Probabilmente questo bivalve era più resistente a condizioni anossiche vivendo fissato alla superficie del fondo marino. Associazioni monospecifiche di "*Pecten*" *trinkeri* potrebbero indicare condizioni disossiche all'interno del fondale. Questa associazione è molto diffusa nella successione di Bulla che sembra essersi formata in condizioni di laguna a circolazione più ristretta rispetto alle altre aree, come già osservato per il Membro di Bulla (POSENATO, 2009).

6. L'ESTINZIONE DI FINE PERMIANO

Alla fine del Permiano è avvenuta la più grande estinzione di massa della storia della Terra.

Il 90% delle specie marine e il 70% delle specie di vertebrati terrestri (MAXWELL, 1992; JIN *et al.*, 2000; WARD *et al.*, 2005), il 30% degli ordini di insetti (LABANDEIRA & SEPKOSKI, 1993) e un numero imprecisato di piante terrestri e marine scomparvero o furono rimpiazzate durante questa catastrofe (RAUP, 1979; RETALLACK, 1995; KOZUR & WEEMS, 2011; XIONG & WANG, 2011) chiamata “la madre di tutte le estinzioni” (ERWIN, 1994).

La ricerca delle cause dell'estinzione erano sottoposte negli ultimi 20 anni a vere e proprie mode che rispecchiavano lo spirito dell'epoca, come la teoria dell'impatto di un meteorite (BECKER, 2001) ancora influenzato dai ricordi della “guerra fredda”, mentre in seguito le cause per l'estinzione sono state ricercate soprattutto nel riscaldamento globale dovuto soprattutto al vulcanismo siberiano con conseguente emissione di metano dal fondo marino e anossia e acidificazione degli oceani (ERWIN, 1994; RACKI & WIGNALL, 2005; RETALLACK & JAHREN, 2008).

Negli ultimi anni si è delineato sempre di più il ruolo fondamentale del più grande vulcanismo della storia della terra che ha portato alla formazione dei *Siberian Traps*, un'area coperta di 2,5 milioni di km² di vulcaniti basaltiche con uno spessore che raggiunge i 3 km, avvenuto in concomitanza con l'estinzione di fine Permiano (SAUNDERS & REICHOW, 2009).

Il picco dell'estinzione è recentemente stato datato a 252.28 ± 0.08 milioni di anni (SHEN *et al.*, 2011). Le emissioni di CO₂ dovute al vulcanismo siberiano avrebbero prodotto un'anossia oceanica che avrebbe in seguito scatenato l'estinzione (SMITH, 1995; WIGNALL & TWITCHETT, 1996; KAMO *et al.*, 2003; BENTON *et al.*, 2004; KIDDER & WORSLEY, 2004; RACKI & WIGNALL, 2005).

Studi recenti hanno permesso di stabilire una coincidenza temporale fra l'estinzione marina e quella sulla terraferma (SEPTON *et al.*, 2002; KIDDER & WORSLEY, 2004; SHEN *et al.*, 2011). La durata dell'estinzione sembra diventare sempre più corta ed è passata da 165.000 anni a 20.000 anni (BOWRING *et al.*, 1998; RAMPINO *et al.*, 2002; REICHOW *et al.*, 2009; SHEN *et al.*, 2011).

Il periodo di recupero dopo l'estinzione sembra essere stato estremamente lungo con circa 5 milioni di anni durante il Triassico Inferiore (KOZUR, 1998; BENTON *et al.*, 2004; KORTE & KOZUR, 2010; BRAYARD *et al.*, 2011), anche se in alcune zone e per singoli gruppi questo periodo sembra essere stato più veloce (BRAYARD *et al.*, 2009; HAUTMANN *et al.*, 2011). Questo periodo così lungo di non-recupero sarebbe imputabile a temperature estreme che agli inizi del Triassico toccarono valori talmente elevati (intorno ai 50-60 °C sulla terraferma e ai 40 °C nelle acque marine di superficie) da

rendere quasi impossibile la vita alle regioni tropicali ed equatoriali (SUN *et. al.*, 2012). L'argomento più dibattuto è ed è stato senz'altro la vera natura della causa e la durata dell'estinzione. La connessione fra vulcanismo siberiano ed estinzione sembra accertata, ma cosa abbia veramente “ucciso” le faune del Permiano superiore resta ancora da chiarire. Il meccanismo dell'estinzione sembra essere abbastanza complesso e non imputabile a un unico fattore scatenante.

Negli ultimi decenni ci sono state diverse teorie che hanno cercato di spiegare le cause dell'estinzione: L'emissione di CO₂ vulcanica avrebbe portato a un primo aumento delle temperature nell'atmosfera che in seguito avrebbe portato anche a un riscaldamento dell'oceano con un successivo rilascio di metano dai fondali marini. Secondo un altro modello, l'aumento dell'isotopo leggero del Carbonio indica che l'innalzamento della CO₂ è dovuta all'immissione nell'atmosfera di grandi quantità di carbonio organico derivante dall'ossidazione della sostanza organica. Recenti ricerche portano a ritenere che il carbonio di origine organica derivi dall'ossidazione del metano proveniente da giacimenti siberiani del Paleozoico inferiore esplosi in seguito all'intrusione dei magmi permiani (SVENSEN *et al.*, 2008).

Il metano rilasciato nell'oceano sarebbe stato in seguito ossidato da parte di batteri che a loro volta avrebbero in questo modo aumentato il livello di CO₂ negli oceani con una conseguente acidificazione delle acque oceaniche che avrebbero portato a forti concentrazioni di Ca²⁺ e HCO₃⁻ nell'oceano e a forti concentrazioni di CO₂ nell'atmosfera (HEYDARI & HASSANZADEH, 2003; HEYDARI *et al.*, 2003, 2008). Le faune marine epicontinentali avrebbero subito l'estinzione per causa di emissioni vulcaniche di solfati e CO₂ che si sarebbero uniti nell'atmosfera producendo acido solforico con conseguenti piogge acide, inoltre l'eccesso di CO₂ avrebbe portato a un riscaldamento globale e ipercapnia (accumulo di acido carbonico nel sangue; HUEY & WARD, 2005; FRAISER & BOTTJER, 2007). Un'altra ipotesi prevede invece che le cause dell'estinzione sarebbero da ricercare in acque oceaniche anossiche che si sarebbero diffuse nei mari epicontinentali tramite correnti di *upwelling* (WIGNALL & HALLAM, 1992; KNOLL *et al.*, 1996). Studi recentissimi stanno invece evidenziando che la causa principale che ha devastato le faune sia marine sia terrestri alla fine del Permiano è stata la temperatura altissima raggiunta alla fine del Permiano che doveva superare i 40° C nella Tetide e i 50-60 ° C sul continente e che si sarebbe poi protratta per gran parte del Triassico Inferiore (BRAND *et. al.*, 2012; SUN *et. al.*, 2012).

Soprattutto una ricerca condotta sulla calcite a basso contenuto di Mg delle conchiglie di *Comelicania* nel Membro di Bulla del Sass de Putia e della Val Brutta ha permesso di individuare il chimismo e le temperature del Mare a Bellerophon durante l'estinzione di fine Permiano (BRAND *et. al.*, 2012). Secondo il modello di questi Autori le eruzioni vulcaniche siberiane avrebbero portato circa 2000 anni prima dell'estinzione al rilascio di enormi quantità di CO₂ con conseguenti

emissioni di metano che avrebbero portato a un riscaldamento globale estremo con un aumentato dell'erosione sulle terre emerse. Alla fine, questi gas serra avrebbero portato a meno di 1000 anni prima dell'estinzione a un periodo di *hothouse* globale con temperature dell'acqua superficiale del mare tropicale di circa 39 °C e oltre. Sulla base di queste temperature superficiali del mare, le concentrazioni atmosferiche di CO₂ erano circa 1400 ppmv e 3000 ppmv rispettivamente per il Permiano terminale e finale (attualmente vengono stimate intorno a 385 ppmv, NOAA Mauna Loa dataset). Il riscaldamento globale sarebbe stato interrotto brevemente per l'emissione di aerosol solfatici che avrebbero portato a un breve “inverno nucleare” con temperature dell'acqua superficiale di circa 34 °C, in concomitanza con questo breve raffreddamento sarebbe avvenuta una breve fase di recupero con un aumento significativo della biodiversità nel Mare a Bellerophon subito prima del limite fra Membro di Bulla e Membro di Tesero dove sono presenti 23 generi. Dopo la deposizione di questi aerosol vulcanici il riscaldamento globale sarebbe ripreso e sarebbe stato accompagnato da suboxia presso le acque superficiali dell'oceano e questo avrebbe in seguito portato all'estinzione di fine Permiano (BRAND *et. al.*, 2012).

La prima fase dell'estinzione di fine Permiano avvenne a Bulla fra il tetto del Membro di Bulla e la base del Membro di Tesero. Durante questo intervallo scompaiono il 45 % dei generi presenti nel Membro di Bulla (POSENATO, 2010). Questa prima fase dell'estinzione fu rapida, catastrofica e si è verificata durante un breve episodio di non sedimentazione (POSENATO, 2010).

Questa prima fase di estinzione avvenne in corrispondenza della fine del probabile breve raffreddamento avvenuto per causa delle emissioni vulcaniche di aerosol solfatici che avrebbero provocato un breve “inverno nucleare” (BRAND *et. al.*, 2012)

Una seconda fase dell'estinzione di fine Permiano si è verificata nei primi centimetri del Membro di Tesero. Essa ha cancellato 11 generi di quelli presenti nel Membro di Bulla (il 39%) (POSENATO, 2010). Il contatto erosivo fra il Membro di Bulla (Formazione a Bellerophon) e il Membro di Tesero (Formazione di Werfen), il rimaneggiamento dei foraminiferi all'interno della parte basale del Membro di Tesero e l'ambiente sedimentario ad alta energia suggeriscono che la biodiversità è affetta dalla presenza di conchiglie rimaneggiate. Per questo motivo un valore cumulativo dei due eventi di estinzione può dare un quadro più reale dell'intensità dell'estinzione (POSENATO, 2010). Per questa ragione si può dire che 31 generi dei 44 presenti nel Membro di Bulla scompaiono tra la base e la parte inferiore del Membro di Tesero il che corrisponde a un tasso di estinzione del 70% ed equivale alla fase principale dell'estinzione di fine Permiano (POSENATO, 2010).

6.1. RAPPORTO FRA BIVALVI E BRACHIOPODI NEL PERMIANO SUPERIORE DELLE DOLOMITI E L'ESTINZIONE DI FINE PERMIANO

6.1.1. La transizione da associazioni dominate dai brachiopodi ad associazioni dominate dai bivalvi

La fauna del Paleozoico è dominata da organismi epifaunali, sessili e filtratori come brachiopodi, briozoi, coralli tabulati e rugosa, crinoidi, mentre la fauna moderna è composta da organismi mobili come artropodi malacostraci, gasteropodi, bivalvi, pesci e solo pochi organismi immobili come coralli sclerattini. Durante l'estinzione di fine Permiano la fauna paleozoica è quasi scomparsa con un tasso di estinzione del 57% delle famiglie e del 95% delle specie. Gli organismi filtratori sessili come i brachiopodi si sono quasi completamente estinti, mentre i molluschi hanno subito perdite molto minori (SEPKOSKI, 1984). Per quali motivi l'estinzione non ha colpito indiscriminatamente tutti gli organismi ma è stata tassonomicamente selettiva?

STEELE-PETROVIC (1979) ha studiato a fondo le differenze fisiologiche fra brachiopodi articolati e bivalvi constatando che i due gruppi di animali si distinguevano poco per quanto riguarda i loro bisogni di cibo e spazio durante il Fanerozoico, ma che i bivalvi avevano a disposizione molta più energia per unità di biomassa per poter produrre discendenza, erano in grado di tollerare meglio una serie di cambiamenti di fattori ambientali e che erano molto più abili a colonizzare ambienti nuovi rispetto ai brachiopodi. I bivalvi erano meglio adattati rispetto ai brachiopodi a condizioni ambientali stressate, con fluttuazioni della salinità, della turbolenza, dei livelli di ossigeno, inoltre erano in grado di uno scambio gassoso più efficiente e possedevano un metabolismo più attivo. Per questo motivo la tolleranza ambientale ha giocato un ruolo fondamentale nel promuovere la maggiore diversità e abbondanza dei bivalvi in ambienti marini costieri stressati e variabili durante il Paleozoico.

CLAPHAM & BOTTJER (2007) hanno documentato con uno studio su faune silicizzate del Permiano medio e superiore, provenienti dagli Stati Uniti, dalla Cina e dalla Grecia, che il cambiamento ecologico verso la dominanza numerica (abbondanza di individui non del numero di taxa, ovvero di ricchezza) dei molluschi era iniziato già nel Permiano superiore, prima del grande cambiamento avvenuto durante l'estinzione di fine Permiano. Prima che i bivalvi raggiungessero la dominanza tassonomica negli ambienti di mare aperto, cioè prima che prevalessero a livello di numero di gene-

ri e famiglie sui brachiopodi, avevano già iniziato a colonizzare gli ambienti di mare aperto con poche specie, ma queste erano presenti con molti esemplari, mentre i brachiopodi mantenevano la dominanza negli ambienti di mare aperto con un elevato numero generi ma con meno esemplari per genere. L'inizio di questa diffusione dei bivalvi in ambienti più profondi dovrebbe essere avvenuta secondo gli Autori dopo l'estinzione al limite Guadalupiano-Lopingiano.

6.1.2. La dominanza dei brachiopodi nel Membro di Bulla

Il Mare a Bellerophon si trovava vicino alla costa e presentava condizioni stressate, per questo motivo era dominato dai bivalvi, ma nonostante ciò la situazione del Mare a Bellerophon era molto particolare perché poco prima dell'estinzione di fine Permiano erano presenti faune ricche di molluschi, brachiopodi, foraminiferi ed alghe calcaree che non lasciavano in alcun modo prevedere l'imminente estinzione di massa.

Il macrobenthos del Membro di Bulla (senza la parte più sommitale) è composto quasi esclusivamente da 3 specie di brachiopodi del genere *Comelicania* che presentano delle dimensioni molto maggiori di quelle che si possono trovare dell'Orizzonte a Nautiloidi B.

Comelicania è un brachiopode athyroide con un brachidio a spirale. Durante il Paleozoico i brachiopodi che presentavano un lofoforo spiralato si sono adattati ad ambienti di mare basso dove esisteva un forte supporto di sostanze nutritive, principalmente composto da piante terrestri (POSENATO, 2010).

Nelle sequenze Lo4 e Lo5, le rare volte che compaiono le Comelicanie, esse sono diffuse anche in sedimenti più grossolani, come quelle della sezione del Monte Pic dello strato PC114 (sequenza Lo5) contenute in uno grainstone con molti litoclasti dolomitizzati. Queste Comelicanie sono tutte di piccole dimensioni, con ali abbastanza corte e probabilmente si erano adattate a un mare basso con un idrodinamismo abbastanza elevato.

Esemplari articolati di *Comelicania* si trovano anche nell'orizzonte a Nautiloidi B al Monte Balest, composto da un calcare leggermente arenaceo e dolomitizzato insieme ad abbondanti bivalvi dominati da *Schizodus* (POSENATO & PRINOTH, 2004). Le Comelicanie della sequenza Lo4 e Lo5 dovevano prediligere sedimenti soffici ma non fangosi, dato che i bivalvi con cui si rinvenivano come *Schizodus* erano seminafaunali sospensivori.

Nel Membro di Bulla invece le Comelicanie tendono a diventare sempre più grandi, con esemplari che possono raggiungere anche 15 cm di larghezza. Questa forma molto grande e

trasversalmente allungata presenta un forte aumento della superficie che è ideale per non sprofondare in sedimenti argillosi (adattamento tipo “*snow-shoe*“). Qui le Comelicanie si rinvennero principalmente negli strati marnosi ricchissimi in sostanza organica intercalati agli strati di calcare nero. Secondo POSENATO (2010) queste Comelicanie (*Comelicania haueri*) si erano adattate a un substrato soffice con poca energia idrodinamica che si trovava a una profondità di 3-6 m dunque vicino alla base d’onda normale (*fair weather wave base*) (FARABEGOLI *et. al.*, 2007).

Nel Membro di Bulla sono presenti, oltre alle Comelicanie, solo dei grandi esemplari di *Bellerophon*, e pochi altri gasteropodi e rarissimi resti di nautiloidi. I bivalvi sono in gran parte assenti, solo nelle sezioni del Bletterbach e di Montagna sono presenti Aviculopettinidi (POSENATO, 1988), probabilmente perché si trovavano molto vicine alla costa.

La scarsità di bivalvi nel Membro di Bulla e la forte presenza di brachiopodi (Comelicanie) potrebbe essere spiegata dal fatto che i brachiopodi supportano meglio ambienti con alta presenza di sostanze organiche che rendevano l’acqua torbida. Secondo STEELE-PETROVIC (1979), uno dei pochi vantaggi che i brachiopodi posseggono rispetto ai bivalvi è la loro tolleranza ad alti livelli di torbidità. I brachiopodi catturano solo una parte del materiale sospeso nella corrente inalante che producono con il loro brachidio, mentre i bivalvi filtratori catturano tutte le particelle. Per questo motivo in condizioni di alta torbidità molti bivalvi, ad eccezione dei brachiopodi, devono spendere una grande quantità di energia per separare e trasportare il materiale catturato, e sopra una certa soglia di torbidità questo meccanismo si ostruisce e diventa inoperabile (STEELE-PETROVIC, 1979).

6.1.3. Il miglioramento improvviso delle condizioni ambientali poco prima dell'estinzione

Al tetto del Membro di Bulla, che presenta la fase regressiva della sequenza In1, compaiono improvvisamente 6 specie di brachiopodi: *Janiceps*, *Comelicothyris*, *Spirigerellinae* gen. e sp. indet., *Septospirigerella?* sp., *Ombonia*, *Orthothenina*, (POSENATO, 2001). Inoltre si osserva il più alto numero di generi di foraminiferi (BROGLIO LORIGA *et al.*, 1988). Al Balest sono presenti, oltre ai brachiopodi i bivalvi *Eumorphotis*, *Bakevellia*, e *?Scythentolium*, mentre a Bulla è presente “*Pecten*” *trinkeri*.

La regressione al tetto del Membro di Bulla ha portato ad un aumentato dell’idrodinamismo che a sua volta ha determinato un aumento dell’ossigenazione dell’acqua marina e dei fondali.

Inoltre, l'“inverno nucleare” può aver prodotto un breve raffreddamento. Questa breve fase di miglioramento delle condizioni ambientali avrebbe favorito una maggiore diversificazione dei brachiopodi e l'abbondanza dei fusulinidi (BRAND *et al.*, 2012).

6.1.4. L'estinzione differenziata fra brachiopodi e bivalvi

In alcune località (p.e., Monte Balest) al tetto del Membro di Bulla, oltre ai brachiopodi, sono presenti anche i bivalvi *Eumorphotis*, *Bakevella*, *Scythentolium*, e a Bulla, alla base del Membro di Tesero, sono presenti Aviculopettinidi e Pettinidi (POSENATO, 2009). I bivalvi che in seguito sarebbero sopravvissuti all'estinzione di fine Permiano erano presenti poco prima e durante la fase principale dell'estinzione.

Nessun brachiopode articolato presente nel Membro di Bulla e nella parte basale del Membro di Tesero è riuscito a sopravvivere all'estinzione di fine Permiano, mentre un solo genere di bivalvi di quelli che erano presenti al tetto del Membro di Bulla si è estinto (*Aviculopectinidae* gen. nov.). Questa alta selettività dell'estinzione di fine Permiano potrebbe dipendere da condizioni ambientali che avvantaggiarono i bivalvi a discapito dei brachiopodi.

6.1.5. Probabili cause della selettività tassonomica dell'estinzione di fine Permiano nei bivalvi e brachiopodi

Secondo CLAPHAM & PAYNE, (2011) il grande aumento della temperatura e della CO₂ che si osserva alla fine del Permiano superiore avrebbe portato a una forte acidificazione degli oceani. A questo proposito KNOLL *et al.*, (2007) hanno dimostrato che esiste una grande selettività degli organismi durante l'estinzione di fine Permiano. Animali con scheletri carbonatici privi di branchie, con un sistema circolatorio lento o passivo, con una capacità limitata di tamponare il pH dei fluidi interni e un basso livello metabolico (coralli rugosa, brachiopodi articolati, briozoi e crinoidi) hanno subito un'estinzione dell'86% dei generi conosciuti, mentre gruppi con scheletri sempre carbonatici, ma con meccanismi fisiologici in grado di tamponare il pH dei fluidi interni, con branchie, un sistema circolatorio attivo e con un alto livello metabolico (gasteropodi, bivalvi e nautiloidi) hanno subito perdite del 54% dei generi. I gruppi con scheletri delicati, con basso contenuto di minerali carbonatici o con composizione mineralogica diversa (p.e. fosfatica) hanno perso solo il 5% dei generi.

Gli effetti dell'acidificazione oceanica sono molto difficili da trovare e provare nei sedimenti (KERSHAW *et al.*, 2012). L'acidificazione dovrebbe aver avuto degli effetti deleteri sui foraminiferi e sulle larve di organismi che producono conchiglie carbonatiche (brachiopodi e bivalvi), che non riuscivano più a produrre le conchiglie calcificate e morivano. La mineralogia e i processi di calcificazione di larve di molluschi ed echinoidi li rendono particolarmente soggetti all'acidificazione oceanica. Nonostante gasteropodi e bivalvi adulti producano aragonite, calcite, o entrambi le fasi per costruire le loro conchiglie, secondo WEISS *et al.*, (2002) le conchiglie delle larve veliger di bivalvi e gasteropodi contengono aragonite con un'ultrastruttura cristallina simile e per questo motivo la loro conchiglia larvale è rimasta uguale durante l'evoluzione. Studi recenti condotti sulle larve del bivalve *M. mercenaria* che presenta una conchiglia adulta di aragonite, e sull'ostrica *C. gigas* con una conchiglia adulta interamente composta da calcite, hanno dimostrato che queste formano CaCO_3 amorfo come un precursore provvisorio dell'aragonite. Dato che questo CaCO_3 amorfo e instabile è più solubile dei minerali cristallini di aragonite o calcite, i processi di biomineralizzazione che avvengono durante lo sviluppo embrionale e larvale di gasteropodi e bivalvi dovrebbe essere molto vulnerabile alla acidificazione oceanica. Invece si sa poco e niente sull'effetto dell'acidificazione oceanica sulle larve dei brachiopodi (WEISS *et al.*, 2002).

Indizi per l'acidificazione oceanica durante il Permiano superiore provengono soprattutto dai foraminiferi che fra il tetto del Membro di Bulla e la base del Membro di Tesero hanno subito un'estinzione devastante (GROVES *et al.*, 2007). Questa situazione è molto simile a quella che si presenta nel sud della Cina, presso la sezione tipo di Meishan. SONG *et al.*, (2009) hanno dimostrato che nella sezione di Meishan i foraminiferi calcarei che hanno dominato durante il Permiano superiore sono stati sostituiti dai foraminiferi agglutinanti nel Triassico Inferiore. Questo è un forte indizio per l'acidificazione oceanica durante l'estinzione di fine Permiano che si sarebbe protratta anche nel Triassico Inferiore. I foraminiferi con gusci di carbonato di calcio sono stati colpiti pesantemente dalla crisi di biocalcificazione che aveva colpito gli organismi con una bassa capacità di tamponare il pH dei fluidi corporei, insieme a coralli e brachiopodi con conchiglie calcitiche (FRAISER & BOTTJER, 2007). I foraminiferi agglutinanti invece non hanno subito così pesanti perdite (KNOLL *et al.*, 2007).

Cosa sia successo fra il tetto del Membro di Bulla e la base del Membro di Tesero rimane ancora da scoprire, dato che il limite formazionale fra Formazione a Bellerophon e Formazione di Werfen presenta una discontinuità con una fase di non sedimentazione o addirittura erosione FARABEGOLI *et al.* (2007).

Gli scenari sono molteplici, certo è che nel grainstone trasgressivo alla base del Membro di Tesero la stragrande maggioranza dei foraminiferi presenta un riempimento nerastro e dunque

questi esemplari vengono interpretati come rimaneggiati e già morti. La fase principale dell'estinzione è avvenuta secondo POSENATO (2010) proprio durante la fase di non sedimentazione (U2) e nella parte basale del Membro di Tesero con un'estinzione del 70% dei generi presenti nel Membro di Bulla (31 su 44).

Secondo FARABEGOLI *et al.*, (2007) in concomitanza con la regressione marina al tetto del Membro di Bulla potrebbe essere accaduta la fase di “bagno di acido” di HEYDARI & HASSANZADEH (2003), che consiste in una fortissima acidificazione oceanica. Questo modello si basa su un *mantle plume* che avrebbe anche prodotto il vulcanismo siberiano e che avrebbe riscaldato il fondo marino scatenando una fortissima emissione di metano dal fondo marino che in seguito sarebbe stato ossidato da batteri con un concomitante rilascio di CO₂ nell'acqua che avrebbe acidificato l'oceano. In seguito, terminato il rilascio di metano, l'oceano avrebbe subito una forte sovra-saturazione di CaCO₃ che avrebbe portato a una precipitazione CaCO₃ nel mare. Questo “bagno di soda” di (HEYDARI & HASSANZADEH, 2003; HEYDARI *et al.*, 2008) potrebbe essere avvenuto durante la fase trasgressiva del Membro di Tesero basale (FARABEGOLI *et al.*, 2007). Questi cambiamenti devastanti nel chimismo oceanico insieme alle temperature altissime oltre i 35 °C avrebbero portato alla fase principale dell'estinzione di fine Permiano con la scomparsa quasi totale dei brachiopodi mentre alcuni bivalvi che erano più resistenti a cambiamenti ambientali, sono riusciti a sopravvivere.

A questo proposito si potrebbe considerare che la prima fase di estinzione, che era anche la più forte, ha devastato, come previsto dal modello di KNOLL *et al.*, (2007), tutti gli organismi che avevano una bassa capacità di tamponare i propri fluidi corporei. Nei calcari oolitici al tetto del Membro di Tesero a Bulla sono presenti soltanto molluschi e tutti presentano dimensioni molto ridotte rispetto a quelle che possedevano nel sottostante Membro di Bulla, questa miniaturizzazione è conosciuta con il nome “effetto Lilliput” (TWITCHETT, 2007; POSENATO, 2009). Come esempi di questa miniaturizzazione si possono citare i piccolissimi esemplari di *Bellerophon vaceki* con un diametro di pochi millimetri rispetto ai grandi *Bellerophon* del Membro di Bulla che raggiungono i 3 cm di diametro, lo stesso vale per i bivalvi dalla conchiglia liscia di tipo *Entolium* (? *Scythentolium*) che hanno dimensioni molto minori degli esemplari di *Pernopecten* dell'Orizzonte a Nautiloidi B, anche *Eumorphotis* del Membro di Tesero è molto più piccola di *Eumorphotis striatocostata* della Formazione a Bellerophon e delle specie di *Eumorphotis* del resto della Formazione di Werfen (POSENATO, 2009).

Probabilmente questa miniaturizzazione è una risposta degli organismi alle condizioni ambientali sfavorevoli (per es. all'acidificazione del mare e temperatura): in condizioni di basso pH la riduzione delle dimensioni delle conchiglie riduce l'energia necessaria per secernere scheletri carbonatici in acqua sottosatura (HAUTMANN, 2004). I bivalvi sopravvissuti all'estinzione erano

probabilmente in grado di secernere le loro conchiglie in condizioni di bassa saturazione di CaCO₃ (FRAISER & BOTTJER, 2007). L'aumento di temperatura aumenta il metabolismo e la necessità di ossigeno degli organismi. Temperature elevate determinano però una diminuzione della quantità di ossigeno nell'acqua rallentando la crescita degli organismi.

Probabilmente già al tetto del Membro di Tesero a Bulla e al Sasso Putia era avvenuta la transizione fra le faune paleozoiche dominate dai brachiopodi e le faune mesozoiche dominate dai bivalvi. Nelle marne che seguono gli strati oolitici basali a Bulla e al Sasso Putia si trova soltanto una fauna a bivalvi dominata da *Eumorphotis*, con pochi esemplari di *Bakevellia*, *Unionites* e *Towapteria*. Solo a Tesero continuano ad essere presenti delle faune molto impoverite di brachiopodi, ma probabilmente questa zona protetta vicina alla costa rappresentava l'ultimissimo rifugio per le faune paleozoiche, mentre il mare aperto era definitivamente colonizzato dai bivalvi (POSENATO, 2009).

6.1.6. Caratteristiche dei bivalvi sopravvissuti all'estinzione

A Bulla i livelli marnosi del Membro di Tesero che seguono immediatamente la fase principale dell'estinzione (mixed fauna beds) presentano una fauna composta esclusivamente da bivalvi con *Eumorphotis*, *Unionites* e *Towapteria*, e nella stessa posizione stratigrafica al Sasso Putia anche *Bakevellia* (POSENATO, 2009). Questi generi di bivalvi sopravvissuti alla fase principale dell'estinzione caratterizzeranno, insieme a *Claraia* e *Promyalina*, le faune del Triassico Inferiore a livello mondiale.

L'unico genere di bivalvi che si estingue nella fase principale dell'estinzione e che era ancora presente negli "Ombonia and Orthothenina beds" è *Aviculopectinidae* gen. nov. I generi di bivalvi che esistevano ancora al tetto del Membro di Bulla (?*Scythentolium*, *Eumorphotis*, *Aviculopectinidae* gen. nov. e *Bakevellia*) e che sono in seguito anche sopravvissuti all'estinzione sono tutti epifaunali, e questo potrebbe indicare condizioni disossiche nel sedimento oppure proprietà fisiche del sedimento che impedivano l'insediamento di bivalvi infaunali.

I generi di bivalvi sopravvissuti nel Mare a Bellerophon all'estinzione di fine Permiano erano quasi tutti già ampiamente presenti nella Formazione a Bellerophon fin dalla sequenza Lo 3 (*Eumorphotis* e *Towapteria*) e *Bakevellia* fin dalla sequenza Lo 4, sia nelle facies carbonatiche sia in quelle miste carbonatico-silicoclastiche. Questi bivalvi erano in grado di formare delle associazioni monospecifiche, come *Towapteria*, *Eumorphotis* e *Aviculopectinidae* gen. nov., e per questo motivo dovevano essere in grado di resistere a condizioni estreme di salinità, temperatura o

ossigenazione sfavorevoli agli altri organismi bentonici.

Si può dire che i bivalvi sopravvissuti all'estinzione erano già adattati ad ambienti molto diversificati, sia di mare aperto, sia di mare basso, forse addirittura lagunare con acque salmastre (questo vale per *Towapteria* e *Bakevellia*). Questi bivalvi erano in grado di vivere in ambienti del Permiano superiore caratterizzati cambiamenti di salinità, temperatura, ossigeno e, talora, da un forte apporto di materiale silicoclastico.

6.1.7. Tassi di estinzione dei generi e delle specie di bivalvi nella Formazione a Bellerophon

La cattiva conservazione dei fossili della Formazione di Werfen e la mancanza di una revisione tassonomica recente rendono difficile l'analisi dei tassi di sopravvivenza e di estinzione a livello specifico. Probabilmente molte specie sopravvissute all'estinzione di fine Permiano che ricompaiono durante il Triassico Inferiore sono state descritte con nomi diversi da quelli che portavano nel Permiano superiore (p.e., NEWELL, 1973). Inoltre bisogna differenziare le specie e i generi di bivalvi che erano presenti nella Formazione a Bellerophon e continuano ad essere presenti nella Formazione di Werfen delle Dolomiti, e quelle specie e quei generi di bivalvi che non sono più presenti nella Formazione di Werfen, ma ricompaiono in altre aree geografiche durante il Triassico Inferiore. L'identificazione dei generi sopravvissuti è abbastanza facile, purtroppo l'identificazione a livello specifico è resa molto difficile dal pessimo stato di conservazione delle faune del Triassico Inferiore. Per questo motivo i tassi di estinzione a livello specifico probabilmente non rispecchiano i dati reali.

Come esempio si possono citare i generi *Towapteria* e *Marmaronia*. Dato che le differenze fra i due generi sono presenti esclusivamente sulla valva destra (ben conservata), e la specie del Triassico Inferiore *Towapteria scythica* è stata descritta solo su una valva sinistra, non è chiaro se gli esemplari di *Towapteria scythica* del Triassico Inferiore descritti da molte località a livello mondiale appartengano veramente a questo genere o al genere *Marmaronia*. Inoltre non è chiaro se tutte le segnalazioni di *Towapteria scythica* si riferiscano ad una o a più specie.

A livello specifico di quei bivalvi che erano presenti nella Formazione a Bellerophon probabilmente solo *Eumorphotis striatocostata*, *Marmaronia peracuta*, *Bakevellia ceratophaga*, e ? *Scythentolium* sp. sono sopravvissuti all'estinzione di fine Permiano (16%), ma non è chiaro se queste specie siano anche presenti nella Formazione di Werfen, oltre il Membro di Tesero. Secondo questa stima l'84 % delle specie di bivalvi presenti nella Formazione a Bellerophon si sarebbe

estinto alla fine del Permiano. Delle specie probabilmente sopravvissute, *Marmaronia peracuta* e *Bakevella ceratophaga* sono sospensivori semi-infaunali endobissati, *Eumorphotis striatocostata* è un bivalve epifaunale bissato e *Scythentolium* sp. è epifaunale sospensivoro e facoltativamente mobile. Dei 4 generi con 7 specie di bivalvi infaunali presenti nella Formazione a Bellerophon solo un genere sembra essere sopravvissuto all'estinzione. Si tratta di *Permophorus* citato nel Triassico Inferiore degli USA e delle Dolomiti (vedi supplementary data di FRAISER & BOTJER, 2007). Tuttavia la sua sopravvivenza nel Triassico non è confermata da studi sistematici, sui quali si fonda la presente analisi.

Bivalvi infaunali			
genere estinto	specie estinte	genere sopravvissuto	
	<i>Permophorus tenuistriatus</i>	<i>Permophorus</i>	
	<i>Permophorus</i> cfr. <i>tenuistriatus</i>		
	<i>Permophorus</i> cfr. <i>octocostatus</i>		
<i>Pleurophorella</i>	<i>Pleurophorella jacobi</i>		
	<i>Pleurophorella</i> sp.		
<i>Schizodus</i>	<i>Schizodus obscurus</i>		
<i>Edmondia</i>	<i>Edmondia</i> cfr. <i>rudis</i>		

Dei bivalvi semi-infaunali presenti nella Formazione a Bellerophon si estinguono 2 generi e 2 specie mentre 3 generi e forse 2 specie sopravvivono all'estinzione di fine Permiano e si ritrovano nella Formazione di Werfen (NERI & POSENATO, 1985):

Bivalvi semi-infaunali			
generi estinti	specie estinte	generi sopravvissuti	specie sopravvissute
	<i>Modiolus</i> n. sp.	<i>Bakevella</i>	? <i>Bakevella ceratophaga</i>
<i>Volsellina</i>	<i>Volsellina aurioides</i>	<i>Towapteria o</i>	<i>Towapteria</i> sp. /oppure
<i>Towapteria o</i>	<i>Towapteria</i> sp. /oppure	<i>Marmaronia</i>	<i>Marmaronia peracuta</i>
<i>Marmaronia</i>	<i>Marmaronia peracuta</i>	<i>Modiolus</i>	

Dei bivalvi infaunali detritivori si estingue 1 genere con 2 specie:

Bivalvi infaunali detritivori

genere estinto	specie estinte
Janeia	<i>Janeia typa</i> <i>Janeia</i> cfr. <i>cheni</i>

Dei bivalvi epifaunali sospensivori della Formazione a Bellerophon si estinguono 1 genere con 7 specie mentre 6 generi con 4 specie sopravvivono all'estinzione di fine Permiano. *Eumorphotis paecurrens* era già stata sostituita da *Eumorphotis striatocostata* prima della fine del Permiano.

Bivalvi epifaunali

generi estinti	specie estinte	generi sopravvissuti	specie sopravvissute
Aviculopectininae gen. nov.	<i>"Pecten" trinkeri</i>	Aguilerella	Aguilerella n. sp.
	<i>Eumorphotis paecurrens</i>	Palaeolima	<i>Eumorphotis striatocostata</i>
	<i>Parallelodon</i> cf. <i>multicostatus</i>	Parallelodon	<i>Eumorphotis lorigae</i>
	<i>Pernopecten tirolensis</i>	Eumorphotis	? <i>Scythentolium</i> sp.
	<i>Pernopecten symmetricus</i>	?Scythentolium	
	<i>Palaeolima</i> sp. 1	Pernopecten	
	<i>Palaeolima</i> sp. 2		

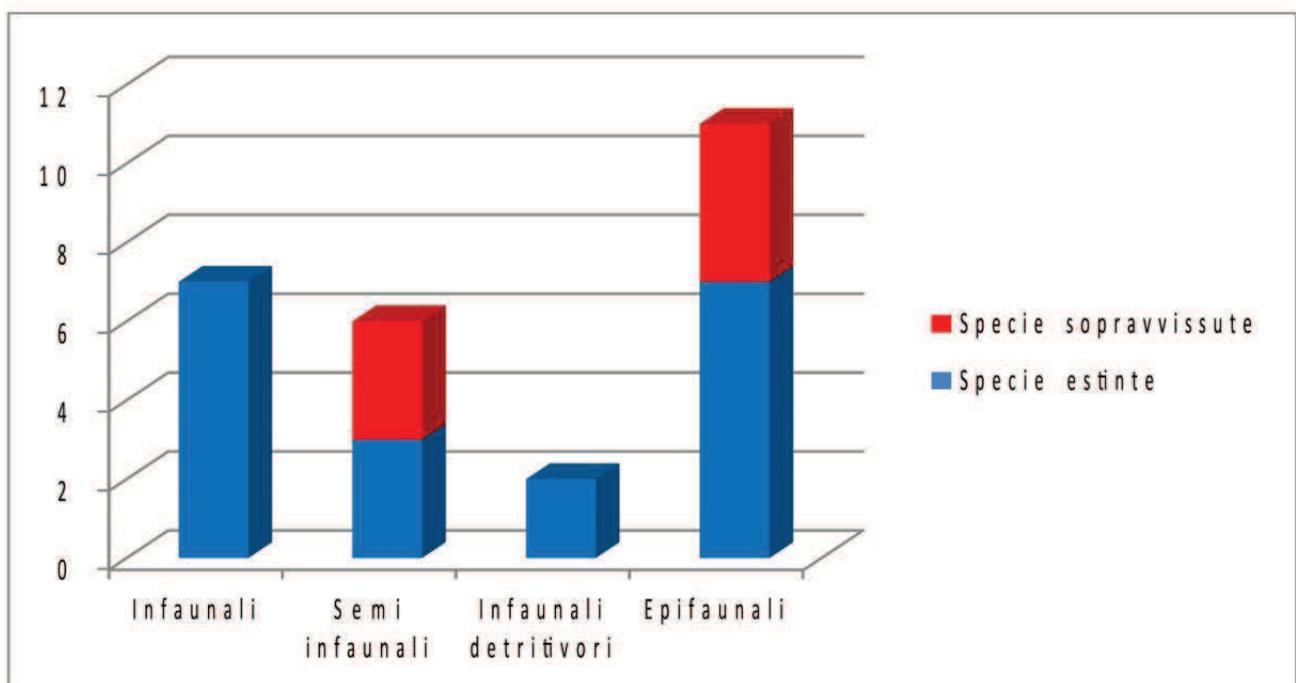


Fig. 6.1. Numero di specie estinte e sopravvissute all'estinzione di fine Permiano rispetto al loro modo di vita.

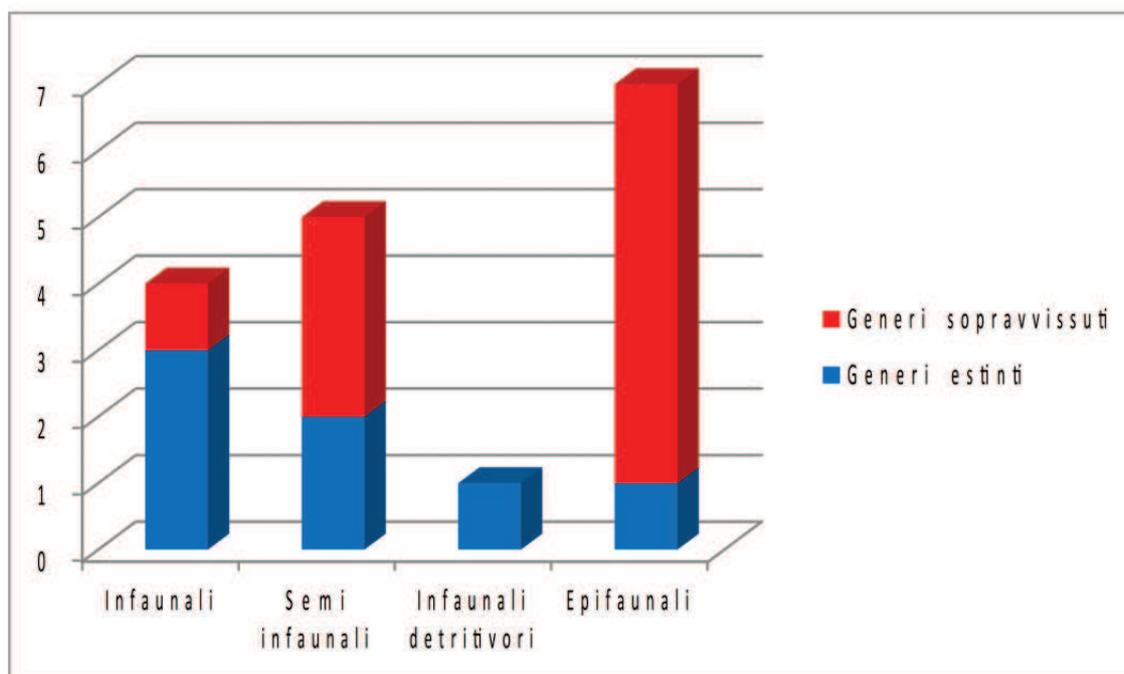


Fig. 6.2. Numero di generi estinti e sopravvissuti all'estinzione di fine Permiano rispetto al loro modo di vita.

generi presenti nella FM a Bellerophon ed estinti alla fine del Permiano	generi della FM a Bellerophon e ancora presenti nella Formazione di Werfen e che si estinguono durante il Triassico Inferiore (fa eccezione <i>Bakevellia</i> e <i>Permophorus</i>)	generi della FM a Bellerophon e ancora presenti nel Triassico Inferiore a livello mondiale e che si estinguono entro il Triassico Superiore	generi della FM a Bellerophon che sopravvivono fino al Giurassico-Cretaceo (Taxa di Lazzaro)	genere della FM a Bellerophon e ancora vivente (Taxon di Lazzaro)
<i>Edmondia</i>	<i>Towapteria</i> o <i>Marmaronia</i>	<i>Palaeolima</i>	<i>Aguilerella</i>	<i>Modiolus</i>
<i>Volsellina</i>	<i>Eumorphotis</i>	<i>Pernopecten</i>	<i>Parallelodon</i>	
<i>Pleurophorella</i>	<i>Scythentolium</i>		<i>Bakevellia</i>	
<i>Janeia</i>	<i>Bakevellia</i>		<i>Permophorus</i>	
<i>Aviculopectinidae</i> gen. nov.	<i>Permophorus</i>			
<i>Towapteria</i> o <i>Marmaronia</i>				
<i>Schizodus</i>				
7	5	2	4	1

Dei 17 generi presenti nella Formazione a Bellerophon 7 generi (*Edmondia*, *Volsellina*, *Pleurophorella*, *Janeia*, *Towapteria* o *Marmaronia*, *Schizodus* e *Aviculopectinidae* gen. nov., si sono estinti alla fine del Permiano mentre 10 generi sono sopravvissuti. Di questi 10 generi sopravvissuti 5 generi (*Towapteria* oppure *Marmaronia*, *Scythentolium*, *Bakevellia*, *Permophorus* ed *Eumorphotis*,) sono presenti nella Formazione di Werfen, ma con l'eccezione di *Bakevellia* (che arriva al Cretaceo) e *Permophorus* (che arriva forse al Giurassico) si estinguono durante il Triassico Inferiore; 2 generi (*Palaeolima* e *Pernopecten*,) ricompaiono e si estinguono entro il Triassico; *Aguilerella* ricompare nel Giurassico, *Parallelodon* ricompare nel Triassico e sopravvive fino al Cretaceo (Taxa di Lazzaro) e *Modiolus* è tuttora vivente.

L'estinzione di fine Permiano sembra essere stata devastante a livello specifico per le associazioni a bivalvi della Formazione a Bellerophon con un tasso di estinzione dell'84%. Questa estinzione sembra aver colpito soprattutto i bivalvi infaunali sospensivori e detritivori, mentre i bivalvi semi-infaunali e epifaunali hanno subito perdite minori. Il tasso di estinzione a livello specifico così elevato è probabilmente falsato da molte specie di bivalvi sopravvissute ma che sono state classificate con un nome diverso da quello che avevano nel Permiano superiore, e dal cattivo stato di conservazione che spesso presentano le faune del Triassico Inferiore.

A livello generico i dati della Formazione a Bellerophon confermano che i bivalvi sono stati fra gli organismi che hanno sofferto meno dell'estinzione di fine Permiano con un tasso di estinzione del 41% (7 generi su 17).

Generi presenti nella FM a Bellerophon	Permiano	Triassico Inferiore (FM di Werfen, USA e Cina)	Triassico Medio e Superiore	Giurassico	Cretaceo	Viventi
<i>Edmondia</i>	—————					
<i>Volsellina</i>	—————					
<i>Pleurophorella</i>	—————					
<i>Janeia</i>	—————					
<i>Aviculopectinidae</i> gen. nov.	—————					
<i>Schizodus</i>	—————					
<i>Towapteria</i> o <i>Marmaronia</i>	- - - - -	—————				
<i>Eumorphotis</i>	—————	—————				
<i>Scythentolium</i>	—————	—————				
<i>Palaeolima</i>	—————	—————				
<i>Pernopecten</i>	—————	—————				
<i>Bakevellia</i>	—————	—————	—————	—————		
<i>Permophorus</i>	—————	—————	—————	—————		
<i>Aguilerella</i>	—————	- - - - -	- - - - -	- - - - -		
<i>Parallelodon</i>	—————	- - - - -	—————	—————	—————	
<i>Modiolus</i>	—————	- - - - -	—————	—————	—————	—————

Fig. 6.3. Sopravvivenza ed estinzione dei bivalvi, a livello generico, della Formazione a Bellerophon.

7. CONCLUSIONI

La Formazione a Bellerophon del Permiano superiore delle Dolomiti occidentali (Val Gardena e Val Badia) è composta principalmente nella parte inferiore da evaporiti solfatiche (gessi e anidriti) e dolomie e, nella parte alta, da marne, dolomie e calcari scuri da micritici a bioclastici. Da questi strati gli Autori del XIX e inizio XX secolo [STACHE (1878), GORTANI (1906), OGILVIE GORDON (1927) e MERLA (1930)] avevano descritto 41 generi e 75 specie di bivalvi, spesso su materiale in pessimo stato di conservazione e privo di riferimenti stratigrafici. La necessità di aggiornare le conoscenze sui bivalvi deriva principalmente dal fatto che la Formazione a Bellerophon registra gli ultimi istanti della vita marina del Paleozoico che precedono la più grande catastrofe biologica della storia della Terra avvenuta alla fine del Permiano. I risultati principali di questa ricerca, che mira a riconoscere le variazioni della biodiversità delle associazioni a bivalvi al fine di stimarne i tassi di estinzione e di sopravvivenza nel contesto dell'estinzione di massa di fine Permiano, sono i seguenti:

I bivalvi studiati provengono da affioramenti situati in Val Gardena e in Val Badia. Queste vallate ladine rappresentano il settore del Sudalpino più ricco di molluschi bentonici della Formazione a Bellerophon. I motivi di questa ricchezza derivano dagli estesi affioramenti di rocce carbonatiche di ambienti marini marginali, favorevoli alla proliferazione dei bivalvi paleozoici.

La raccolta del materiale è stata fatta misurando e campionando per la prima volta (ad eccezione di Seres), strato per strato, cinque successioni stratigrafiche della Formazione a Bellerophon delle Dolomiti occidentali, situate tra la Val Gardena e la Val Badia: Bulla (Val Gardena) per 31 m, Balest (Val Gardena) per 130 m, Monte Pic (Val Gardena) per 46 m, Seres (Val Badia) per 35 m, Preroman (Val Badia) per 52 m. La campionatura ha permesso il ritrovamento di circa 800 esemplari di bivalvi, i quali sono stati successivamente preparati in laboratorio e siglati.

La parte sistematica si è avvalsa anche dell'esame delle seguenti collezioni storiche del XIX e XX conservate in musei italiani e stranieri: a) STACHE (1878, 1879) depositata nel Museo del Servizio Geologico Austriaco "Geologische Bundesanstalt Wien" di Vienna; b) CANEVA (1906), studiata da MERLA (1930), depositata presso il Museo del Dipartimento di Geoscienze dell'Università di Padova; c) GORTANI (1906) recuperata presso il Museo Geologico Giovanni Capellini dell'Università di Bologna.

Lo studio sistematico ha portato a descrivere e determinare i seguenti 17 generi: *Permophorus*, *Pleurophorella*, *Schizodus*, *Edmondia*, *Janeia*, *Modiolus*, *Volsellina*, *Bakevellia*, *Towapteria*, *Marmaronia*, *Aguilerella*, *Palaeolima*, *Parallelodon*, *Aviculopectinidae gen. nov.*, *Eumorphotis*, *Pernopecten* e *Scythentolium*.

Sono state inoltre determinate le seguenti 25 specie di bivalvi: *Permophorus tenuistriatus* NAKAZAWA & NEWELL, 1968, *Permophorus* cfr. *tenuistriatus* NAKAZAWA & NEWELL, 1968; *Permophorus* cfr. *octocostatus* (WELLER, 1916); *Pleurophorella jacobi* (STACHE, 1878); *Pleurophorella* sp.; *Schizodus obscurus* (SOWERBY, 1821); *Edmondia* cf. *rudis* MC COY, 1853; *Janeia typa* (WAAGEN, 1881); *Janeia* cfr. *cheni* LI & LI, 1997; *Modiolus* n. sp.; *Volsellina aurioides* (YIN & GON, 1978); *Bakevellia ceratophaga* (SCHLOTHEIM, 1816); *Towapteria* sp.; *Marmaronia peracuta* (STACHE, 1878); *Aguilerella* n. sp.; *Palaeolima* sp. 1; *Palaeolima* sp. 2; *Parallelodon* cf. *multicostatus* GIRTY, 1908; "*Pecten*" *trinker*i (STACHE, 1878); *Eumorphotis praecurrens* MERLA, 1930; *Eumorphotis striatocostata* (STACHE, 1878); *Eumorphotis lorigae* POSENATO, 2005; *Pernopecten tirolensis* (STACHE, 1878); *Pernopecten symmetricus* NEWELL, 1940; *Scythentolium* sp.

I principali risultati della parte sistematica riguardano anche:

- la proposta di un nuovo genere (*Aviculopectinidae gen. nov.*), che per essere formalizzato necessita di essere pubblicato in una rivista scientifica. Una tesi di dottorato non soddisfa i requisiti per l'istituzione di un nuovo taxon dettati dalle regole nomenclaturali.
- la proposta di 2 nuove specie (*Modiolus* n. sp. e *Aguilerella* n. sp.), che per essere formalizzate necessitano di essere pubblicate in una rivista scientifica.
- la prima segnalazione sicura di *Eumorphotis* già prima del Permiano terminale e di *Aguilerella* nel Permiano.
- la prima segnalazione di *Pleurophorella*, *Janeia*, *Paleolima*, *Volsellina* e ?*Scythentolium* nel Permiano delle Alpi Meridionali.

Dal punto di vista paleoautoecologico i bivalvi sono stati riuniti, in base al loro modo di vita e trofismo, nei seguenti quattro gruppi, quantificati in termini di ricchezza (numero di taxa):

- Bivalvi infaunali sospensivori: 4 generi (23,52% sul totale), 7 specie (28 % sul totale).
- Bivalvi semi-infaunali ed endobissati sospensivori: 5 generi (29,41 % sul totale) e 5 specie (20% sul totale).
- Bivalvi epifaunali, epibissati e/o liberi nuotatori (da adulti) sospensivori: 7 generi

(41,17 % sul totale), 11 specie (44 % sul totale).

- Bivalvi infaunali facoltativamente mobili depositivori: 1 genere (5,88 % sul totale), 2 specie (8 % sul totale).

Dal punto di vista paleosinecologico sono state individuate 6 associazioni a bivalvi (A-E) principalmente controllate dalle variazioni del livello marino e dalla distanza dalla costa. Partendo da condizioni francamente marine con fondali ben ossigenati registrate al tetto del Membro di Bulla sino ad arrivare alla laguna ristretta con deficit di ossigeno, elevate temperature e condizioni ipersaline durante le fasi climatiche aride della sequenza Lo3.

Associazione a bivalvi A

Si riscontra durante le fasi meno stressate, quando il “Mare a Bellerophon” era bene ossigenato e consentiva l’insediamento di ricche faune a bivalvi: *Eumorphotis*, *Schizodus*, *Palaeolima*, *Edmondia*, *Janeia*, *Bakevellia*, *Permophorus*, *Pernopecten*, *Modiolus*, *Parallelodon*. Sono presenti bivalvi sia infaunali sia epifaunali. Raramente sono presenti anche esemplari di *Aviculopectinidae gen. nov.*, *Marmaronia* e *Pleurophorella*. Inoltre sono presenti abbondanti nautiloidi, *Bellerophon* e *Comelicania*.

Associazione a bivalvi B

Sono di ambiente marino leggermente più stressato (alte temperature e salinità?) dell’associazione A. Le comunità bentoniche sono ancora abbastanza diversificate (*Aviculopectinidae gen. nov.*, *Pleurophorella jacobi*, *Modiolus*, *Volsellina*, *Schizodus* e rari esemplari di *Eumorphotis striatocostata*), non sono più presenti i bivalvi di ambienti più francamente marini (*Pernopecten*, *Paleolima* e *Paralledon*), calano i nautiloidi e i *Bellerophon*; sono assenti le *Comelicanie*.

Associazione a bivalvi C

Questa associazione è diffusa soprattutto in calcari marnosi e marne. Le associazioni a bivalvi sono ricchissime in esemplari di *Pleurophorella jacobi*, “*Pecten*” *trinkeri*; è comunque sempre presente anche *Eumorphotis striatocostata*. Possono inoltre essere presenti piccoli esemplari di *Marmaronia peracuta*, *Modiolus* e ?*Bakevellia*.

Questa associazione popolava ambienti a basso idrodinamismo (baia, laguna ristretta) situati fra il mare aperto e le piane tidali, con occasionali eventi di tempesta. L’associazione era probabilmente controllata da bassi valori di ossigenazione vista la dominanza degli aviculopectinidae, marker di ambienti disaerobici (*paper pecten* di WIGNALL, 1993).

Associazione a bivalvi D

Questa associazione presenta *Pleurophorella jacobi* e “*Pecten*” *trinkeri*, mentre manca

Eumorphotis striatocostata. Le condizioni ambientali sono ancora più stressate della associazione B ma permettono ancora la sopravvivenza di organismi infaunali come *Pleurophorella jacobi*.

Associazione a bivalvi E

Questa associazione è monospecifica e contiene solo la specie infaunale *Pleurophorella jacobi*. Trattandosi di un bivalve con abitudini infaunali, l'associazione sembra essere controllata più da variazioni di salinità piuttosto che da bassi tenori di ossigeno.

Associazione a bivalvi F

Questa associazione è monospecifica ed è composta esclusivamente dalla specie epifaunale bissetta "*Pecten*" *trinkeri*. Probabilmente questo bivalve, con una morfologia da *paper pecten*, era in grado di sopravvivere in ambienti con bassi tenori di ossigeno. Associazioni monospecifiche di "*Pecten*" *trinkeri* potrebbero indicare condizioni disossiche del fondale. Questa associazione è molto diffusa nella successione di Bulla che sembra essersi formata in condizioni di laguna a circolazione più ristretta rispetto alle altre aree, come già osservato per il Membro di Bulla della medesima successione (POSENATO, 2009).

La maggior parte degli Autori ritiene che la causa principale dell'estinzione di massa di fine Permiano sia dovuta agli effetti molteplici e concatenati del vulcanismo siberiano sulla biosfera. La morte degli organismi sarebbe stata causata principalmente da ipercapnia (elevata concentrazione nei tessuti di anidride carbonica derivante da un aumento di CO₂ nelle acque (KNOLL *et al.*, 2007), dalle alte temperature (BRAND *et al.*, 2012) e dall'incapacità di produrre scheletri carbonatici per l'acidificazione delle acque marine (CLAPHAM & PAYNE, 2011).

L'estinzione di fine Permiano nelle Dolomiti, avvenuta principalmente alla base del Membro di Tesero, ha portato all'estinzione di 7 generi di bivalvi su 17 presenti nella Formazione a Bellerophon (tasso di estinzione del 41%) e di 6 generi di brachiopodi su 7 (86%). Questi valori sono comparabili a quelli globali, con l'estinzione del 54% dei generi di bivalvi ed il 90 % dei generi di brachiopodi. I bivalvi sopravvissuti e diffusi nel Triassico inferiore sono *Eumorphotis*, *Towapteria* e *Bakevellia* e *?Scythentolium* che nella Formazione a Bellerophon mostrano un comportamento fortemente euritopico. Altri bivalvi, come *Aguilerella*, *Parallelodon* e *Modiolus* sono da considerarsi taxa di Lazzaro in quanto ricompaiono nel record stratigrafico in tempi successivi. I diversi tassi di estinzione di bivalvi e brachiopodi durante l'estinzione di fine Permiano sono in accordo con quelli della letteratura (p.e. KNOLL *et al.*, 2007). Gli organismi stenotipici come i brachiopodi articolati, incapaci di sopravvivere in ambienti marini stressati, si sono quasi completamente estinti mentre gli organismi euritopici come i bivalvi, abituati ad ambienti costieri stressati sono riusciti a superare la crisi biologica con poche perdite.

8. APPENDICE: DESCRIZIONE SISTEMATICA

Ordine Pectinida J. GRAY, 1854a

Sottordine Pectinidina J. GRAY, 1854a

Ipoordine Aviculopectinoidei STAROBOGATOV, 1992

Superfamiglia Aviculopectinoidea F. MEEK & HAYDEN, 1865

Famiglia Aviculopectinidae F. MEEK & HAYDEN, 1865

Sottofamily Aviculopectininae F. MEEK & HAYDEN, 1865

8.1. GENERE *Aviculopectinidae* GEN. NOV.

Specie-tipo: "*Pecten*" *trinkeri* (STACHE, 1878)

Diagnosi

Conchiglia di forma subovale con altezza e lunghezza subeguali; inequivalve, valva sinistra rigonfia, valva destra leggermente convessa o quasi piatta; margine dorsale corto e più corto della lunghezza della conchiglia; auricole piccole ben definite, la posteriore allungata e acuta. Entrambi le valve ornate da pliche radiali gradate. Ornamentazione concentrica ben sviluppata; il becco sporge leggermente sopra il margine della cerniera. Nella valva sinistra presso il margine posteriore è presente un gradino subtriangolare che divide il disco dall'auricola posteriore; l'auricola anteriore della valva destra è bipartita radialmente da una leggera cresta interna.

Discussione

Il nuovo genere proposto presenta molte similitudini con *Aviculopecten* McCoy, 1851. Questo genere è stato fondato da MCCOY (1851) esclusivamente sulla valva sinistra della specie tipo *Aviculpecten planoradiatus* MCCOY, 1851. Solo recentemente FANG & MORRIS (1999) hanno scoperto valve destre riferibili alla stessa specie. Sulla base di queste nuove scoperte FANG & MORRIS (1999) hanno invalidato la diagnosi restrittiva delle Aviculopectinidae data precedentemente da NEWELL & BOYD (1995) i quali hanno confermato la diagnosi di FANG & MORRIS (1999), (BOYD & NEWELL, 2000). Mentre l'olotipo del genere *Aviculopecten*, *A. planoradiatus* proviene dal Carbonifero inferiore dell'Inghilterra, la sua diagnosi generica si basava prima del lavoro di FANG & MORRIS (1999), principalmente sulle specie nordamericane del Carbonifero superiore descritte da NEWELL (1938). Ma le considerevoli differenze fra le specie del

Carbonifero superiore e la specie tipo inglese hanno portato FANG & MORRIS (1999) ad emendare la diagnosi generica di *Aviculopecten*. Secondo questi Autori le specie del Carbonifero superiore sono molto più vicine a *Heteropecten*, che in precedenza era stata collocata in sinonimia con l'“*Aviculopecten*” di NEWELL (1969). Prima del ritrovamento da parte di FANG & MORRIS (1999) di 4 esemplari di valve destre di *A. planoradiatus*, esisteva solo una dubbia valva destra di *Pecten tabulatus* MCCOY, 1844, descritta su un'impronta esterna incompleta che HIND (1903) aveva proposto come conspecifica di *A. planoradiatus*. Tre degli esemplari di valve destre di *A. planoradiatus* di FANG & MORRIS (1999) sono valve composte provenienti dal Carbonifero inferiore dell'Inghilterra.

Descrizione emendata di FANG & MORRIS (1999) del genere *Aviculopecten* MCCOY, 1851:

Specie tipo: *Aviculopecten planoradiatus* MCCOY, 1851

“*Diagnosi: Conchiglie verticali, subovali con un margine di cerniera lungo; inequivalve, valva sinistra rigonfia, valva destra leggermente convessa o quasi piatta, auricole ben definite e grandi, la posteriore di solito allungata e acuta. Entrambe le valve ornate da semplici pliche radiali, l'impianto di nuove pliche si ferma ad uno stadio ontogenetico precoce. Ornamentazione concentrica debole, linee di accrescimento inarcate leggermente verso il margine ventrale negli interspazi. Area del legamento stretta e lunga, con un resilifer subtriangolare sotto il becco, bassa e prosoclina. Impronta posteriore del muscolo adduttore grande monomiariana, con un lobo posterodorsale, probabilmente corrispondente al muscolo retrattore pedale.*”

Come si vede dalla diagnosi di FANG & MORRIS (1999), il carattere che distingue questo genere da altri simili degli Aviculopectinidae come *Heteropecten* KEGEL & COSTA, 1951 ed *Etheripecten* WATERHOUSE, 1963, è che entrambe le valve sono ornate da semplici pliche radiali. Anche *Deltopecten* assomiglia ad *Aviculopecten*, ma presenta una struttura diversa del legamento con un'area del legamento appiattita che è grossolanamente striata, più o meno parallela all'asse della cerniera.

STACHE (1878) afferma che: “*Fra i Pectinidi che si rinvencono più frequentemente (nella Formazione a Bellerophon) e che presentano la maggiore variabilità ci sono degli esemplari simmetrici, che per la posizione del becco, la disposizione delle coste e la disposizione quasi uguale delle auricole si possono associare direttamente a Pecten, e altri che si dissociano da quest'ultimo per l'assenza di resilifer e che assumono man mano l'abito di Avicula, così che con riserva possono essere attribuiti al sottogenere Aviculopecten*”. Il discorso di STACHE si può capire solo se si tiene conto del fatto che quando il paleontologo irlandese MCCOY (1851) ha introdotto *Aviculopecten*, divise i bivalvi del Carbonifero inferiore da quelli del Carbonifero superiore sulla

base della presunta assenza del resilifer. Dunque anche STACHE era convinto che le sue conchiglie, molto simili a *Aviculopecten* MCCOY, (1851), non possedessero un resilifer. STACHE definiva come rappresentanti di “tipo carbonifero” in modo provvisorio alcune forme di dimensioni maggiori e le riuniva sotto il nome *Avicula*, queste potevano essere associate alle prime forme di *Aviculopecten* descritte da MCCOY come *A. segregatus*, *A. ruthveni*, *A. caelatus* e *A. docens* e che sarebbero state da inserire in *Avicula* come “sottogruppo”.

La diagnosi emendata del genere *Aviculopecten* data da FANG & MORRIS (1999) corrisponde solo ad alcune caratteristiche degli esemplari descritti con il nome di “*Pecten (Aviculopecten)*” da STACHE. La conchiglia è verticale, inequivalve con valva sinistra rigonfia e valva destra quasi piatta. Soprattutto le pliche radiali semplici che si moltiplicano per inserzione e non per divisione è un carattere che avvicina gli esemplari della Formazione a Bellerophon al genere *Aviculopecten* MCCOY (1851).

Il genere *Aviculpecten* MCCOY, (1851) è stato istituito su un esemplare di *Aviculopecten planoradiatus* MCCOY, (1851) del Carbonifero inferiore dell'Inghilterra. Gli esemplari delle Dolomiti provengono invece dal Permiano superiore. In effetti ci sono importanti differenze fra gli esemplari di “*Pecten (Aviculopecten)*” di STACHE delle Dolomiti e gli esemplari della serie tipo di *Aviculopecten planoradiatus* MCCOY, (1851) di FANG & MORRIS del Carbonifero inferiore.

In *Aviculpecten planoradiatus* MCCOY, (1851) la linea cardinale è lunga quasi quanto la lunghezza della valva mentre gli esemplari delle Dolomiti presentano una linea cardinale più corta. In *Aviculpecten planoradiatus* MCCOY, (1851) non è presente neanche la zona subtriangolare che si espande lungo il margine posteriore che è presente negli esemplari delle Dolomiti, inoltre l'auricola anteriore della valva destra non è bipartita, ma soprattutto “*Pecten (Aviculopecten)*” di STACHE (1878) presenta pliche radiali che non sono semplici ma divise in tre ordini.

Queste differenze non permettono di assegnare gli esemplari delle Dolomiti al genere *Aviculopecten* MCCOY, (1851).

Come notato da FANG & MORRIS (1999) l'*Aviculopecten* descritta da MCCOY del Carbonifero Inferiore dell'Inghilterra è molto diversa dalla specie di "*Aviculopecten*" del Carbonifero superiore del Nord America descritta da NEWELL (1938). In *Aviculopecten*, entrambe le valve sono ornate da semplici pliche radiali. D'altra parte, l' "*Aviculopecten*" di NEWELL ha coste gradate che aumentano per intercalazione nella valva sinistra e biforcazione nella valva destra. WATERHOUSE (1969) ha osservato che *Heteropecten* KEGEL & COSTA, 1951 è molto più simile alle specie di "*Aviculopecten*" del Carbonifero del Nord America. NEWELL (1969) ha posto *Heteropecten* in sinonimia con la sua "*Aviculopecten*", che però è basata sulle specie del Carbonifero superiore del Nord America. KEGEL & COSTA (1951) hanno descritto la fascicolazione delle coste primarie nella diagnosi generica di

Heteropecten, ma questa caratteristica distintiva non è molto ben sviluppata nella sua specie tipo, *Aviculopecten catherinae* REED, 1930. Bisogna considerare ancora che le coste più larghe in alcune specie del Carbonifero superiore del Nord America hanno anche la tendenza a dividersi distalmente in altre più piccole, ad esempio, *H. exemplarius* (NEWELL), *H. basilicus* (NEWELL), così come nella specie tipo di *Heteropecten*. A seguito di queste considerazioni FANG & MORRIS hanno ripristinato il genere *Heteropecten*.

FANG & MORRIS (1999) hanno chiarito le differenze fra *Etheripecten* WATERHOUSE, 1963 e *Heteropecten* KEGEL & COSTA, (1951). Secondo questi Autori *Etheripecten* presenta coste gradate (di più ordini) su entrambi le valve e non importa se le coste sono intercalate o biforcate sulla valva destra mentre *Heteropecten* presenta coste gradate che si moltiplicano per intercalazione sulla valva sinistra e per bipartizione sulla valva destra. La valva sinistra di *Etheripecten* è molto simile a quella di *Heteropecten*, perché entrambi sono caratterizzate da coste intercalate. Tuttavia, le coste principali della specie tipo di *Etheripecten*, *E. striatura* WATERHOUSE, 1963 del Permiano superiore della Nuova Zelanda, sono molto forti e grossolane con intervalli intercostali piuttosto ampi occupati da coste gradate fini molto ravvicinate. In *Heteropecten catherinae* KEGEL & COSTA, 1951 del Permiano inferiore del Brasile gli interspazi tra le coste primarie sono più stretti, e le coste di grado inferiore che sono intercalate fra di esse sono più forti rispetto a quelle di *Etheripecten*. Naturalmente, le differenze nell'ornamentazione delle loro valve destre sono più importanti nel distinguere questi due generi. In *Etheripecten* la valva destra è ornata da coste semplici, l'auricola anteriore è molto grande, subrettangolare e con una profonda incisura bissale mentre in *Heteropecten* le coste sulla valva destra sono biforcate.

Gli esemplari delle Dolomiti non possono essere attribuiti né al genere *Heteropecten* né ad *Etheripecten* perché questi generi presentano delle vere coste radiali sulle valve e non pliche radiali come gli esemplari di STACHE e della tesi di dottorato.

Il genere *Eumorphotis* BITTNER, 1901 presenta un'auricola posteriore della valva sinistra poco differenziata dal disco mentre negli esemplari delle Dolomiti quest'auricola è nettamente separata dal disco.

Il genere *Fransonia* NEWELL & BOYD, 1995 della famiglia delle Hunanopetiniidae YIN, 1985 presenta alcune similitudini con gli esemplari delle Dolomiti: una valva sinistra multicostata e una valva destra liscia. La superficie interna dell'auricola anteriore della valva sinistra e destra è divisa trasversalmente in due da una cresta appena al di sotto della parte mediale dell'auricola. Le somiglianze si fermano qui, soprattutto i denti allungati sulla linea cardinale della valva sinistra e l'assenza di ornamentazione sulla valva destra differenziano *Fransonia* dagli esemplari delle Dolomiti.

Il genere *Leptochondria* BITTNER, 1891 della famiglia delle Asoellidae BEGG & CAMPBELL, 1985 del Permiano superiore e del Triassico Inferiore presenta una conchiglia piccola simile agli esemplari delle Dolomiti con valve sinistre con più ordini di coste radiali e valve destre appiattite, ma il becco non sporge sopra il margine dorsale e le auricole sono piccole e poco distinte, caratteri che differenziano questo genere da quello presente nelle Dolomiti.

Il genere *Avichlamys* ALLASINAZ, 1972 del Triassico Inferiore e il sottogenere *Praechlamys* ALLASINAZ, 1972 del Triassico Medio della famiglia delle Pectinidae WILKES, 1810 presentano delle coste radiali di tre ordini e non pliche radiali come gli esemplari delle Dolomiti.

In base a queste considerazioni è ragionevole la proposta di un nuovo genere.

Genere	Caratteri che distinguono altri generi da Aviculopectinidae gen. nov.
<i>Avichlamys</i>	ornamentazione con coste e non con pliche
<i>Aviculopecten</i>	ornamentazione con pliche uguali (non gradate)
<i>Deltopecten</i>	auricola posteriore piccola o assente
<i>Etheripecten</i>	ornamentazione con coste e non pliche
<i>Euchondria</i>	cerniera pseudotassodonte
<i>Eumorphotis</i>	auricola posteriore poco differenziata dal disco
<i>Fransonia</i>	valva destra liscia senza ornamentazione
<i>Guizhoupecten</i>	auricola posteriore piccola
<i>Heteropecten.</i>	ornamentazione con coste e non pliche
<i>Leoptochondria</i>	becco che non sporge sopra il margine dorsale e auricole piccole e poco distinte dal disco
<i>Praechlamys</i>	ornamentazione con coste e non con pliche
<i>Streblochondria</i>	auricola posteriore piccola
<i>Undopecten</i>	ornamentazione con pliche fra le quali si trovano molte costelle ravvicinate

Tabella che riassume i caratteri distintivi principali fra Aviculopectinidae gen. nov. e altri generi degli Aviculopectinoidei STAROBOGATOV, 1992

Distribuzione: Devoniano-Cretaceo

8.1.1. "Pecten" *trinkeri* (STACHE, 1878)

Tavole 1, 3, 4

- v*1878 *Pecten (Aviculopecten) trinkeri* STACHE: 105, tav. 1, fig. 6
- v 1878 *Pecten pardulus* STACHE: 104, tav. 1, fig. 7.
- v 1878 *Pecten (Aviculopecten) cf. COXANUS MEEK ET WORTHEN*; STACHE:105, tav. 1, fig. 3
- v 1878 *Pecten (Aviculopecten) comelicanus* STACHE: 106, tav. 1, fig. 4
- v 1878 *Pecten (Aviculopecten) guembeli* STACHE:107, tav. 1, fig. 5
- 1906 *Pseudomonotis forojuliensis* GORTANI: 104, tav. 5, fig. 1,2
- 1906 *Pecten bellerophontis* GORTANI:108, tav. 5, fig. 10.6
- 1906 *Pseudomonotis irregularis* GORTANI: 105, tav. 5, fig. 7
- 1906 *Lima footei* WAAGEN; GORTANI: 107, tav. 5, fig. 10.5
- 1927 *Pecten comelicanus* STACHE; GORDON: 11, tav. 1, fig. 1
- 1927 *Pecten gümbeli* STACHE; GORDON: 11, tav. 1, fig. 2a, 2b, 2c
- 1927 *Pecten trinkeri* STACHE; GORDON: 12, tav. 1, fig. 3a, 3b
- 1930 *Eumorphotis Iosephi* LEONARDI: tav. 1, fig. 2,3
- v 1930 *Chlamys pardula* STACHE; MERLA: 110, tav. 9, fig. 5
- v 1930 *Pecten gümbeli* STACHE; MERLA: 111, tav. 9, fig. 7
- v 1930 *Pecten bellerophontis* GOTANI; MERLA: 111, tav. 9, fig. 3

Olotipo: *Pecten (Aviculopecten) trinkeri* STACHE: 105, tav. 1, fig. 6; GBA 1878/001/0006

Località tipo e stratotipo: Rio Socosta (Pieve di Cadore), calcare nero della Formazione a Bellerophon

Materiale, distribuzione geografica e stratigrafica: Esemplari della collezione STACHE 1878: *Pecten pardulus* STACHE 1878, GBA (= Geologische Bundesanstalt, Wien), Coll. No.: 1878/001/0004; *Pecten (Aviculopecten) comelicanus* STACHE 1878, GBA Coll. No.: 1878/001/0007; *Pecten (Aviculopecten) coxanus cf. MEEK et WORTHEN*, 1860. GBA, Coll. No.: 1878/001/0005; *Pecten (Aviculopecten) guembeli* STACHE 1878, GBA, Coll. No.: 1878/001/0008; *Pecten (Aviculopecten) trinkeri* STACHE 1878, GBA, Coll. No.: 1878/001/0006.

Esemplari della collezione MERLA (1930): *Chlamys pardula* STACHE, 1878, n. Coll. 25028 e altri due esemplari non inventariati, qui indicati con bivalve 1 MERLA e bivalve 2 MERLA.

Oltre 100 valve sinistre dallo strato RP del Ruf da Piz presso S. Cristina in Val Gardena: RP24, RP23, RP22, RP21, RP20, RP19, RP18, RP16, RP15, RP14 c, RP14 b, RP14 a, RP13, RP12, RP11, RP9, RP8, RP3.2, RP7, RP6 a, RP6 b, RP5, RP4, RP2. C, RP2. B, RP2. a.

Quattro esemplari dallo strato BA81 del Balest: valva sinistra BA81.20, 2 valve destre composite:

Esemplare	Altezza	Larghezza	AU	Numero pliche
<i>Aviculopecten comelicanus</i> STACHE (Olotipo di STACHE1878)	19,59	22,23		40
<i>Pecten (Aviculopecten) trinkeri</i> STACHE (Olotipo di STACHE1878)	11,6	10,6		42
<i>Pecten pardulus</i> STACHE (Olotipo di STACHE1878)	12,4	11,6		44
<i>Chlamys pardula</i> STACHE, MERLA	20	19,72		52
<i>Pecten (Aviculopecten) cf. coxanus</i> MEEK (di STACHE1878)	11,2	12,5		41 marg. ventr. non cons
<i>Pecten (Aviculopecten) guembeli</i> STACHE (Olotipo di STACHE1878)	14,5	15,8		42 legg. schiacciato
Bivalve 1 MERLA n. 25879	15,9	15,9		64
Bivalve 2 MERLA n. 25879	13,87	14,78		57 marg. ventr. non cons
RP2. a	13,5	12,4	97,5°	44 legg. schiacciato
RP2. b	13,3	13	99,9°	42
RP2. c	15	15	99°	38
RP4	13,6	13,2	102°	37
RP5	11,6	9,9	102,6°	31
RP6 b	14,1	14,2	101,2°	45
RP6 a	12,36	11,48		39
RP7	11,97	11,87	99,5°	37
RP3.2	5,74	5,16		27
RP8	12,36	12,17	100,5°	44
RP9	13,4	12,05	102,4°	44
RP10	14,8	13	99,6°	37?
RP11	11,69	12,69		40
RP12	13,75	13,07	105°	34
RP13	12,08	11,27	100°	38
RP14 a	10,36	10,33		35
RP14 b	6,9	6,28	101,6	31
RP15	12,96	11,85	98°	46
RP16	11,31	10,24	106°	38

RP18	12,3	11	95,7°	34
RP19	13,56	13,45		40
RP20	10,25	9,21	99,2°	23
RP21	11,8	11,33		superficie mal conservata
RP22	11,39	11,51	101,8°	33
RP23	14,44	13,41	97,4°	51
RP24	14,92	15,54	116°?	57 schiacciato leggermente
BA81.20	20,8	20,7	97°	56
Valve destre				
BA81.16	6,7	8,9	106°	?24

Età: Changhsingiano

Descrizione emendata

La valva sinistra è pettiniforme, sottile, piccola con altezza massima di 18 mm, convessa, subequilaterale, retrocrescente in una fase ontogenetica precoce, poi infracrescente. Fino all'altezza di 13 mm la conchiglia è leggermente più alta che larga. In esemplari più grandi l'altezza e la larghezza della conchiglia possono pure eguagliarsi. Margine anteriore e posteriore corto e diritto, quello anteriore leggermente più corto di quello posteriore. L'angolo auricolare anteriore e quello posteriore sono ottusi, il margine ventrale è lungo e molto arrotondato. L'angolo umbonale aumenta ventralmente e misura fra 90 e 100 gradi. Il becco acuminato è posizionato nella parte centrale del margine cardinale e sporge leggermente sopra lo stesso. La convessità della conchiglia diminuisce dall'umbone, che rappresenta la parte più convessa, verso il margine ventrale, dove la conchiglia si appiattisce molto.

L'auricola anteriore ha una forma subrettangolare; è rigonfia nella parte medio-inferiore, mentre termina con un solco radiale verso il margine cardinale. Il margine anteriore è convesso con un angolo auricolare anteriore di 43 °. L'ornamentazione dell'auricola anteriore consiste di leggerissime coste radiali e forti linee di accrescimento. Lungo il margine posteriore è presente una zona di forma subtriangolare allungata e appiattita senza coste e divisa dall'auricola posteriore da un gradino netto. L'auricola posteriore è acuminata e presenta un profondo seno auricolare; è ornata da leggerissime coste radiali e forti strie di accrescimento.

La valva presenta in esemplari alti 15,9 mm fino a 64 pliche radiali di vario ordine. Le pliche primarie si allargano in direzione ventrale e sono abbastanza appiattite, fra queste si impiantano pliche di secondo e terzo ordine, per intercalazione. Le pliche radiali più esterne sono leggermente ricurve verso i margini. Le pliche radiali sono intersecate da linee di accrescimento molto fitte e

dove queste toccano le coste, le linee di accrescimento sono ricurve in direzione dorsale.

Nella parte interna della conchiglia, sotto il becco è presente un resilifer triangolare. La linea cardinale è diritta e più corta della larghezza della conchiglia.

La valva destra è più sottile di quella sinistra, appiattita ed espansa ventralmente. Il margine cardinale è leggermente concavo e più corto della larghezza della valva. Non è presente un becco distinto. L'auricola posteriore è acuminata con un profondo seno subauricolare, mentre quella anteriore è allungata e di forma subrettangolare, nettamente bipartita longitudinalmente da un solco sul lato esterno e da una carena centrale nella parte interna. L'auricola anteriore è staccata dalla valva da una profonda, lunga e stretta incisura bissale. Le auricole presentano solo forti linee di accrescimento, mentre sono prive di ornamenti radiali. I corti margini anteriori e posteriori sono rettilinei e si congiungono in modo netto con l'ampio margine ventrale fortemente arcuato. La valva è ornata da leggere pliche radiali non bipartite.

Discussione

STACHE (1878) ha descritto quattro specie nuove e una già nota di “*Pecten (Aviculopecten)*” dalla Formazione a Bellerophon delle seguenti località: *Pecten (Aviculopecten) guembeli* STACHE, 1878 e *Pecten (Aviculopecten) trinkeri* STACHE, 1878 provengono dalla località Rio Socosta (Auronzo di Cadore) e presentano la stessa litologia e provengono dunque probabilmente dallo stesso strato.

Pecten (Aviculopecten) pardulus STACHE, 1878 e *Pecten (Aviculopecten) comelicanus* STACHE, 1878, provengono dalla Val da Rin (Auronzo di Cadore) e presentano la stessa litologia e secondo STACHE, 1878, anche la stessa fauna del calcare del Rio Socosta. *Pecten (Aviculopecten) cf. coxanus* MEEK & WORTHEN, 1860 viene da San Giacomo in Val Gardena.

L'analisi degli ologotipi di STACHE (1878) e il confronto con gli esemplari nuovi raccolti per la tesi ha permesso di attribuire tutti gli esemplari della collezione STACHE (1878) a una sola specie riferibile al nuovo genere *Aviculopectininae* gen. nov.. Le differenze descritte da STACHE (1878) fra le sue specie sono riferibili allo stato di conservazione, all'altissima variabilità intraspecifica (riscontrata anche negli esemplari dell'OVBG) e al diverso stato ontogenetico degli esemplari. Le specie descritte da STACHE (1878) non presentano mai entrambi le auricole complete e soprattutto si tratta esclusivamente di valve sinistre. Lo stesso STACHE (1878) ammette che *Pecten (Aviculopecten) comelicanus* STACHE, 1878 e *Pecten (Aviculopecten) gümbeli* STACHE, 1878 sono molto simili e si differenziano soprattutto per la diversa disposizione delle coste sulla parte mediale della valva. Tenendo conto che *Pecten (Aviculopecten) comelicanus* STACHE, 1878 presenta un forte difetto di crescita che ha interessato la disposizione delle coste proprio nella parte centrale della valva, non c'è dubbio sulla loro conspecificità. *Pecten (Aviculopecten) pardulus* STACHE, 1878 e *Pecten*

(*Aviculopecten*) *trinkeri* STACHE, 1878 sono esemplari giovanili attribuibili alla medesima specie. La maggiore larghezza rispetto alla lunghezza di *Pecten* (*Aviculopecten*) *guembeli* STACHE, 1878 è attribuibile a un evidente schiacciamento della valva. La forma subcircolare descritta da STACHE (1878) per *Pecten* (*Aviculopecten*) *pardulus* STACHE, 1878 e visibile nella sua illustrazione (tav. 1, fig. 7) non corrisponde con la forma reale della conchiglia che è identica agli altri esemplari descritti da STACHE (1878) e diffusi anche nell'OBVG (Orizzonte a bivalvi Val Gardena). *Pecten* (*Aviculopecten*) *cf. coxanus* MEEK & WORTHEN, 1860 ha il becco leggermente smussato e così la sua forma sembra più voluminoso, i restanti caratteri sono identici agli altri esemplari.

GORTANI (1906) descrive molti bivalvi della Formazione a Bellerophon della Carnia e figura una lastra di calcare nero (10 cm x 8 cm) proveniente dai "calcari neri compatti presso Dierico" (tav. 5, fig. 10) su cui sono presenti 9 bivalvi. Ciascun esemplare presente sulla superficie della lastra viene assegnato da GORTANI (1906) a una specie diversa, inoltre l'Autore scambia conchiglie più schiacciate di valve sinistre per valve destre:

- *Pecten* sp.
- *Aviculopecten comelicanus* STACHE (valva destra)
- *Lima footei* WAAGEN (valva sinistra)
- *Aviculopecten cf. gümbeli* STACHE (valva destra)
- *Pseudomonotis irregularis* GORTANI (valva sinistra)
- *Pecten bellerophontis* GORTANI
- *Aviculopecten trinkeri* STACHE (valva destra)
- *Pecten* sp.
- *Pseudomonotis forojuliensis* GORTANI (valva destra)

La lastra presenta una superficie di strato con bivalvi isoorientati. Si tratta di una associazione monospecifica di valve sinistre riferibili a "*Pecten*" *trinkeri* con differenze morfologiche attribuibili a diversi stadi ontogenetici, a schiacciamento e successivo allargamento, a smussamento delle conchiglie per processi biostratinomici e soprattutto alla grande variabilità intraspecifica già riscontrata negli esemplari dell'OBVG. La specie *Pseudomonotis irregularis* GORTANI, 1906 viene descritta su due esemplari distinti, uno dei quali si trova sulla lastra suddetta, ma la figura 7 sulla tavola 5 rappresenta ancora una volta lo stesso esemplare schiacciato e volutamente modificato nel suo contorno della lastra. Dunque anche in questo esemplare si tratta di "*Pecten*" *trinkeri* (STACHE 1878). *Pseudomonotis forojuliensis* GORTANI, 1906 presenta nella descrizione dell'Autore (GORTANI 1906, pag. 104) esattamente gli stessi caratteri di "*Pecten*" *trinkeri*. GORTANI (1906) fa notare la

spiccata similitudine della sua specie con *Avicula (Pseudomonotis) venetiana* HAUER, 1850, quella che più tardi verrà attribuita da ICHIKAWA (1958) al suo gruppo 1 delle *Eumorphotis multiformis* e che secondo BROGLIO & MIRABELLA (1986) non è attribuibile al genere *Eumorphotis* ma a un genere delle *Pectinacea* non ancora definito. Secondo GORTANI (1906) la sua *Pseudomonotis forojuliensis* potrebbe essere addirittura la specie “progenitrice” di *Avicula (Pseudomonotis) venetiana* HAUER, 1850.

L'esemplare di *Lima footei* WAAGEN, 1881 che secondo GORTANI (1906) si trova sulla lastra è in realtà una conchiglia incompleta di "*Pecten*" *trinkeri* a cui manca la parte più anteriore e ventrale della valva per cui la conchiglia rimanente ha un aspetto più allungato in direzione postero-ventrale. Il secondo esemplare figurato da GORTANI (1906) e assegnato a *Lima footei* assomiglia molto alla specie indiana ma si potrebbe anche trattare di una valva sinistra di "*Pecten*" *trinkeri* che ha subito una deformazione con conseguente allungamento in direzione postero-ventrale. Per provare senza dubbio la presenza di *Lima footei* nella Formazione a Bellerophon bisognerebbe trovare anche una valva destra di questa specie che è equivalve e si differenzia profondamente dalla valva destra di "*Pecten*" *trinkeri* fortemente inequivalve.

Pecten bellerophontis proveniente sempre dai calcari neri di Dierico, viene descritto da GORTANI (1906) come: “un *Pecten* poco rigonfio, con guscio sottile, con contorno ovale oblungo, sempre più alto che lungo, regolarmente arrotondato”. L'Autore attribuisce a questa specie tre esemplari, uno dei quali si trova sulla suddetta lastra. Le figure indicate sulla tavola 5 nel testo sono 4, 7 e 10.6, mentre in realtà le figure hanno i numeri 4, 6 e 10.6. La figura 6 mostra una conchiglia dove manca gran parte del margine posteriore fino al corrispondente margine ventrale. Ricostruendo le parti mancanti si vede che la conchiglia è solo di poco più alta che larga, inoltre i margini laterali sono rettilinei e anche l'ornamentazione corrisponde ad "*Pecten*" *trinkeri*. Molto diverso è l'aspetto dell'esemplare della fig. 4, *Pecten bellerophontis* GORTANI, 1906. Questo esemplare presenta caratteri non riscontrabili in "*Pecten*" *trinkeri*: i margini laterali sono lunghi e convessi, la conchiglia è molto più alta che larga (A = 17 mm e L = 12 mm) e le auricole sono piccole e subeguali. Inoltre i margini superiori delle auricole non sono rettilinee ma leggermente inclinati in direzione ventrale.

Pecten praecox WAAGEN, 1881 proviene dal Productus-limestone del Salt Range in Pakistan. Questa specie, che REED (1944) ha assegnato al genere *Aviculopecten*, presenta secondo WAAGEN (1881) alcune similitudini con *Pecten pardulus* STACHE del “Calcare a Bellerophon” delle Alpi, qui ritenuto una forma giovanile di "*Pecten*" *trinkeri*. L'Autore nota la similitudine dell'ornamentazione avendo entrambi le specie delle “coste” ineguali (che nella descrizione di *Pecten praecox* aveva descritto come pliche) con degli interspazi altrettanto irregolari. La specie di STACHE (1878) è più

rotondeggiante mentre quella di WAAGEN è più allungata. L'esemplare di WAAGEN (1881) è molto piccolo (A= 9 mm, L= 7 mm), ma secondo l'Autore le auricole sembrano essere molto simili nelle due specie.

L'esemplare di WAAGEN (1881) è pure molto simile a *Pecten bellerophontis*, le uniche differenze con *Aviculopecten praecox* che GORTANI (1906) era riuscito a trovare, sono caratteri che si possono spiegare con la fase ontogenetica precoce dell'esemplare di WAAGEN (1881): dimensioni minori, numero di coste minore, angolo apicale meno acuto e orecchiette probabilmente ineguali (questo carattere non è verificabile perché le auricole sono incomplete). Dunque *Pecten bellerophontis* dovrebbe essere messa in sinonimia con *Aviculopecten praecox*.

OGILVIE GORDON (1927), avendo a disposizione materiale proveniente dalla Formazione a Bellerophon da Plesc d'Inaz (Monte Pic) sopra Santa Cristina in Val Garden (che nel 1917, dopo il distacco di una frana, sarebbe diventato poi la Smueia da Insom), descrive a sua volta *Pecten comelicanus*, dicendo che le misure dei suoi esemplari più grandi coincidono con quelli della specie di STACHE (1878), che è leggermente più larga che alta. Questo fatto coincide con il maggiore allargamento della conchiglia rispetto all'aumento dell'altezza nella tarda fase ontogenetica di "*Pecten*" *trinkeri*. Bisogna inoltre tener conto del fatto che nell'esemplare di *Pecten comelicanus* che OGILVIE GORDON (1927) ha figurato sulla tavola 1, fig. 1, l'altezza e la larghezza coinciderebbero esattamente, se si tenesse conto del becco mancante. OGILVIE GORDON (1927) descrive inoltre *Pecten gümbeli* dicendo che ci sono molte similitudini con *Pecten comelicanus*, e che l'ornamentazione delle due specie è identica. Le due specie si differenziano soltanto perché *Pecten gümbeli* è più piccola, di forma più ovale con un umbone più convesso, tutte differenze che dipendono, come dimostrato, da diversi stati ontogenetici della medesima specie. Secondo OGILVIE GORDON (1927) *Pecten trinkeri* STACHE si rinviene in strati più giovani rispetto alle altre due specie e che la conchiglia si differenzia da quest'ultima per la forma più minuta e ovale. In effetti la OGILVIE GORDON (1927) aveva a disposizione anche in questo caso esemplari giovanili.

MERLA (1930) descrive, fra i molti bivalvi della Formazione a Bellerophon del Cadore esattamente le stesse specie rinvenute dallo STACHE (1878).

Chlamys pardula presenterebbe secondo l'Autore un profondo seno bissale e inoltre le valve destre e sinistre sarebbero pressoché identiche e si differenzierebbero solo per il fatto di essere "appena più depressa della sinistra". Evidentemente anche questo Autore aveva a disposizione soltanto valve sinistre più o meno schiacciate, e quelle più schiacciate le scambiava per valve destre. L'analisi diretta di *Chlamys pardula* STACHE figurata da MERLA (1930) sulla tavola 9, fig. 5, presenta i tipici caratteri di esemplari adulti di "*Pecten*" *trinkeri* con 52 pliche radiali di primo, secondo e terzo ordine ad un'altezza di 19,9 mm. *Pecten gümbeli*, descritto su un esemplare molto incompleto,

dovrebbe secondo MERLA (1930) presentare delle coste radiali a spigolo acuto e questo le dovrebbe differenziare da *Chlamys pardula* perché questa dovrebbe presentare coste con spigolo arrotondato. Questo carattere, non riscontrabile sugli esemplari originali, è imputabile in generale allo stato di conservazione delle conchiglie e non è un carattere distintivo fra varie specie.

L'esemplare di *Pecten bellerophontis* descritto da MERLA (1930) manca della parte anteriore della conchiglia. I caratteri sono identici a quelli di "*Pecten*" *trinkeri*, soprattutto se si guarda la ornamentazione e la parte subtriangolare allungata lungo il margine posteriore che è rettilineo e non convesso come in *Pecten bellerophontis*. Inoltre ricostruendo la parte mancante della conchiglia si vede che l'altezza e la lunghezza dovrebbero essere quasi uguali.

LEONARDI (1930) descrive una conchiglia dalla Formazione a Bellerophon della Val di Fiemme. Illustra e descrive una piccola valva destra che assegna a una specie nuova che chiama *Eumorphotis iosephi*. La conchiglia molto piccola presenta le tipiche caratteristiche di una valva destra di "*Pecten*" *trinkeri* con la valva quasi piatta e subcircolare, con leggerissime pliche radiali e profonda incisura bissale. L'auricola posteriore è acuminata e quella anteriore subrettangolare nettamente divisa in due parti da un solco longitudinale.

Variabilità morfologica

Questa specie presenta una spiccata variabilità intraspecifica che interessa soprattutto il numero e la disposizione delle pliche radiali sulla valva sinistra. L'analisi di esemplari provenienti tutti da uno stesso accumulo (OBVG) rappresentato probabilmente da una tempesta ha permesso di esaminare la variabilità intraspecifica della popolazione. Lo stato di conservazione delle conchiglie nell'OBVG presenta delle differenze molto grandi che sono imputabili soprattutto a diversi processi biostratinomici che non vanno confusi con caratteri imputabili alla variabilità intraspecifica: bioerosione (molte conchiglie mostrano tipici segni di microperforazioni imputabili a spugne perforanti, queste sono visibili quando la superficie della conchiglia presenta forti segni di abrasione probabilmente da parte delle onde del mare); logorio meccanico da parte delle onde del mare (che cancella le strie di accrescimento, appiattisce le pliche radiali e cancella le coste di terzo grado sulla valva e sulle auricole).

Sono inoltre presenti deformazioni per schiacciamento e disturbi nella crescita di cui l'olotipo di *Pecten (Aviculopecten) comelicanus* STACHE, 1878 rappresenta l'esempio più eclatante.

Un fattore di cui bisogna inoltre tenere conto è il trasporto da parte delle onde di tempesta che causa una selezione dimensionale (*sorting*) e gradazione del sedimento (*grading*) e anche delle conchiglie in funzione del peso. Questo provoca accumuli di conchiglie che raggiungono un certo peso ma non lo superano. Attraverso questo fenomeno si può spiegare il fatto che le conchiglie nell'OBVG del

Ruf da Piz non superino i 15 mm di altezza, anche se in altre località sempre nell'OBVG (Culatasc) la specie raggiunge i 20 mm di altezza.

Le pliche radiali sulla valva sinistra iniziano presso il margine anteriore con 3-4 pliche di terzo ordine, e poi si inseriscono pliche di secondo e primo ordine, con un ritmo abbastanza caotico: 213, 131, 132, 212 e con doppie inserzioni di pliche dello stesso ordine. Verso il margine posteriore le pliche si fermano quando inizia una zona di forma subtriangolare allungata che si estende lungo il margine posteriore. Il numero delle pliche radiali sulle valve sinistre nell'OBVG varia moltissimo in funzione della grandezza della conchiglia, da 27 in una conchiglia lunga 5,75 mm (RP3.2) a 57 in un esemplare (RP24) che raggiunge i 14,92 mm di lunghezza, ma ci sono come sempre eccezioni, per esempio l'esemplare RP20 lungo 10,25 mm presenta solo 23 pliche radiali. In un esemplare della collezione CANEVA, che raggiunge i 15,9 mm di lunghezza sono presenti addirittura 64 pliche radiali.

Va inoltre notato che le valve sinistre si possono rinvenire molto più frequentemente di quelle destre. Questo fatto, molto frequente anche in altri generi delle Aviculopectininae è imputabile a fatto che quest'ultime sono molto più sottili e vengono distrutte più facilmente dai processi biostratinomici.

Ipoordine Aviculopectinoidei STAROBOGATOV, 1992

Superfamiglia Aviculopectinoidea F. MEEK & HAYDEN, 1865

Famiglia Aviculopectinidae F. MEEK & HAYDEN, 1865

8.2. GENERE *Eumorphotis* BITTNER, (1901)

Specie tipo: *Pseudomonotis telleri* BITTNER, 1898, p. 170; SD COSSMANN, 1902, p. 7.

Diagnosi (NEWELL, in MOORE Ed., 1969)

Conchiglia di dimensioni medio-grandi, accline o quasi, valva sinistra convessa con un umbone abbastanza stretto e prominente; valva destra quasi piatta, auricola posteriore da ottusa a

leggermente acuta, con un seno marginale largo e poco profondo; auricola anteriore sinistra stretta e nettamente divisa dal disco da un profondo seno, auricola anteriore destra con seno subauricolare stretto, arrotondato e moderatamente profondo, entrambi le auricole anteriori sono più corte delle corrispondenti auricole posteriori; l'ornamentazione consiste in coste radiali che sono più leggere sulla valva destra rispetto a quella sinistra.

Discussione

Eumorphotis BITTNER (1901) ha una conchiglia fortemente inequivalve con una valva sinistra con i seguenti caratteri tassonomici:

1. Valva convessa
2. Becco più o meno acuminato che sporge oltre la linea di cerniera
3. Auricola posteriore molto espansa e poco differenziata dal disco
4. Margine ventrale ampiamente arrotondato
5. Piccola auricola anteriore che è divisa nettamente dal disco dalla ripida parete del margine anteriore e da un profondo solco umbonale.
7. Auricola anteriore sempre più piccola di quella posteriore
8. Incisura bissale di forma romboidale (visibile in forme silicizzate).

Caratteri della valva destra:

1. Valva quasi piatta
2. Becco poco sviluppato, quasi inesistente che non sporge sopra la linea cardinale
3. Auricola posteriore molto espansa, quasi indifferenziata dal disco, termina a punta e presenta un profondo seno auricolare sul margine posteriore
4. Forma della valva suborbicolare con margine ventrale molto arrotondato
5. Auricola anteriore piccola, stretta, allungata, con margine inferiore curvato e divisa dal disco da una profonda ma stretta incisura bissale
6. L'ornamentazione della valva destra è molto meno sviluppata di quella sinistra

L'ornamentazione del disco e dell'auricola posteriore e il rapporto altezza / lunghezza sono variabili intraspecifiche. Per quanto riguarda l'ornamentazione nelle specie di *Eumorphotis* del Triassico si

passa da forme quasi lisce come in *Eumorphotis telleri* (BITTNER, 1898) a forme con lievi costelle radiali in *Eumorphotis tenuistriata* (BITTNER, 1898) a forme con coste di diversi ordini come in *Eumorphotis reticulata* (RICHTHOFEN, 1860) che sono sicuramente visibili anche sulla parte interna della conchiglia come anche in *Eumorphotis* sp. (tav. 1, fig. 1) di BROGLIO & MIRABELLA (1986) dove si vede bene che l'ornamentazione radiale del disco è composta da pliche radiali e non da coste, questo vale anche per *Eumorphotis beneckeii* figurato da BITTNER (1901, tav. 23, fig. 5) dove le pliche sono molto evidenti.

La famiglia Etheripectininae WATERHOUSE, 1982 era caratterizzata secondo NEWELL & BOYD, 1995, da valve inequiconvesse e paradiscordanti, con resilifer prosocline, ornamentazione multicostata, discrepante e poco sviluppata sulle valve destre. Secondo i due Autori la famiglia Etheripectinidae WATERHOUSE, 1982 comprendeva i seguenti generi (e rispettive specie-tipo):

Genere *Heteropecten* KEGEL & COSTA, 1951

Heteropecten vanvleeti (BEEDE), 1902

Genere *Eumorphotis* BITTNER, 1901

Eumorphotis multiformis (BITTNER), 1899

Genere *Spyridopecten* CAMPBELL AND MCKELVEY, 1972

Spyridopecten sp.

Genere *Undopecten* WATERHOUSE, 1982

Pecten fittoni MORRIS, 1845

Genere *Girtypecten* NEWELL, 1938

Girtypecten sublaqueatus (GIRTY), 1908

Genere *Vnigripecten* MUROMTSEVA, 1984

Vnigripecten phosphaticus (GIRTY), 1910

L'unico genere che presentava delle somiglianze in forma e ornamentazione con *Eumorphotis* BITTNER, 1901 era il genere *Heteropecten* KEGEL & COSTA, 1951 di NEWELL & BOYD (1995).

Nel Treatise on Invertebrate Paleontology, MOORE (ed.) 1969, *Heteropecten* KEGEL & COSTA 1951, era considerata ancora sinonimo di *Aviculopecten* MCCOY, 1851, prima che diversi generi a se stanti e riuniti nella sottofamiglia Aviculopectininae MEEK & HAYDEN, 1864 venissero a loro volta riuniti nell'unico genere *Heteropecten* da NEWELL & BOYD (1995) della sottofamiglia Etheripectininae WATERHOUSE, 1982.

Secondo NEWELL & BOYD, 1995 il genere *Heteropecten* comprendeva oltre a *Heteropecten* KEGEL

& COSTA, 1951 anche: *Aviculopecten* MCCOY, 1851; *Deltopecten* ETHERIDGE JR., 1892; *Etheripecten* WATERHOUSE, 1963; *Paradoxipecten* Y. X. Zhang, 1981; *Corrugopecten* WATERHOUSE, 1982; *Fletcheripecten* WATERHOUSE, 1982 e *Squamuliferipecten* WATERHOUSE, 1986.

Sulla base di nuove scoperte FANG & MORRIS (1999) hanno invalidato la diagnosi restrittiva delle Aviculopectinidae data precedentemente da NEWELL & BOYD (1995) che questi Autori avevano chiamato Etheripectinidae; BOYD & NEWELL (2000) hanno confermato la diagnosi di FANG & MORRIS (1999) : “*La possibilità di usare Aviculopecten come genere tipo per una famiglia di pettinidi inequivale rende non più necessaria l'introduzione del nome Etheripectinidae*”.

In base a questa revisione FANG & MORRIS (1999) hanno ripristinato la famiglia delle Aviculopectinidae e i generi *Aviculopecten* MCCOY, 1851, *Deltopecten* ETHERIDGE JR, 1892 ed *Etheripecten* WATERHOUSE, 1963 che erano stati precedentemente riuniti nell'unico genere *Heteropecten* KEGEL & COSTA, 1951 da MORRIS & BOYD (1995).

In base a questa revisione anche il genere *Eumorphotis* BITTNER, 1901 viene posto nella famiglia delle Aviculopectinidae.

Secondo NEWELL & BOYD (1995) le differenze fra il loro *Heteropecten* KEGEL & COSTA, 1951 (che comprendeva anche i generi *Aviculopecten* MCCOY, 1851, *Deltopecten* ETHERIDGE JR, 1892 ed *Etheripecten* WATERHOUSE, 1963) ed *Eumorphotis* (BITTNER, 1901) erano poche: “*Eumorphotis comprende varie forme di Pettinioidi nominati da Bittner (1901) per distinguerli da forme simili del Paleozoico superiore. Evidentemente era più influenzato dall'età geologica che dalla morfologia. Eumorphotis e Heteropecten sono molto simili e non è sempre facile distinguere forme triassiche da simili specie permiane*”. Secondo i due Autori le valve sinistre dell'olotipo del genere, *Eumorphotis telleri*, e alcuni degli esemplari di *Eumorphotis multiformis* a loro disposizione sono leggermente più rigonfi di simili valve di *Heteropecten* e la forma tetragonale del resilifer delle *Eumorphotis multiformis* da loro studiate è un carattere distintivo.

In mancanza di esemplari con resilifer conservato si possono aggiungere ulteriori caratteri che differenziano il genere *Eumorphotis*: in *Heteropecten*, *Aviculopecten* ed *Etheripecten* la valva sinistra presenta un'auricola posteriore abbastanza ben differenziata dal disco e l'auricola anteriore è sviluppata in modo simile a quella posteriore. In *Deltopecten* l'auricola anteriore è addirittura più sviluppata di quella posteriore. In nessun altro genere la differenza nello sviluppo dell'auricola posteriore rispetto a quella anteriore è così marcata come in *Eumorphotis*.

Gli esemplari della Formazione a Bellerophon delle Dolomiti presentano tutte le caratteristiche

tipiche del genere *Eumorphotis* BITTNER (1901):

- 1 Auricola anteriore e posteriore di forma molto diversa
- 2 Orecchietta anteriore della valva sinistra nettamente separata dalla valva, auricola posteriore che si allarga verso il margine posteriore in continuità con il disco.
- 3 Orecchietta anteriore della valva destra nettamente differenziata dalla valva con profondo e stretto seno bissale, auricola posteriore acuminata con seno subauricolare.
- 4 Presenza di coste e pliche radiali

Per queste caratteristiche tipiche del genere *Eumorphotis* BITTNER (1901) gli esemplari delle Dolomiti vengono attribuiti a questo genere.

Genere	Pliche o coste radiali	Disposizione delle pliche-coste VS	Disposizione delle pliche-coste VD
<i>Eumorphotis</i>	Coste e pliche radiali gradate	Coste e pliche primarie con interspazi stretti, coste di grado inferiore intercalate più forti	coste e pliche leggere di più ordini
<i>Aviculopecten</i>	Pliche radiali	pliche semplici	pliche semplici
<i>Heteropecten</i>	Coste gradate	Coste primaria con interspazi stretti, coste di grado inferiore intercalate più forti	coste biforcate
<i>Etheripecten</i>	Coste gradate	Coste primarie forti e grossolane con intervalli intercostali piuttosto ampi occupati da coste di grado inferiore gradate fini molto ravvicinate	Gradate intercalate semplici

Tabella riassuntiva dei caratteri distintivi fra *Eumorphotis*, *Aviculopecten*, *Heteropecten* ed *Etheripecten*.

Cenni storici sul genere *Eumorphotis* BITTNER, (1901)

BITTNER (1901) ha istituito *Eumorphotis* come sottogenere del genere *Pseudomonotis* BEYRICH, 1862, basandosi su esemplari provenienti dalle Alpi, dall'Himalaya e dal Sud-Ussuri (Siberia). Il carattere tassonomico distintivo delle specie triassiche di *Pseudomonotis* rispetto a *Pecten* era secondo l'Autore la grande espansione dell'auricola posteriore sinistra rispetto a quella anteriore, sempre molto più minuta: "*Es sei also nochmals hervorgehoben: das gemeinsame Unterscheidungsmerkmal triadischer Pseudomonotis - Arten gegenüber Pecten, das Merkmal,*

durch welches ihr Habitus bestimmt und ihr Aviculiden-Charakter documentirt wird, ist die grosse Ausbreitung und Entwicklung ihres hinteren Flügels im Gegensatz zu der immer weit geringeren Grösse des vorderen Flügels“.

Traduzione:

"Che sia ribadito ancora una volta: Il carattere distintivo delle specie triassiche di Pseudomonotis rispetto a Pecten, cioè il carattere attraverso il quale viene definito l'abito e documentato il loro carattere da Avicula, è la grande espansione e sviluppo dell'auricola posteriore rispetto a quella anteriore molto più piccola".

Secondo BITTNER (1901) un'altra peculiarità di *Eumorphotis* rappresenta l'ornamentazione della valva sinistra che è sempre più marcata di quella della valva destra.

BITTNER (1901) ha cercato di raggruppare le specie di *Pseudomonotis* (soprattutto quelle triassiche) in modo "naturale" in quattro gruppi di cui viene riportato il gruppo 1.:

1. Il gruppo delle *Pseudomonotis telleri* e *Pseudomonotis multiformis*, descritto da BITTNER (1901) come segue: *"Il loro carattere di "aviculidi" è, per quanto riguarda il grande sviluppo delle auricole, il più peculiare in tutto il genere. L'ornamentazione cambia moltissimo, la valva sinistra esposta è spesso ornate molto più riccamente della valva destra, fissata al substrato, che rimane nella maggior parte dei casi abbastanza semplice. Sono presenti specie completamente lisce, lievemente e regolarmente costate, ornate con sistemi di coste a più ordini, con coste di tipo innitoide o spondiloide, e tutte sono collegate da passaggi nell'ornamentazione e unite genericamente in modo inseparabile. Se si volesse trovare un nome nuovo per questo gruppo io propongo **Eumorphotis**."*

A questo gruppo 1 appartenevano, secondo BITTNER (1901):

a) Forme con coste sottili e disposte in modo regolare:

Pseudomonotis tenuistriata BITTNER, 1898

Pseudomonotis lipoldi BITTNER, 1901

b) Specie nelle quali le coste sono differenziate in diversi ordini:

Pseudomonotis venetiana (HAUER. 1850).

Pseudomonotis inaequicostata (BENECKEI, 1868)

Pseudomonotis multiformis BITTNER, 1898

c) Specie nelle quali le coste di un ordine spiccano particolarmente, così da formare un'ornamentazione con coste innitoidi o spondiloidi.

Pseudomonotis hinnitidea BITTNER, 1898

Pseudomonotis beneckeii BITTNER, 1901

d) Coste fini che tendono a scomparire completamente e coste più forti limitate prevalentemente all'umbone, in modo da formare anche forme completamente lisce:

Pseudomonotis angulosa (LEPSIUS, 1878)

Pseudomonotis camuna (SALOMON, 1900)

Pseudomonotis telleri BITTNER, 1898

Pseudomonotis iwanowi BITTNER, 1899

Pseudomonotis austriaca BITTNER, 1901

BITTNER (1901) aveva creato *Eumorphotis* come sottogenere di *Pseudomonotis* perché in effetti l'olotipo del genere di *Pseudomonotis* di BEYRICH (1862), *Pseudomonotis speluncaria* SCHLOTHEIM, (1820) dello Zechstein Germanico presenta certe somiglianze con *Eumorphotis* BITTNER (1901): la specie fortemente inequivalve presenta una valva sinistra molto convessa e una valva destra piatta e poco ornamentata che è spesso cementata al fondo, si tratta prevalentemente di una forma fixosessile. Le somiglianze si fermano qui perché a differenza di *Eumorphotis* la cerniera di *Pseudomonotis* è corta e l'auricola posteriore è generalmente assente.

Fu BÖHM nel 1904 ad elevare *Eumorphotis* a genere.

Dopo BITTNER (1901) anche FRECH (1912) e ICHIKAWA (1958) hanno proposto dei raggruppamenti delle specie di *Eumorphotis*, l'ultima revisione del genere è di BROGLIO e MIRABELLA (1986).

I risultati di questa revisione, basata soprattutto su materiale raccolto nelle Dolomiti e resa necessaria per la grande proliferazione di specie (39), sono i seguenti:

BROGLIO e MIRABELLA (1986), confermano i tre gruppi riconosciuti precedentemente da ICHIKAWA (1958) diminuendo però il numero di specie che appartengono ad ogni gruppo:

1 Gruppo delle *Eumorphotis multiformis*:

- *Eumorphotis multiformis* (BITTNER, 1899)
- *Eumorphotis reticulata* (RICHTHOFEN, 1860)
- *Eumorphotis* sp.

2 Gruppo delle *Eumorphotis telleri*:

- *Eumorphotis telleri* (BITTNER, 1898)
- *Eumorphotis tenuistriata* (BITTNER, 1899)

3 Gruppo delle *Eumorphotis hinnitidae*:

- *Eumorphotis hinnitidea* (BITTNER, 1899)

Dopo BITTNER (1901), troppo poca importanza è stata data in letteratura (MOORE 1969, NEWELL & BOYD, 1995 ecc.) ai caratteri morfologici delle valve sinistre di *Eumorphotis* BITTNER, invece la ridescrizione del genere da parte di questi Autori si è basata principalmente sull'ornamentazione e sui caratteri morfologici delle valve destre. Come BROGLIO & MIRABELLA 1986 hanno sottolineato nella loro revisione delle specie *Eumorphotis* delle Dolomiti, la valva destra ha un minore valore diagnostico.

Cenni storici sui materiali riferibili al genere *Eumorphotis* BITTNER 1901, del Permiano superiore della Formazione a Bellerophon delle Dolomiti:

BITTNER (1901) ribadisce più volte che forme molto simili ad *Eumorphotis* compaiono già nel Paleozoico, secondo lui anche alcune specie della Formazione a Bellerophon descritte da STACHE nel 1878, sembrano appartenere al suo gruppo 1. delle *Pseudomonotis telleri* e *Pseudomonotis multiformis*, classificate in seguito come *Eumorphotis: Avicula (Aviculopecten?) cingulata* STACHE, 1878, (pag. 109, tav. 4, fig. 11, 12,) dal Monte Croce di Comelico; *Avicula striatocostata* STACHE, 1878, (pag. 110, tav. 4, fig. 13), molto simile alla precedente, dal medesimo sito di ritrovamento; *Hinnites crinifer* STACHE 1878 (pag. 100, tav. 4, fig. 10) da San Giacomo in Val Gardena e forse anche ? *Conocardium* sp., STACHE 1878 (pag. 124, tav. 4, fig. 14) dal Monte Croce di Comelico. In una nota a piede di pagina BITTNER (1901) fa riferimento anche a *Pecten (Vola) praecursor* STACHE, 1878 (pag. 102, tav. 4, fig. 2) affermando che questa forma è molto simile a *Pseudomonotis*

bocharica BITTNER, una specie da lui descritta proveniente dalla zona di Bochara (Himalaya), ma che si differenzia da questa per le coste più pronunciate con una serie di coste di terzo ordine e per le linee di accrescimento meno pronunciate. BITTNER (1901) si chiede se la specie in questione non potrebbe provenire da un livello paragonabile a quello della Formazione a Bellerophon.

GORTANI (1906) descrive con il nome di “*Avicula striato-costata*” la specie di STACHE su materiale proveniente dalla Carnia, istituendo tre “varietà” basandosi sulla convessità delle valve, carattere sicuramente influenzato dalla diagenesi e quindi di dubbia rilevanza tassonomica:

Avicula striato-costata inflata STACHE,

Avicula striato-costata depressa STACHE

Avicula striato-costata granulifera STACHE

MERLA (1930) descrive alcuni esemplari della collezione CANEVA raccolte in Cadore e Comelico, fra l'altro: *Pseudomonotis (Eumorphotis) striato-costata* STACHE ed *Eumorphotis paecurrens* MERLA, la prima è una valva sinistra simile alla specie di STACHE, la seconda è una valva destra. BRANSON (1948) modificò, riferendosi a MERLA 1930, la nomenclatura della specie di STACHE a livello di genere (*Eumorphotis*, 1948, p. 607) e tale denominazione viene anche ripresa in “Il Paleozoico Carnico” di Autori vari (1983, p.87) per gli esemplari descritti da GORTANI (1906).

YIN H. F (1985) nella suo articolo sui bivalvi del limite Permo-Triassico del Sud della Cina fa riferimento alla distribuzione delle faune a bivalvi del Permiano superiore e del Triassico inferiore su scala mondiale, trattando anche le faune tropicali tetidiane del Permiano superiore, elencando la fauna a bivalvi della Formazione a Bellerophon fra le più ricche a livello mondiale paragonabile solo a quelle del Sud della Cina. Riguardo ad *Eumorphotis*, YIN H. F (1985, pag. 581) scrive che nella Formazione a Bellerophon sono state segnalate, secondo BRANSON (1948), otto specie di *Eumorphotis* di cui *Eumorphotis spinicostata* LEONARDI, 1930 è un *nomen nudum* e altri sei generi sarebbero probabilmente da attribuire al genere *Etheripecten*. Rimane una possibile specie di *Eumorphotis*, la specie *Eumorphotis striatocostata* STACHE che secondo l'Autore presenta tutti i caratteri del genere in questione, ma purtroppo tutti gli esemplari figurati sono incompleti. *Eumorphotis* è inoltre stata segnalata dal Permiano superiore di Darwaz (Chapsai beds) del Pamir ma non è stata figurata. YIN H. F (1985) arriva alla conclusione che il genere *Eumorphotis* molto probabilmente si è generato nel Permiano superiore. In ogni caso queste specie e quelle del Triassico inferiore sono tutte specie con ornamenti radiali. Le specie lisce, rappresentate da

Eumorphotis telleri, compaiono appena più tardi nell'Olenekiano.

Nella loro revisione del genere *Eumorphotis*, BROGLIO e MIRABELLA (1986) discutono l'appartenenza a questo genere anche delle seguenti specie descritte da MERLA (1930):

~ *Eumorphotis paecurrens* MERLA 1930

~ *Pseudomonotis (Eumorphotis) striatocostata* STACHE 1878 in MERLA 1930

La prima specie non viene ritenuta valida da BROGLIO e MIRABELLA (1986) per il cattivo stato di conservazione mentre la seconda specie viene discussa arrivando alla conclusione che “*a priori non si può escludere che Eumorphotis abbia dei rappresentanti già nel Permiano superiore. Tutto ciò deve essere provato da materiale in discreta quantità e in buone condizioni*”.

Il nuovo materiale proveniente dalle Dolomiti raccolto per questa tesi di dottorato conferma in pieno la presenza del genere *Eumorphotis* nel Permiano superiore anche in questa zona dopo che è stato segnalato per la prima volta in prossimità del limite Permiano-Triassico in Ungheria (POSENATO *et al.*, 2005).

Tramite i nuovi esemplari delle Dolomiti e l'esame approfondito degli esemplari delle collezioni storiche di STACHE, CANEVA e in parte di GORTANI è stato possibile, basandosi sulla forma e ornamentazione dell'auricola anteriore della valva sinistra, dividere gli esemplari di *Eumorphotis* della Formazione a Bellerophon in due gruppi:

- Gruppo 1. con l'auricola di tipo *Eumorphotis kittlii* (BITTNER 1901), allungata, stretta e ben separata dal disco e con coste trasversali. A questo gruppo viene assegnata la specie *Eumorphotis paecurrens* MERLA, 1930.

- Gruppo 2. con auricola di tipo *Eumorphotis beneckeii* (BITTNER 1901), triangolare, divisa dal disco dal seno bissale senza coste, solo con linee di accrescimento. A questo gruppo viene assegnata la specie *Eumorphotis striatocostata* STACHE, 1878.

Come in tutti i rappresentanti dell'ordine dei Pectinida J. GRAY, 1854, anche in *Eumorphotis* BITTNER, 1901 può essere riscontrata un'ampia variabilità morfologica. Questo carattere si può osservare molto bene nella tavola di KASHIYAMA & OJI, 2004 (fig. 7, pag. 212) dove esemplari

classificati come *Eumorphotis iwanowi* (BITTNER, 1899) del Triassico Inferiore (Olenekiano inferiore) del Giappone, conservati come modelli interni ed impronte esterne, presentano una variabilità di caratteri molto ampia, passando da forme prosocline ad opistocline, da più allungate a più larghe, da forme con il becco che si sposta dal centro del margine cardinale alla parte anteriore, con seno subauricolare che va da ampio a poco sviluppato, con l'auricola anteriore che passa da corta e minuta a molto allungata. Trattandosi di una popolazione che proviene da una singola facies, l'applicazione di un concetto strettamente morfologico della specie avrebbe sicuramente portato a una proliferazione artificiale delle specie. Per questo motivo è molto importante applicare il concetto di specie nel contesto di una popolazione tenendo conto della variabilità intraspecifica.

La grande variabilità intraspecifica già riscontrata in altre specie del genere *Eumorphotis* ha suggerito di applicare anche agli esemplari di *Eumorphotis* rinvenuti nella Formazione a Bellerophon una classificazione non strettamente morfologica, cercando di considerare sia la variabilità ecomorfica e genetica, sia quella tafonomica.

8.2.1. *Eumorphotis praecurrens* MERLA, 1930

Tavola 5

v 1878 *Cardium* (?*Conocardium*) sp. - STACHE: 124, tav.1, fig. 14

v 1930 *Pseudomonotis* (*Eumorphotis*) *striato-costata* STACHE - MERLA: 90-94, tav. 11, fig. 4.

Olotipo: *Eumorphotis praecurrens* MERLA: MDGP n. 24864, pag. 94, fig. 3 (valva destra)

Località tipo e stratotipo: Per valva destra: Val da Rin presso Auronzo in Comelico. Calcere nero di cui mancano indicazioni sulla provenienza stratigrafica.

Materiale: Dal Monte Balest sopra Ortisei (dall'Orizzonte a Nautiloidi A) provengono 8 valve sinistre rappresentate da tre modelli interni (BA39.07 olotipo, BA39.02, BA39.03), quattro modelli compositi (BA39.01, BA39.08, BA39.10, BA39.11), un'impronta esterna di valva sinistra (BA43.01), uno modello composito di una valva destra BA1.02, un'impronta esterna di valva destra (BA01.06).

Un modello interno di una valva sinistra dall'Orizzonte a Nautiloidi A del Butterloch presso

Redagno. Un modello interno di una valva sinistra della GBA, no.: 1878/001/0032 del Kreuzberg/Monte Croce di Comelico.

2 valve destre: due modelli composti dal Mote Balest BA1.6b e BA1.2 a, b.

1 valva sinistra no. 24863 del MDGP e 1 valva destra (olotipo) no. 24864 del MDGP entrambe dal Monte Croce di Comelico.

Esemplari <i>Eumorphotis praecurrens</i> MERLA 1930	di: A (altezza)	L (lunghezza)	A/L	AU (angolo umbonale)	AAA (Altezz. auric. ant.)	LAA (Lungh. auric. ant.)
BA39.1	28	28	1	81	4,4	6,3
BA39.3	23,8	24,5	0,97	81		
BA39.7	20,3	25	0,8	81	4,5	5,5
BA39.9	40	44	0,9	105		
BA39.8.	16,3	16,3	1			
BA39.10	23	26	0,88	81	3,84	6,44
BA1.2 VD	12,5	15,6	0,8		2,3	5,1
BA1.6b VD	15,8	18	0,87		3,2	7,5
Olotipo VD	14,12	24,52			2,39	9,18

Età: Changhsingiano

Descrizione

Valva sinistra di dimensioni medie (altezza massima 40 mm), ampiamente convessa, pettiniforme e leggermente procrescente, quasi infracrescente; più larga che alta. Margine anteriore corto, tagliente, leggermente concavo con parete ripida e ricurva verso l'interno, formando un solco auricolare profondo che divide nettamente il disco dall'auricola anteriore. Il margine ventrale è ampiamente convesso. Becco largo, leggermente prosogiro, acuminato, spostato in avanti di circa un terzo rispetto al centro della lunga linea cardinale e leggermente sporgente sopra la stessa. L'angolo umbonale misura circa 80 °. La grande auricola posteriore è quasi indifferenziata dal disco e si estende fino al margine posteriore senza formare un solco auricolare, essa è ornata da tre deboli coste oblique, che sono paragonabili a coste di secondo ordine del disco e sono intercalate a coste di terzo ordine molto sottili. Le linee di accrescimento si verticalizzano sull'auricola posteriore per

formare delle insenature particolari e caratteristiche. L'auricola anteriore è di forma subrettangolare con margine anteriore convesso ed è staccata nettamente dal disco da un profondo seno subauricolare, essa è ornata da deboli coste oblique; l'angolo auricolare anteriore misura circa 48 °. L'ornamentazione del disco è composta da 8-10 coste radiali primarie forti intercalate con coste secondarie strette che sono precedute e seguiti da 2-4 coste di terzo ordine molto deboli. Le linee di accrescimento sul disco sono deboli, curvate verso l'apice e perpendicolari alle coste. Le coste anteriori sono leggermente ricurve verso il margine anteriore, mentre quelle posteriori sono fortemente curvate verso il margine posteriore. Le coste di primo ordine portano alcune scaglie o squame innitoidi mentre le coste vicine alla zona posteriore e il margine ventrale portano anche spine.

Formula delle coste dell'esemplare Ba39.03:

233 1 33323333 1 333323333 1 2 1 33 1 33331 333323333 1 3333233 1 auricola posteriore 2 2 2

Formula delle coste dell'esemplare Ba39.10:

2 1 323 1 323 1 3231 33233 1 323 1 3233 1 33233 1 332333 1 auricola posteriore 2 2 2

La valva destra è pianoconvessa e leggermente proescente; margini laterali dritti, angolo anteriore e posteriore arrotondato, margine ventrale profondamente convesso. Becco piccolo, leggermente opistgiro, acuminato, posto dietro il punto centrale della cerniera, non sporge oltre la lunga linea di cerniera che presenta uno spiccato rilievo rotondeggiante. L'angolo umbonale misura circa 100 gradi. Auricola anteriore stretta, lunga e triangolare, con 6 costicine ornate da scaglie e divisa dal disco da una incisura bissale molto profonda; l'angolo auricolare anteriore misura circa 47 °. L'auricola posteriore è molto espansa, acuminata, di forma alare e presenta un margine posteriore concavo; l'angolo auricolare posteriore misura 34 °. L'ornamentazione dell'auricola posteriore è costituita da 8 coste leggere. L'ornamentazione del disco è costituita da circa 40 deboli costicine radiali che sono intersecate da linee di accrescimento concentriche che sono distinte e più pronunciate a intervalli irregolari.

Discussione

Gli esemplari di *Eumorphotis praecurrens* MERLA 1930 e di *Pseudomonotis (Eumorphotis) striato-costata* STACHE sono conservati in un calcare nerastro (caratteristico, nelle Dolomiti occidentali, della sequenza Lo 4 e sequenza Lo 5), mentre gli esemplari delle Dolomiti provengono da un livello di dolomia [(caratteristico, nelle Dolomiti occidentali, della sequenza Lo 3 e parte della sequenza Lo 4, POSENATO, (2010)]. Tuttavia nel Comelico (Auronzo) la parte calcarea della Formazione a Bellerophon, la cosiddetta “Badiota facies” compare molto prima che nelle Dolomiti occidentali. Probabilmente la forma di MERLA (1930) è effettivamente presente in livelli della stessa età di quelli delle Dolomiti, anche se la litologia è differente. I campioni delle Dolomiti provengono tutti dall’Orizzonte a Nautiloidi A (POSENATO & PRINOTH, 2004) della Formazione a Bellerophon riscontrato sia al Butterloch presso Redagno/Radein, sia al Monte Balest presso Ortisei, che rappresenta il livello di maximum flooding della sequenza Lo 3. Questo orizzonte è caratterizzato dalla presenza del nautiloide *Tirolonautilus crux* (STACHE, 1877) che non si estende fino all’Orizzonte a Nautiloidi B, caratterizzato fra l’altro dalla specie *Tirolonautilus sebedinus* (STACHE, 1877).

La lastra di calcare nerastro rinvenuta da STACHE sul lato sud del Kreuzberg/Monte Croce di Comelico, su cui è conservato l’esemplare di *Cardium (?Conocardium)* sp. STACHE, 1878, contiene oltre all’olotipo di *Pecten (?Entolium) tirolense* STACHE, 1878 anche un frammento del fianco destro di un fragmocono di *Tirolonautilus crux* (STACHE, 1877), questo dato conferma anche per *Cardium (?Conocardium)* sp. STACHE, 1878 l’appartenenza a un livello paragonabile all’Orizzonte a Nautiloidi A. La provenienza dell’olotipo di *Eumorphotis praecurrens* MERLA, 1930 che si trova su una lastra di calcare nero, non è chiara, dato che sulla didascalia della figura 3 su pagina 94 di MERLA (1930) è indicata la Val da Rin come sito di rinvenimento mentre sul biglietto del Museo di Geologia di Padova è indicato il Monte Croce di Comelico. Probabilmente anche per questo esemplare vale quanto già detto per *Cardium (?Conocardium)* sp. STACHE, 1878 e dunque l’appartenenza a un livello paragonabile all’Orizzonte a Nautiloidi A. L’olotipo presenta un carattere arcaico che è comune alle valve destre rinvenute nell’Orizzonte a Nautiloidi A e non presente nelle valve destre di *Eumorphotis* di livelli più alti: la presenza di un becco differenziato. La conchiglia dell’olotipo è leggermente più spessa (0,7 mm) delle altre valve destre di questa specie e presenta solo segni debolissimi di pliche radiali sulla parte interna della valva, mentre sulla superficie esterna ci sono resti di coste radiali. Questo carattere è verificabile dato che una piccola parte della conchiglia è conservata in calcite come conchiglia pseudomorfa. Le altre valve destre assegnate e questa specie presentano evidenti segni di pliche radiali sulla parte interna della conchiglia.

Probabilmente la conchiglia è stata smussata. L'auricola anteriore della valva sinistra che è separata nettamente dal disco da un profondo solco auricolare e l'auricola posteriore, che è indifferenziata dal disco, sono caratteristiche morfologiche tipiche del genere *Eumorphotis* BITTNER, 1901. Le pliche radiali si dividono in tre ordini e portano, se ben conservato, scaglie innitoidi e più raramente spine, questa è un'altra caratteristica che è comune anche in specie di *Eumorphotis* del Triassico come per es. *Eumorphotis hinnitidea* (BITTNER, 1898).

Eumorphotis praecurrens MERLA, 1930 è simile ad *Eumorphotis striatocostata* (STACHE, 1878), ma il suo umbone è più ampio (81° contro 76°) e meno rigonfio. L'auricola posteriore è grande e molto espansa, ma solo leggermente inclinata verso il margine posteriore e quasi indifferenziata dal disco, invece l'auricola posteriore di *Eumorphotis striato costata* (STACHE, 1878) presenta un solco auricolare ampiamente convesso che divide la zona del disco dalla zona auricolare posteriore. Un'ulteriore differenza fra *Eumorphotis praecurrens* MERLA, 1930 e *Eumorphotis striato costata* (STACHE, 1878) è l'angolo tra il margine anteriore e la linea di cerniera posteriore dell'auricola posteriore. Il margine anteriore è più ripido in *Eumorphotis striato costata* (STACHE, 1878) rispetto a *Eumorphotis praecurrens* MERLA, 1930.

L'esemplare descritto da MERLA (1930, 90-94, tav. 11, fig. 4) di *Pseudomonotis (Eumorphotis) striato-costata* STACHE viene anche assegnato a *Eumorphotis praecurrens* MERLA, 1930. Presenta l'auricola anteriore della valva sinistra con le tipiche caratteristiche del gruppo 1. e con un un margine anteriore netto, rientrante che divide nettamente il disco dall'auricola.

Anche in questo esemplare l'auricola posteriore è unita direttamente al disco senza solco, e presenta al passaggio fra il disco e auricola posteriore un piccolo tubercolo piatto e allungato che sembra essere l'impressione del muscolo adduttore. L'ornamentazione del disco che è semplice mancando pliche radiali di ordine inferiore. Queste differenze sono attribuibili al fatto che *Pseudomonotis (Eumorphotis) striato-costata* STACHE di MERLA (1930) è rappresentato da un modello interno mentre gli esemplari di *Eumorphotis praecurrens* delle Dolomiti sono rappresentati da modelli compositi. L'apparente maggiore altezza rispetto alla larghezza della valva è imputabile alla sua incompletezza, mancando il margine anteriore e quello posteriore.

Esemplari	Angolo fra margine anteriore e la linea cardinale dell'auricola posteriore
Ba39.07	126°
Ba39.10	127°
Ba39.01	127°
Ba39.03	126°
<i>Eumorphotis striatocostata</i> STACHE, olotiopo	121°
<i>Eumorphotis cingulata</i> STACHE olotiopo	123°

8.2.2. *Eumorphotis striatocostata* (STACHE, 1878)

Tavole 5,6

v*1878 *Avicula striatocostata* STACHE: 110, tav. 4, fig. 13.

v 1878 *Avicula cingulata* STACHE: 110, tav. 4, fig. 11, 12.

1896 *Avicula striato-costata* STACHE - TOMMASI: 219, 221.

1906 *Avicula striato-costata* STACHE - GORTANI: 101, 102, tav. 6, fig. 16, 17, 18, 19.

v 1930 *Pterinopecten* cfr. *granosus* SOWERBY – MERLA: 98, tav. 11, fig. 3

Olotipo: Coll. No.: 1878/001/0010, GBA (Geologische Bundesanstalt, Wien)

Località tipo: Kreuzberg-Monte Croce di Comelico

Materiale: tre valve sinistre della collezione STACHE conservata alla Geologische Bundesanstalt di Vienna. Esse consistono di un modello interno con frammenti di guscio (GBA 1878/001/0010), un modello interno (GBA 1878/001/0009), un calco artificiale in cera di un' impronta esterna non conservata nella collezione, e un frammento di una zona umbonale con becco e parte dell'auricola posteriore.

Tre esemplari figurati della collezione GORTANI (1906) di collocazione sconosciuta.

Sedici esemplari provenienti dalla collezione GORTANI del MGPBC (Museo di Geologia e Paleontologia di Bologna G. Capellini), fra cui una valva destra.

Otto esemplari dall'Orizzonte a Nautiloidi B, del Balest: BA310.2, BA310.3, BA310.12, BA313.b1, BA313.b2, del Pic: PC28.1, del Pre Roman: PR61a.37, PR61a.36, due esemplari dalla sequenza Lo 5 del Pic: PC188.1.1a, PC188.1.1b, tre esemplari dalla sequenza Lo 5 del Balest: BA450.1, BA450.2a, BA450.2b,

Cinque valve sinistre dallo strato sequenza Lo 5 da San Giacomo, cinque esemplari dal limite Permiano-Triassico della "Bulla (BU9-10) association" del Monte Balest e di Bulla.

Esemplari <i>Eumorphotis striatocostata</i> (STACHE 1878)	di: A (altezza)	L (lunghezza)	A/L	AU (angolo umbonale)	AAA (Altezz. Auric. Ant.)	LAA (Lungh. Auric. Ant.)
BA310.2	44	35	1,25	72	10	9
BA310.3	26	30	0,86	73	3,83	5,1
BA313.16	28	28	1	74	6,31	7,71
PC28.1	41	35,8	1,14	73		
PR166.1	24,6	24,71	0,99	76	4,93	8,13
BA313b.2	12	11,9	1,01	69,4		
PC188a.2	25,61	24,71		76	5,81	5,94
PC188a.3 VD	16,18	20,48	0,79	107	2,9	7,8
PC188a.01.g		28,7			2,8	11,1

Descrizione

Valva sinistra di medie dimensioni (altezza massima 45 mm), pettiniforme, inequilaterale da infracrescente a leggermente retrocrescente; di forma non simmetrica ma molto rigonfia sul lato anteriore e nella zona umbonale, mentre diventa sempre più concava sul lato posteriore dove l'auricola si appiattisce quasi completamente presso il margine posteriore. Margine anteriore corto, linea di cerniera lunga quanto la larghezza della conchiglia e margine posteriore lungo quasi il doppio di quello anteriore. Margine ventrale lungo e profondamente convesso. Zona umbonale con angolo umbonale di 83°, profondamente convessa fino alla metà della lunghezza della conchiglia, poi l'inclinazione della conchiglia si appiattisce fino al margine ventrale. Becco leggermente opistogiro, acuminato, spostato verso il margine destro di circa un terzo rispetto al centro della cerniera e leggermente sporgente sopra quest'ultima.

Auricola anteriore piccola, triangolare, staccata nettamente dal disco tramite la ripida parete del margine anteriore che può essere leggermente ricurva verso l'interno, ma attaccata al margine ventrale da un leggero seno subauricolare che si protrae fino alla metà dell'altezza della conchiglia.

Ornamentazione dell'auricola anteriore è costituita da forti strie di accrescimento molto sporgenti che in concomitanza con lievi costicine formano delle piccole scaglie così che la superficie si presenta tutta crenulata.

Auricola posteriore ampia ed espansa ad ala, appuntita con piccolo seno auricolare, poco differenziata dal disco, ma il passaggio fra l'una e l'altra è segnato da un ampio e profondo solco così che l'auricola posteriore, posta molto più in basso rispetto al fianco umbonale posteriore, è solo leggermente inclinata verso il margine posteriore con superficie quasi piatta. L'ornamentazione dell'auricola posteriore consiste di 7 coste che portano spine innitoidi di lunghezza variabile.

L'ornamentazione del disco è composta da 9-16 pliche radiali primarie intersecate con delle coste secondari più strette, aggiunte per intercalazione, che possono essere precedute e seguite da uno o due deboli coste di terzo ordine (in esemplari maturi). Le coste di secondo ordine possono essere talmente sottili da confondersi con le coste di terzo ordine e in questo modo fra le coste di primo ordine possono apparire fino a 4 coste di terzo ordine. Lo stesso vale anche viceversa così che le coste di terzo ordine sono così forti come quelle di secondo ordine, così fra le coste di primo ordine si possono trovare fino a 4 coste di secondo ordine. Le pliche di primo ordine del disco, abbastanza larghe e appiattite, portano sia nodi sia piccole scaglie nei punti dove le coste si intersecano con le strie di accrescimento, sempre presenti, mentre l'auricola posteriore presenta 4-6 pliche radiali che portano sia scaglie sia spine. Le linee di accrescimento sull'auricola posteriore tendono a verticalizzarsi verso il margine dorsale e presentano delle insenature molto più spiccate rispetto al disco. Le pliche possono portare nodi e presentano delle linee di accrescimento forti.

Valva destra quasi piatta e molto sottile, becco poco sviluppato, quasi impercettibile che non sporge sopra la lunga linea cardinale e si ferma presso una barra della cerniera. Auricola posteriore molto espansa, quasi indifferenziata dal disco, presenta un profondo seno auricolare sul margine posteriore. La linea cardinale presenta una sottile barra che è ornata su tutta la sua lunghezza da una serie di piccole scaglie, più grandi sul lato posteriore ma presenti anche sul margine superiore dell'auricola anteriore, dove cambiano direzione. Auricola anteriore, molto stretta e allungata, si espande solo molto lentamente in direzione anteriore ed è divisa dal disco da una profonda ma stretta incisura bissale. L'auricola anteriore è ornata da 4-5 lievi costicine radiali che in concomitanza con le forti strie di accrescimento formano delle scaglie così che la superficie appare tutta crenulata.

L'ornamentazione della valva è quasi impercettibile, probabilmente questo è dovuto ad erosione, ma si scorgono solo lievi pliche radiali che presentano piccole scaglie.

Discussione

Non si conosce la provenienza stratigrafica degli esemplari di STACHE rinvenuti al Monte Croce di Comelico/Kreuzberg, ma probabilmente provengono da strati più giovani dell'Orizzonte a Nautiloidi A delle Dolomiti. L'assenza dell'auricola anteriore non consente di attribuire questi esemplari a uno dei due gruppi precedentemente descritti. I caratteri sono sia arcaici (margine anteriore netto e rientrante), sia moderni come l'auricola posteriore divisa del disco da un solco auricolare ma è quest'ultimo carattere a dividerli nettamente da *Eumorphotis praecurrens*.

I quattro esemplari della collezione STACHE sono tutte valve sinistre. I due esemplari di *Avicula cingulata* STACHE consistono di un modello interno e di un calco in cera di una valva, mentre *Avicula striatocostata* STACHE è rappresentata da un modello interno con resti di conchiglia conservati in calcite, e un frammento della regione umbonale con il becco e un resto dell'auricola posteriore. Questi ultimi sono in uno stato di conservazione precario, le auricole anteriori e i margini posteriori non sono conservati. Senza le coste conservate sull'auricola posteriore di un piccolo frammento di una zona umbonale, le auricole posteriori sarebbero state ritenute prive di coste. La forma delle conchiglie, conservate in un calcare nerastro, sembra essere solo poco deformata negli esemplari di *Avicula cingulata* STACHE mentre è più schiacciata la valva di *Avicula striatocostata* STACHE.

Come MERLA (1930) aveva già notato, i due esemplari di *Avicula cingulata* descritti da STACHE (1878) sono modelli interni con coste deboli sulla zona umbonale e coste più forti sul margine ventrale, la forma della conchiglia è quasi identica a quella di *Avicula striatocostata* STACHE rappresenta invece da un modello interno con resti di conchiglia dove le coste deboli sono meglio conservate. MERLA (1930) ha unito *Avicula cingulata* STACHE e *Avicula striato-costata* STACHE nel genere *Pseudomonotis (Eumorphotis) striato-costata* STACHE accostando anche l'esemplare da lui descritto a questa specie, non sapendo che il suo esemplare presentava un'auricola anteriore tipica delle valve sinistre di *Eumorphotis parecurrens*.

Anche GORTANI (1906) ha attribuito i suoi esemplari alla specie di STACHE, ammettendo che doveva avere un'auricola triangolare come negli esemplari da lui rinvenuti.

GORTANI (1906) divise i suoi esemplari di *Avicula striatocostata* STACHE in tre varietà basandosi sulla convessità della conchiglia. Gli esemplari più convessi sono stati attribuiti alla sottospecie "*Eumorphotis striato costata inflata*", comprendente anche l'olotipo di STACHE. (DA UN PUNTO DI VISTA NOMENCLATURALE QUESTO NOME È ERRATO). Gli esemplari più appiattiti sono stati attribuiti alla sottospecie "*depressa*", che comprende la grande maggioranza degli esemplari da lui raccolti (oltre

100). La terza sottospecie “*granulifera*” presenta le stesse valve schiacciate della sottospecie “*depressa*”, ma le coste sono ornate da tubercoli e probabilmente anche scaglie.

Questi esemplari sono conservati in una marna e quindi soggetti a deformazione in modo che le conchiglie sono schiacciate, dunque la maggiore o minore convessità degli esemplari di GORTANI rispecchia solo il loro grado di deformazione e non la reale forma della conchiglia. Probabilmente l’aspetto reale degli esemplari di GORTANI (1906) dovrebbe essere rappresentato da valve profondamente convesse della varietà “*inflata*” con l’ornamentazione della varietà “*granulifera*”. Gli esemplari figurati da GORTANI (1906) non sono stati rintracciati nelle collezioni museali. Solo parte della sua collezione proveniente dagli stessi luoghi di ritrovamento in Carnia (16 esemplari conservati su lastre di marna) è stata rinvenuta nel Museo di Geologia e Paleontologia di Bologna G. Capellini (MGPBC).

Le caratteristiche generali di questi esemplari confermano che le coste radiali delle auricole posteriori portano nodi e scaglie. Su una lastra è conservata, oltre a due valve sinistre, anche una valva destra quasi certamente appartenuta alla stessa specie.

Spesso gli esemplari di *Eumorphotis striatocostata* presentano, se non erosi in superficie, delle spine lunghe sulle coste dell’auricola posteriore, un fatto che le avvicina a *Eumorphotis lorigae* POSENATO, 2005 del Permiano terminale dell’Ungheria, che presenta delle spine ancora più allungate su tutta la superficie della conchiglia. Questo carattere differenzia *Eumorphotis lorigae* dell’Ungheria da *Eumorphotis striatocostata* della Formazione a Bellerophon.

La specie si può rinvenire anche presso il limite Permiano-Triassico nella “Bulla (BU9-10) association” di POSENATO (2009) , uno strato marnoso che si trova intercalato a livelli oolitici del Membro di Tesero del Permiano terminale delle Dolomiti.

Formula delle coste di alcuni esemplari:

PC28.1 (un modello interno)

1 1 1 1 1 1 1 2 1 2 1 2 1 spazio, auricola posteriore 2 2 2 2

BA310.2 (modello interno leggermente schiacciato)

1 1 1 1 1 1 2 2 1 2 2 2 1 2 2 2 2 1 2 2 2 1 2 2 1 2 2 2 1 2 2 2 2 1, auricola posteriore 2 2 2 2

BA313.16 (pseudoconchiglia in calcite leggermente erosa)

22 13231 , 6x (133233), 1 33333 1, auricola posteriore 2 2 2 2, presso la linea di cerniera 222

8.2.3. *Eumorphotis lorigae* POSENATO, 2005

Tavola 6.

Olotipo: *Eumorphotis lorigae* POSENATO, 2005 : 222-223, tav. 1, fig. 4.

Materiale: Valva destra da Plan presso Selva di Val Garden/Wolkenstein: PL1. (sequenza Lo 5), pseudoconchiglia in calcite, lato interno della valva.

Descrizione

Valva destra subauricolare, leggermente più larga che alta, quasi piatta e molto sottile, becco poco sviluppato, quasi inesistente che non sporge sopra la lunga linea cardinale. Auricola posteriore molto espansa e leggermente concava, si può differenziare dal disco solo perché è divisa in due parti di uguale larghezza: la prima parte, che comprende la zona che va dal passaggio al disco fino a metà auricola, presenta 3 lievi coste radiali, molto più forti e distanti fra loro di quelle presenti sul disco, mentre la seconda metà dell'auricola presenta solo strie di accrescimento. Il margine posteriore presenta un profondo seno auricolare sul margine posteriore e termina in una punta. La linea cardinale presenta una sottile barra, qui visibile come stretto canale che è ornato su tutta la sua lunghezza da una serie di piccole scaglie, più grandi sul lato posteriore ma presenti anche sul margine superiore dell'auricola anteriore, dove cambiano direzione.

Auricola anteriore, abbastanza corta, si espande molto in direzione anteriore, presenta un margine inferiore subcircolare ed è divisa dal disco da una profonda e strettissima incisura bissale.

L'ornamentazione del disco consiste in circa 50-60 pliche radiali molto sottili e appiattite che sono appaiate e divise da solchi leggermente più profondi. Queste pliche portano dei piccoli nodi.

In prossimità dell'auricola posteriore sono presenti tre pliche radiali più accentuate.

Discussione

Questa valva destra di *Eumorphotis lorigae* differisce dalle valva destre di *Eumorphotis striatocostata* soltanto per la forma dell'auricola anteriore, più larga e corta la prima, più lunga e stretta la seconda e per l'ornamentazione della valva, che probabilmente è erosa nell'esemplare PC188.03.f.

POSENATO (2009) attribuisce gli esemplari della "Bulla (BU9-10) association", uno strato marnoso che si trova intercalato a livelli oolitici del Membro di Tesero del Permiano terminale delle Dolomiti (di Bulla e Sass de Putia) a *Eumorphotis lorigae* POSENATO 2005. Questa attribuzione è

problematica, presentando gli esemplari di BU9-10 coste con scaglie, ma non coste con spine su tutta la superficie della valva. La valva destra di POSENATO (2009, fig. 6. 4) mostra una valva identica a quella di *Eumorphotis striatocostata* (STACHE, 1878), ma le valve destre hanno poca validità tassonomica. Le valve sinistre sembrano appartenere a due morfotipi diversi, essendo gli esemplari della fig. 6. 1 ornati da moltissime coste radiali che portano piccoli nodi, caratteristica che li avvicina alla specie Triassica di *Eumorphotis reticulata* (RICHTHOFEN, 1860) da cui sembrano indistinguibili. La fig. 6.2 mostra invece esemplari ornati da meno coste radiali più forti che portano delle scaglie, ma non spine. Questa caratteristica è tipica per *Eumorphotis striatocostata* (STACHE, 1878).

Ordine Pectinida J. GRAY, 1854a

Sottordine Entoliidina HAUTMANN, 2011

Superfamiglia Entolioidea TEPPNER, 1922

Famiglia Pernopectinidae NEWELL, 1938

8.3. GENERE *Pernopecten* WINCHELL, 1865

Specie-tipo: *Aviculopecten limaformis* WHITE & WHITFIELD, 1862

Diagnosi (NEWELL in MOORE ED., 1969)

Conchiglia comunemente ma non necessariamente troncata posteriormente, lato interno liscio o costato, con parte anteriore e margine posteriore non beanti; valva sinistra distintamente più grande di quella destra; seno bissale presente in valve destre di esemplari giovanili, obsoleto in individui adulti; auricole della valva sinistra acuminate; parte interna dell'ostraco con strutture concentriche lamellari incrociate, ostraco esterno fibroso radiale in valve sinistre, esagonale prismatico in valve destre.

Discussione

Il genere *Pernopecten* è stato istituito da WINCHELL nel 1865 con il genotipo *Aviculopecten limaformis* WHITE & WHITFIELD che secondo NEWELL (1937) è stato descritto su una valva destra. YIN HONGFU (1982) ribadisce che MEEK (1865) ha introdotto il nome *Entolium* per un bivalve del Giurassico (specie tipo: *Pecten demissus* PHILIPPS) e lo stesso anno anche *Pernopecten* fu introdotto. Le specie-tipo dei due generi sono leggermente differenti, mentre esistono parecchie forme

intermedie. In letteratura si è usato il nome *Pernopecten* per specie paleozoiche e *Entolium* per specie mesozoiche.

NEWELL (1937, p.110) ha proposto cinque criteri per distinguere *Entolium* da *Pernopecten*:

1. in *Entolium* la struttura della conchiglia è identica in entrambi le valve
2. non c'è una fessura fra le valve (si chiudono bene)
3. le auricole della valva sinistra non sono acuminate
4. le valve sono bilateralmente simmetriche
5. niente incisura bissale

Come già ricordato da YIN HONGFU (1982), questi caratteri non si sviluppano tutti insieme allo stesso momento. Una fessura apparente non si può più osservare in esemplari più giovani del Carbonifero, mentre conchiglie prosocline (*Pernopecten huayingshanensis* LIU, 1997) e un seno bissale (*Pernopecten symmetricus* NEWELL, 1940) sono osservabili in specie fino al Permiano superiore. Auricole acuminate dominano fino al Permiano inferiore ma possono essere presenti nel Triassico (*Entolium kellneri* KITTL). Dato che solo alcune specie del Carbonifero posseggono tutti i caratteri opposti a quelli sopra descritti per *Entolium* e specie del Permiano di solito posseggono almeno alcuni caratteri intermedi, secondo YIN HONGFU si dovrebbero assegnare a *Entolium* soltanto quelle specie in cui i primi 5 o 4 caratteri sopra citati coincidono (la prima condizione non è quasi mai verificabile), e lasciare in *Pernopecten* tutte le forme intermedie. *Pernopecten* aveva la massima diffusione durante il Paleozoico ma è sopravvissuta fino al Triassico Inferiore, mentre *Entolium* sicuramente comparve nel Permiano superiore ma probabilmente può risalire addirittura al Carbonifero superiore. Il Permiano superiore sembra essere un intervallo transitivo per i due generi.

Caratteri	<i>Pernopecten</i>	<i>Entolium</i>
Conchiglia beante	si o no	no
Auricole acuminate su VS	si o no	no
Simmetria bilaterale	no o si	si
Seno bissale	si o no	no
Età	prevalentemente Paleozoico	prevalentemente Permiano superiore e Mesozoico

WALLER (2006) ricorda che *Pernopecten* è il primo genere pectinoide ed è diffuso dal Devoniano fino al Triassico Inferiore. Secondo questo Autore *Pernopecten* presenta una caratteristica struttura della conchiglia chiamata “*filosus*”. Fu COX (1924) a usare per primo questo termine che fu adottato più tardi da ALLASINAZ (1972) nella sua descrizione di Entoliidi Triassici.

Come spiegato da WALLER (2006): “*il termine proviene dall’Entoliide Triassico Pecten filusus HAUER, 1857 la specie tipo di Filopecten ALLASINAZ, 1972. La struttura “filusus” consiste di fini filae o strette rigature antimarginali o radiali che si sviluppano sulla superficie interna dello strato calcitico esterno della valva sinistra all’interno della stretta banda secretoria marginale di questo strato (ALLASINAZ, 1972). La secrezione della filae termina quando lo strato aragonitico interno a lamelle incrociate trasgredisce sopra le filae sulla superficie interna del guscio. Queste filae non sono mai state osservate sulle superfici di crescita interne di calcite colonnare prismatica o sulla superficie interna di strati aragonitici. In Pernopecten e in alcuni Entolioididae del Triassico, la struttura non è presente sulla valva destra, perché nessuno strato di calcite non prismatica paragonabile è presente su queste valve. In altri entolioididi del Triassico(vedi sotto), una struttura “filusus” può essere presente anche sulla valva destra perché un sottile strato calcitico nonprismatico è presente tra lo strato colonnare prismatico esterno e lo strato interno lamellare incrociato aragonitico.*

Le filae comunemente mostrano ramificazioni divergenti, in alcune zone del guscio producendo insiemi incastrati di “V” con stretti angoli apicali appuntiti dorsalmente. Questa struttura fine è visibile sulla superficie esterna delle valve soltanto quando la loro superficie è erosa, mentre è visibile sulla superficie interna soltanto quando lo strato interno aragonitico ha subito una dissoluzione selettiva.

Una struttura “filusus” è presente comunemente ma non universalmente in Pernopecten e non è un indicatore tassonomico a livello di genere, ne a livello di specie.”

Per le auricole acuminatae che sporgono sopra il margine dorsale sulla valva sinistra e le auricole che non sporgono sopra il margine dorsale nella valva destra gli esemplari delle Dolomiti vengono assegnati al genere *Pernopecten*.

Distribuzione stratigrafica: Devoniano-Triassico

8.3.1. *Pernopecten tirolensis* (STACHE, 1878)

Tavola 7

v*1878 *Pecten (Entolium) tirolensis* STACHE: 101-102, tav.1, fig. 1

v 1930 *Pecten (Entolium) salinchieta* GORTANI; MERLA:113-114, tav. 11, fig. 6

Olotipo: *Pecten (Entolium) tirolensis* STACHE: 101-102, tav.1, fig. ; GBA Coll. No.: 1878/001/0002

Località tipo: Monte Croce di Comelico/Kreuzberg;

Materiale, distribuzione geografica e stratigrafica: Oltre all'olotipo e all'esemplare di MERLA 1930, MDGP n. coll. 24875, che consiste in una valva sinistra con conchiglia in calcite parzialmente conservata sulle auricole da Socosta/Auronzo di Cadore è presente una valva sinistra dal detrito della sezione del Pic (Smueia da Insom)/Val Gardena, conservata su una lastra di calcare insieme a *Marmaronia peracuta* (STACHE 1878) ed ostracodi.

Esemplari di: <i>Pernopecten tirolensis</i> (STACHE 1878)	A	L	AU (angolo umbonale)	A/L	AAA (Altezz. Auric. Ant.)	LAA (Lungh. Auric. Ant.)
<i>Pecten (Entolium) Tirolensis</i> STACHE 1878, Olotipo	25,6	19,9	93	1,29	7,6	6,8
<i>Pecten (Entolium) salinchieta</i> GORTANI- MERLA 1930 N. 24875	20,2	18,2	107,3	1,11	6,2	5,3
PC. Pern.1	16,7	14,8	112,2	1,12	7,2	6,4

Età: Changhsingiano

Descrizione della valva sinistra

Conchiglia di dimensione media, piriforme, allungata ventralmente; margini laterali corti e diritti, margine ventrale lungo e profondamente arrotondato. Becco ortogiro e molto acuminato con angolo umbonale di 75°; umbone convesso fino ai solchi laterali profondi ed evidenti. Auricole grandi, larghe quasi quanto la lunghezza della conchiglia, acuminate e molto sporgenti sopra la linea della cerniera. Alla base dell'auricola anteriore, che ha il margine anteriore convesso, è presente un leggero seno bissale. La superficie presenta leggerissime linee di accrescimento e striature radiali.

Discussione

STACHE (1878) descrive *Pecten (Entolium) tirolensis* dal Monte Croce di Comelico/Kreuzberg (lato sud) dal “*calcare che si spacca in modo scistoso con resti di Bellerophon, Nautilus e molti bivalvi ed ostracodi*”. In effetti questo esemplare è conservato sulla stessa lastra di calcare nero che

contiene anche *Cardium* (?*Conocardium*) sp. indeterminata descritta da STACHE (1878). La lastra contiene inoltre il resto di un *Tirolonutilus crux* (STACHE 1877), dunque proviene da uno strato paragonabile al livello a Nautiloidi A delle Dolomiti. Questa forma non è deformata ed è identica ad *Pecten* (*Entolium*) *salinchieta* GORTANI 1906 in MERLA (1930). Quest'Autore aveva assegnato il suo esemplare, proveniente da Diebba (Auronzo in Cadore) alla specie di GORTANI (1906), dato che non vedeva i “solchi ai lati dell'apice” sul disegno STACHE (1878). L'esame dell'originale di *Pecten* (*Entolium*) *tirolensis* STACHE (1878) ha invece permesso di individuare i solchi laterali. Entrambi gli esemplari presentano una valva allungata in direzione ventrale, uno spigolo umbonale acuto, la superficie del disco convessa con lievi striature radiali e auricole grandi, acuminate e molto sporgenti sulla linea della cerniera. Alcune di queste caratteristiche sono presenti pure in *Pernopecten piriformis* LIU, 1976 della parte inferiore del Permiano superiore della Cina, una posizione stratigrafica che coincide con quella degli esemplari delle Dolomiti. YIN (1982) ha assegnato questa specie al genere *Entolium*.

POSENATO (2005) ha classificato uno degli esemplari del Permiano finale dell'Ungheria a *Entolium piriformis* (LIU 1976). Questo esemplare presenta un solco commarginale posteriore ma niente seno bissale. In *Pecten* (*Entolium*) *tirolensis* STACHE (1878) sono presenti sia un seno bissale sia due solchi laterali che permettono di assegnare questa specie a *Pernopecten*.

L'esemplare PC.Pern.1 del Pic in Val Gardena è giovane e presenta auricole molto grandi che raggiungono quasi la lunghezza e un terzo dell'altezza della conchiglia. Non si scorgono i solchi commarginali ma questo è imputabile alla fase ontogenetica precoce della conchiglia. Questo esemplare presenta la struttura della conchiglia “*filosus*”.

8.3.2. *Pernopecten symmetricus* NEWELL, 1940

Tavola 7

1940 *Pernopecten symmetricus* NEWELL: 294, tav. 2, fig. 9,10

1977 *Pernopecten symmetricus* ZHANG: 518, tav. 199, fig. 7,8

1983 *Pernopecten symmetricus* YIN: 367, tav. 33, fig. 11,12

Materiale, distribuzione geografica e stratigrafica: 8 valve sinistre: BA310.6, BA310.7, BA310.8, PR61a.24, PR61a.26, PR61a.29, PR61a.30, PR.61a.31, PR.61a.33.

2 valve destre: PR61a.27, PR.61a,32.

Esemplari di: <i>Pernopecten symmetricus</i> NEWELL, 1940	A	L	AU	A/L	AAA (Altezz. Auric. Ant.)	LAA (Lungh. Auric. Ant.)
BA310.6	27,9	3,06		1,09		
BA310.7	21,7	22,6	107,8°	1,04		
BA310.8	29,8	28,8	101,5°	1,03		
PR61a.24	42,9	41	123°	1,04	10,1	10
PR61a.26			116,1°		13,2	3,9
PR61a.27 VD	28,5	27,6	107,6°	1,03	4,3	8,2
PR61a.29	33,6	32,1	118,7°	1,04	6,6	7,2
PR61a.30	22,1	22,6	121°	0,97	4,6	6,1
PR.61a.31	27,9	26,9	117°	1,03		6,5
PR.61a.32 VD		37,18			4,17	10,25
PR.61a.33	22,9	22,7		1,01	5,52	5,3

Età: Changhsingiano

Descrizione

Valva sinistra di media dimensione (altezza massima 43 mm), subequilaterale, orbicolare e infracrescente; margini laterali corti, quello anteriore leggerissimamente concavo, quello posteriore dritto; margine ventrale lungo e profondamente arrotondato. Becco acuminato, spostato leggermente davanti al centro della cerniera. La misura minima dell'angolo umbonale è di 107°, aumentando con la crescita. Il disco è più convesso nella sua parte centrale e si appiattisce lungo il margine anteriore e presenta un leggero solco lungo il margine posteriore. Auricole acuminate e sporgenti sopra la linea della cerniera, quella anteriore leggermente più alta e stretta di quella posteriore. Il margine esterno dell'auricola anteriore è quasi verticale con un leggero seno bissale alla base, quello dell'auricola posteriore leggermente inclinato, entrambi leggermente convessi, quasi dritti. L'angolo auricolare anteriore misura 55° e quello posteriore 67°. Alla base delle orecchiette sono presenti crura auricolari. La conchiglia è liscia e presenta solo leggere linee di accrescimento e presenta la “struttura filorusus”.

Valva destra con disco regolarmente convesso con un solco lungo il margine anteriore. Margine posteriore corto e dritto, quello anteriore leggermente convesso e più lungo di quello posteriore, margine ventrale profondamente convesso. Le auricole non sporgono sopra la linea della cerniera, quella anteriore più stretta e piccola di quella posteriore più grande con margine leggermente inclinato.

Discussione

Pernopecten symmetricus NEWELL, 1940 è diffuso nel Permiano medio superiore (Capitaniano) del Whitehorse Sandstone degli Stati Uniti, e nel Permiano superiore (Wuchapingiano e Changhsingiano) della Cina. Secondo YIN (1983) gli esemplari che ZHANG (1977) aveva classificato come *Pernopecten symmetricus* dovrebbero essere assegnati a *Pernopecten sichauanensis*. Gli esemplari delle Dolomiti sono molto simili a *Pernopecten latangulatus* YIN, 1983 descritti da POSENATO (2005) delle Montagne Bükk del Permiano finale dell'Ungheria. Questi esemplari sono composti principalmente da valve destre in cui le auricole non sporgono sopra la linea cardinale e presentano un'inclinazione delle auricole uguale agli esemplari delle Dolomiti, mentre non sono conservate le auricole dell'unica valva sinistra presente. Questa valva sinistra (pag. 229, tav. 2, fig. 5) di una conchiglia articolata, presenta evidenti solchi commarginali tipici di *Pernopecten symmetricus* e non presenti in *Pernopecten latangulatus*. Questo dato rende molto probabile la presenza di *Pernopecten symmetricus* anche nel Permiano finale dell'Ungheria.

8.4. GENERE ?*Scythentolium* ALLASINAZ, 1972

Tavola 7

Specie-tipo: *Pecten tirolicus* WITTEMBURG, 1908

Diagnosi (ALLASINAZ, 1972)

Conchiglia di dimensioni variabili, da subcircolare a subovale, aclina, subequivalve, con valva destra più piatta della sinistra. Margine cardinale diritto o appena angoloso. Orecchiette diseguali: le anteriori molto più sviluppate ed espanse delle posteriori, in alcuni casi lobate o appuntite. Profonda incisura del bisso ed ampia insenatura bissale; insenatura presente talora anche sotto l'orecchietta posteriore. Resilifer piccolo, triangolare, concavo; margine cardinale irrobustito esternamente, ma privo di crura cardinali; crura auricolari accentuate; pieghe marginali interne presenti, in rari casi assenti. Superficie liscia, o con tenui pieghe radiali e fitte linee concentriche d'accrescimento.

Discussione

ALLASINAZ (1972) aveva istituito il genere *Scythentolium* per attribuirvi entoliidi del Triassico inferiore con un seno auricolare anteriore e coste radiali sulla valva sinistra.

KASUMZADEH (2003) assegna i generi *Scythoentolium* ALLASINAZ, 1972 e *Amerinumopecten* KASUMZADEH gen. nov. a un gruppo di incerta posizione sistematica appartenente ai Pectinoida della

famiglia Entoliidae.

WALLER (2006) include questo genere insieme ad altri tre (*Entolioides* ALLASINAZ, 1972, *Filopecten* ALLASINAZ, 1972, *Claventoium* ROMANOV, 1985) nella sua nuova famiglia delle Entolioididae che differisce secondo lui dalla famiglia delle Pernopectinidae in base a degli avvolgimenti dell'apice delle auricole, che se presenti, sono più sviluppati sulle auricole destre che non su quelle sinistre, su una minore discordanza delle valve riguardo alla dimensione e alla forma e a prismi poligonali di calcite in un arrangiamento caotico a differenza dei prismi esagonali regolarmente arrangiati delle Pernopectinidae.

Distribuzione stratigrafica: Triassico Inferiore

8.4.1. ?*Scythentolium* sp.

Materiale, distribuzione geografica e stratigrafica: Una valva destra (BA620b.1) dal detrito del Monte Balest/Ortisei dallo strato BA620b composto da un grainstone equivalente allo strato 7A o B di Bulla di FARABEGOLI et.al (2007), che corrisponde alla parte terminale della Formazione a Bellerophon o all'inizio della Membra di Tesero della Formazione di Werfen, Changhsingiano finale.

Una valva destra proveniente conservata con il lato interno dal detrito dello strato oolitico (Ba621.1) del Monte Balest/Ortisei paragonabile allo strato B8 di Bulla di FARABEGOLI et.al (2007), la base del Membra di Tesero della Formazione di Werfen basale.

Esemplari di: <i>Scythentolium</i> sp.	A (altezza)	L (Larghezza)	AU (angolo umbonale)	A/L	AAA (Altezza Auric. Ant.)	LAA (Lungh. Auric. Ant.)
BA620b.1	17,5	20,6	104	0,84	2,19	5,23
BA621.1	18,57	19,4		0,95	2,65	5,1

Età: Changhsingiano

Descrizione della valva destra

Conchiglia suborbicolare, di piccole dimensioni, infracrescente, regolarmente convessa e leggermente più larga che alta. La conchiglia presenta un becco piccolo e acuminato non sporgente

sopra il margine dorsale che forma un angolo umbonale di 100°. I margini laterali sono corti e leggermente concavi, raggiungono circa un terzo dell'altezza; il margine ventrale è lungo e molto arcuato. Le auricole non sporgono sopra il margine dorsale diritto che raggiungono circa il 60% della lunghezza della conchiglia. L'auricola posteriore è troncata e meno differenziata dal disco mentre quella anteriore è stretta e divisa nettamente dal disco da un'incisura del bisso lunga e stretta. L'ornamentazione consiste di lievi strie di accrescimento. Sulla parte interna si nota una carena laterale del disco presso il margine posteriore.

Discussione

La conchiglia è molto simile alle valve destre di *Scythentolium scutigerulus* descritte da HAUTMANN *et. al* (2011) dal tardo Griesbachiano del sud della Cina con la differenza che gli esemplari delle Dolomiti sono leggermente più larghi di quelle cinesi, che sono leggermente più alti che larghi. Inoltre il margine apicale dell'umbone misura 100°, aumentando con la crescita della conchiglia invece di 85° nella specie cinese.

Esistono inoltre grandi similitudini con *Scythentolium kokeni* (WITTEMBERG, 1909) del Olenekiano del Salt Range. Gli esemplari delle Dolomiti presentano delle auricole leggermente più grandi della specie del Salt Range, gli altri caratteri corrispondono abbastanza bene.

Non avendo a disposizione valve sinistre che con la loro ornamentazione tipica di strie radiali permetterebbero una classificazione più precisa, ci si limita a definire questo esemplare ?*Scythentolium* sp.

Ordine Pectinida J. GRAY, 1854a

Ipo-ordine Limoidei R. MOORE IN MOORE, LALICKER & FISCHER, 1952

Superfamiglia Limoidea RAFINESQUE, 1815

Famiglia Limidae RAFINESQUE, 1815

Sottofamiglia Liminae RAFINESQUE, 1815

8.5. GENERE *Palaeolima* HIND, 1903

Specie tipo: *Pecten simplex* PHILLIPS, 1836, p. 212; SD Cox, 1952, p. 481.

Diagnosi (NEWELL, in MOORE Ed., 1969)

Conchiglia piccola, di forma obliquamente ovale, opistocline, leggermente più lunga che alta, il becco si trova vicino al centro della linea di cerniera moderatamente lunga, auricole ottuse, cresta umbonale distinta assente; area cardinale (osservata in forme del Triassico ma non del Paleozoico) come in Limidae tipici; superficie liscia o con coste radiali, raggruppate in coppie o in fasci (in alcune specie.) Si differenzia solo di poco da *Plagiostoma*, ma è sempre di piccole dimensioni, la cresta umbonale e le lunule sono assenti.

Discussione

Il genere *Palaeolima* è caratterizzato da auricole ottuse, una superficie poco convessa e un margine anteriore più profondo di quello posteriore. Gli esemplari delle Dolomiti presentano i tipici caratteri di questo genere e si possono dividere in due specie molto simili fra di loro che si differenziano soltanto per il numero di coste e per la profondità del solco che divide il disco dall'auricola posteriore. Queste specie mostrano somiglianze con *Palaeolima furcuplicata* (GRABAU, 1931).

Distribuzione: Carbonifero-Triassico

8.5.1. *Palaeolima* sp. 1

Tavola 8

Materiale: una valva sinistra (PR61a.17) e una valva destra (PR61a.38) dallo strato PR61a del Preroman in Val Badia; PR61a.17 e una valva sinistra (BA310.4) dallo strato BA310 del Monte Balest in Val Gardena, tutti conservati con pseudoconchiglia in calcite. Su una lastra del Preroman, strato PR61 sono presenti due esemplari frammentari, di uno è stato eseguito un calco (PR.61a.54).

Esemplare	A	L	A/L	Numero pliche	Angolo umbonale
PR61a.17 VS	15	15	1	21, 4 sul margine posteriore, auricola. 5, 7 (secondo grado)	84°
PR61a.38 VD	18	18	1	26, 5, 3	86°
BA310.4 VS	13	14	0,9	21, 5, fino a 12 striae fra le coste	85°

Età: Changhsingiano

Descrizione

Conchiglia piccola, equivalve, di forma subtriangolare, quasi infracrescente, con altezza e lunghezza che si equivalgono. Dato che il margine anteriore è molto più alto, la conchiglia è inclinata verso il margine posteriore con una superficie poco convessa. Il becco si trova leggermente spostato verso il margine anteriore e sporge di poco sopra il margine dorsale. L'angolo umbonale misura circa 85°. L'auricola anteriore è molto piccola e ottuso-triangolare, quasi indistinta dal margine anteriore, mentre quella posteriore è più grande e espansa ad ala con un margine posteriore con ampio seno auricolare. Il margine anteriore è troncato e molto profondo, mentre quello posteriore è solo delimitato da un solco poco profondo. I margini auricolari dorsali non sono orizzontali ma leggermente inclinati.

L'ornamentazione del disco consiste in pliche primarie forti che possono dividersi in uno stadio ontogenetico precoce, in questo modo le pliche sono spesso presenti in coppie, le pliche non si dividono sempre in due coste primarie, talvolta dalla bipartizione nasce una pliche primaria e una plica secondaria più piccola, ma queste ultime sono molto rare. Di queste pliche primarie e secondarie se ne contano da 21 a 26. Fra le pliche primarie si insinuano fino a 12 striae radiali filiformi che sono molto più piccole delle pliche primarie e secondarie. Soltanto sulle pliche primarie e secondarie si notano delle linee di accrescimento di forma semiarcuata con convessità rivolta talvolta verso l'apice, talvolta verso il margine ventrale.

L'auricola anteriore presenta solo lievi strie di accrescimento, mentre l'auricola posteriore è ornata da 7-8 pliche che diminuiscono gradualmente di grandezza verso il margine dorsale, la prima delle quali, situata più anteriormente, raggiunge la grandezza di una plica primaria del disco.

Discussione

Questi esemplari delle Dolomiti sono molto simili a *Palaeolima furcuplicata* (GRABAU 1931) del Permiano superiore della Mongolia.

La specie della Mongolia è rappresentata da solo due piccoli esemplari incompleti. Le similitudini si notano soprattutto nella forma della conchiglia, quasi equilaterale e quasi infracrescente a differenza degli altri rappresentanti del genere. Esistono inoltre grandi similitudini nell'ornamentazione del disco, con forti coste primarie e coste di grado inferiore molto più piccole intercalate fra di esse, inoltre anche la specie della Mongolia presenta molte coste primarie appaiate. Le differenze si trovano nel solco che divide il margine posteriore dall'auricola posteriore, forte nella specie mongola, lieve nella specie delle Dolomiti e soprattutto nell'ornamentazione dell'auricola posteriore di cui non si hanno notizie nella specie mongola, forse per lo stato di conservazione, mentre è molto sviluppata nella specie delle Dolomiti. In base alle differenze riscontrate ma tenendo conto dello stato di conservazione non ottimale degli esemplari della Mongolia e di quelli da me descritti, preferisco attribuire gli esemplari delle Dolomiti a *Palaeolima* sp. 1

8.5.2. *Palaeolima* sp. 2

Tavola 8

Materiale: tre valve sinistre frammentarie dal Preroman in Val Badia, strato PR61: PR61b.4, un modello interno e PR61a.32, con pseudoconchiglia conservata in calcite. L'esemplare PR61b.6, un modello interno, presenta uno stato di conservazione precario.

Esemplare	A	L	A/L	Numero pliche	Angolo umbonale
PR61b.4 VS	17	18	0,9	50?	85°
PR61a.32 VS	11	12	0,9	36	84°
PR61b.6 VS	14	12		50?	84°

Età: Changhsingiano

Descrizione

Conchiglia piccola, equivalve, di forma subtirangolare, quasi infracrescente, con altezza e lunghezza che si equivalgono. La conchiglia è solo leggermente convessa con un becco acuminato. L'angolo umbonale misura 84°. Il margine anteriore è troncato mentre lungo quello posteriore si trova un profondo solco che divide l'auricola posteriore dal disco.

La superficie del disco è ornata da fino a 50 pliche radiali molto fitte e sottili di primo e secondo ordine, non appaiate. L'auricola posteriore è espansa ad ala e presenta un profondo seno auricolare con il suo margine posteriore che si unisce al margine posteriore del disco ben oltre la metà dell'altezza della conchiglia. L'auricola posteriore è ornata da 7-8 pliche radiali fini e distanziate fra di loro.

Discussione

Questi esemplari provengono dagli stessi strati da dove proviene *Palaeolima* sp. 1 e le similitudini con questa specie sono forti, soprattutto per quanto riguarda la forma della conchiglia così poco opistoclina, quasi infracrescente. La presenza di un solco profondo che delimita l'auricola posteriore dal disco avvicina questa specie a *Palaeolima furcuplicata*. Le pliche radiali così fitte e numerose sono un carattere che separa questa specie delle Dolomiti da quella della Mongolia, e dall'altra specie delle Dolomiti *Palaeolima* sp. 1.

In base alle differenze riscontrate ma tenendo conto dello stato di conservazione non ottimale degli esemplari della Mongolia e di quelli da me descritti, preferisco attribuire questi esemplari delle Dolomiti a *Palaeolima* sp. 2.

Coorte Cardiomorphi FÉRUSAC, 1822 in 1821–1822 (=Heterodonta degli Autori)

Subcoorte Cardioni FÉRUSAC, 1822 in 1821–1822 (=Euheterodonta GIRIBET & DISTEL, 2003)

Megaordine Poromyata RIDWOOD, 1903

Ordine Pholadomyida NEWELL, 1965

Superfamiglia Pholadomyoidea W. KING, 1844

Famiglia Permophoridae VAN DE POEL, 1959

Sottofamiglia Permophorinae VAN DE POEL, 1959

8.6. GENERE *Permophorus* CHAVAN, 1954

Specie tipo: *Arca costata* BROWN, 1851 (in BINNEY, 1841)

Diagnosi (LOGAN, 1964)

Conchiglia inequilaterale, allungata in direzione posteriore, subrettangolare, con becchi situati presso l'estremità anteriore e notevolmente prosogiri. Legamento esterno e anfidetico, scudo e piccole lunule presenti. Un semplice dente cardinale, situato sotto il becco è presente su ciascuna valva, e un dente lineare postero-laterale nella valva destra corrisponde un solco nella valva sinistra che viene delimitato ventralmente da un dente postero-ventrale stretto. Impronta anteriore del muscolo adduttore piccola, profonda e delimitata posteriormente da una cresta ben sviluppata. L'impronta del muscolo adduttore anteriore è munita di una piccola fossetta ricurva del muscolo retrattore pedale che si trova vicino alla sua giunzione con la piastra dentale. Impronta muscolare posteriore grande ma bassa, situata vicino all'estremità posteriore della linea della cerniera; impronte muscolari unite da una linea palliale integripallata. L'ornamentazione consiste in strie di accrescimento concentriche e coste radiali, solitamente da tre a sei che si estendono diagonalmente dal becco verso il margine postero-laterale. Occasionalmente alcuni esemplari possono essere privi di coste.

Discussione

Permophorus costatus del Magnesian Limestone dell'Inghilterra e dello Zechstein della Germania è stato descritto per la prima volta da BROWN (1841) su esemplari provenienti da marne permiane di Newtown vicino a Manchester, con il nome di *Arca costata*.

KING (1848) descrive il genere *Pleurophorus* senza illustrazione e ripete la sua diagnosi nel 1850 figurando e descrivendo esemplari di *Pleurophorus costatus* (BROWN) designati come specie tipo dal Middle Magnesian Limestone dell'Inghilterra. In seguito molti Autori si sono dedicati a questo genere discutendo sul numero dei denti cardinali. WAAGEN (1881) afferma che gli esemplari del Salt Range (*Pleurophorus imbricatus* DE KONINCK, *P. subovalis* WAAGEN, *P. comlanatus* WAAGEN e *P. acuteplicatus* WAAGEN) posseggono la dentizione descritta da KING. BOEHM (1914) trova solo un dente cardinale su ciascuna valva mentre NEWELL (1940) descrivendo *Pleurophorus alberquus* BEEDE del Permiano degli Stati Uniti arriva alla conclusione che la diagnosi di KING era sbagliata. Secondo CHAVAN (1954) *Pleurophorus* aveva un secondo dente rudimentale su ogni valva e fu lui a proporre il nome *Permophorus* per il genere di KING, che era già occupato da *Pleurophorus*

MULSANT, 1842, un coleottero. NEWELL (1957) non è riuscito a confermare il secondo dente in nessuno dei suoi esemplari silicizzati di *Permophorus albequus*. LOGAN (1967) ha rintracciato e studiato gli esemplari tipo di KING (1850) trovando un solo dente cardinale.

I denti cardinali non sono visibili negli esemplari delle Dolomiti e nella maggior parte degli esemplari descritti da WAAGEN dal Salt Range. Solo *Pleurophorus complanatus* WAAGEN presenta due denti cardinali, uno dei quali molto piccolo. Una caratteristica che differenzia gli esemplari del Salt Range, del Giappone (*Pemophorus tenuistriatus* NAKAZAWA & NEWELL, 1968) e delle Dolomiti da *Permophorus costatus* dello Zechstein Germanico è la presenza di una carena umbonale obliqua che non viene menzionata nella diagnosi del genere *Permophorus*.

Distribuzione stratigrafica: Permiano-Triassico Inferiore

8.6.1. *Permophorus tenuistriatus* NAKAZAWA & NEWELL, 1968

Tavola 9

Olotipo: *Permophorus tenuistriatus* NAKAZAWA & NEWELL, 1968

Materiale, distribuzione geografica e stratigrafica: 1 valva sinistra PR61.53, conservata come modello composito dallo strato PR61 del Preroman.

Misure	Lunghezza	Altezza	L/A
PR61.53	40	15,5	2,58

Età: Permiano superiore

Descrizione

Conchiglia di medie dimensioni, allungata, subquadrangolare, equivalve, fortemente inequilaterale; la lunghezza supera di oltre due volte e mezzo l'altezza; umbone schiacciato, prosogiro, subterminale; margine dorsale rettilineo; margine posteriore obliquamente troncato; margine ventrale sinuoso e quasi parallelo con il margine dorsale; carena umbonale bassa e arrotondata, estesa dal becco verso l'estremità posteroventrale, anteriormente alla quale si trova una marcata depressione radiale; impronta del muscolo adduttore anteriore fortemente impressa vicino all'apice, delimitato posteriormente da una cresta miofora, corrispondente sul modello interno ad un

lungo solco longitudinale subparallelo al margine anteriore e che giunge fino a metà dell'altezza della conchiglia; l'ornamentazione consiste in basse pliche radiali sull'area postero-dorsale.

Discussione

I denti cardinali non sono visibili negli esemplari delle Dolomiti e poco visibili in quelli del Giappone, somigliando così a quelli di *Stutchburia*, ma secondo NAKAZAWA & NEWELL (1968) la forma generale richiama il genere *Permophorus*.

L'esemplare della Formazione a Bellerophon del Preroman in Val Badia è quasi identico a *Permophorus tenuistriatus* di NAKAZAWA & NEWELL (1968, pl. 9, fig.7) del Permiano superiore del Giappone, con l'unica differenza che il margine dorsale nell'esemplare delle Dolomiti è rettilineo e non leggermente convesso. NAKAZAWA & NEWELL notano somiglianze tra *Permophorus tenuistriatus* e *Permophorus subcostatus* (MEEK & WORTHEN, 1866) del Carbonifero superiore che presenta coste radiali posteriori più numerose e più forti rispetto alla specie giapponese, e con la specie americana *Permophorus alberquus* (BEEDE, 1902) che presenta un margine ventrale sinuoso e una parte anteriore della conchiglia appiattita. Esistono forti somiglianze con la specie di WAAGEN (1881) del Permiano superiore del Salt Range, *Permophorus subovalis*. Quest'ultima specie si differenzia da quella giapponese soltanto per il margine anteriore che appare più convesso e per l'assenza di pieghe radiali. Sul disegno di WAAGEN (1881, tav. 23, fig. 2, 3) non si nota la depressione radiale anteriore alla carena umbonale, menzionata però nel testo.

8.6.2. *Permophorus* cfr. *tenuistriatus* NAKAZAWA & NEWELL, 1968

Tavola 9

v 1930 *Modiolopsis* sp. aff. *antiqua* BARRANDE – MERLA: 116, 117, tav. 11, fig. 20

Materiale, distribuzione geografica e stratigrafica: 7 esemplari, 3 modelli composti da Preroman (Val Badia) PR61.3, PR61b.2, PR61.36, e 4 modelli composti dal Balest (Val Gardena) BA310.10, BA310.9, BA310.12 a, b.

2 esemplari (valva destra e sinistra) di uno stesso esemplare da Val da Rin (Auronzo di Cadore) MDGP n.24880.

Misure	Lunghezza	Altezza	L/A
PR61.36	36	14	2,57

BA310.10	49	20	2,45
BA310.9	54	22	2,45
BA310.12a	35	14	2,5
PR61b.3	47	19	2,47

Età: Changhsingiano

Descrizione emendata

Conchiglia sottile di dimensioni medio-grandi (lunghezza massima 54 mm), allungata, ovale, equivalve, fortemente inequilaterale, la lunghezza corrisponde a due volte e mezzo l'altezza; umbone schiacciato, prosogiro, subterminale; margine dorsale rettilineo con lieve rigonfiamento; margine posteriore obliquamente troncato e convesso; margine ventrale leggermente convesso e quasi parallelo al margine dorsale; valve molto rigonfie e attraversate da una cresta umbonale posteriore molto rilevata che da netta e stretta presso il becco diventa sempre più bassa e arrotondata verso l'estremità posteroventrale; incisura del muscolo adduttore anteriore visibile sul modello interno e delimitato da un solco trasversale che si estende obliquamente dall'angolo antero-dorsale fino a metà dell'altezza della conchiglia; l'ornamentazione consiste in marcate strie di accrescimento.

Discussione

Questi esemplari sono simili a *Modiola transparens* WAAGEN, 1881 del Salt Range, Pakistan. La conchiglia della specie di WAAGEN è molto sottile e conservata come pseudomorfo che copre la parte anteriore della valva impedendo l'osservazione dell'eventuale presenza dell'impronta muscolare. In questo modo l'Autore, non vedendo l'impronta muscolare, ha assegnato l'esemplare al genere *Modiola* LAMARK, 1801. E' probabile che la specie di WAAGEN appartenga a *Permophorus*, anche se è stata classificata come *Volsellina transparens* da NEWELL (1947), ma l'impossibilità di osservare la cresta miofora impedisce di confermare questa ipotesi. Il taxon viene quindi classificato in nomenclatura aperta come *Permophorus* cfr. *tenuistriatus*. Differisce dalla specie giapponese per l'assenza della depressione radiale di fronte all'estremità posteroventrale e il maggiore rigonfiamento della conchiglia, e da *Permophorus subovalis* (WAAGEN, 1881) per il margine anteriore più inclinato e meno arrotondato e per il maggiore rigonfiamento della conchiglia. L'esemplare PR61a.36 presenta una conchiglia identica agli altri esemplari delle Dolomiti ma differisce da questi per la presenza di 4 coste radiali presso la cresta umbonale che non si protraggono fino al margine posteriore.

8.6.3. *Permophorus* cfr. *octocostatus* (WELLER, 1916)

Tavola 9

1887 ?*Pleurophorus* sp. STACHE: 122, tav 2. fig. 9 a b.

Strato e località tipo: Strato 61a del Preroman presso San Martino in Badia.

Materiale, distribuzione geografica e stratigrafica:

Misure	Lunghezza	Altezza	L/A
PR61a.53	18	8,5	2,11

Età: Changhsingiano

Descrizione

Conchiglia modioliforme, sottile di dimensioni medie, subovale allungata, equivalve, fortemente inequilaterale, la lunghezza corrisponde a quasi due volte e mezzo l'altezza; umbone schiacciato, prosogiro, subterminale; margine dorsale rettilineo fino a quasi due terzi della sua lunghezza, poi si inarca leggermente verso il margine ventrale e si incontra con il margine posteriore convesso; margine ventrale leggermente convesso e quasi parallelo al margine dorsale; valve molto rigonfie e attraversate da una cresta umbonale posteriore molto rilevata che da netta e stretta presso il becco diventa sempre più bassa e arrotondata verso l'estremità posteroventrale; dal becco parte un leggerissimo solco semicircolare che si spegne sul margine ventrale, delimitando posteriormente un' area ellittica leggermente rialzata che viene delimitata anteriormente dalla carena dell'impronta del muscolo adduttore anteriore, visibile sul modello interno come solco trasversale che si estende obliquamente dall'angolo antero-dorsale fino a metà dell'altezza della conchiglia. L'ornamentazione consiste in lievi strie di accrescimento e in pieghe radiali posteriori, da quattro in esemplari grandi a otto in esemplari di piccole dimensioni.

Discussione

STACHE (1887) descrive un piccolo esemplare (L= 7 mm) frammentario del Monte Croce di Comelico che classifica come ?*Pleurophorus* sp. e che presenta la parte posteriore coperta da 5 coste radiali e un'area anteriore situata sotto il becco rigonfia come negli esemplari delle Dolomiti.

Questi esemplari presentano una forma allungata caratterizzata da una carena umbonale trasversale. *Permophorus costatus* BROWN, 1841 del Permiano dell'Inghilterra presenta una superficie coperta da 4-5 coste radiali ma a differenza degli esemplari delle Dolomiti non presenta una carena umbonale. Un genere simile a *Permophorus* è *Stutchburia* ETHERIDGE, 1900 del Permiano dell'Australia. *Stutchburia costata* MORRIS, 1845 presenta una superficie coperta da 16-20 coste radiali, ma non presenta una carena radiale trasversale sulla parte posteriore della conchiglia. *Permophorus octocostatus* (WELLER, 1916) del Carbonifero Superiore della Virginia presenta una forma simile a quella degli esemplari delle Dolomiti con una carena umbonale che però è poco prominente e la parte posteriore della conchiglia è coperta da 7-8 coste radiali, come negli esemplari di piccole dimensioni delle Dolomiti. La specie corrisponde a quella delle Dolomiti ma la carena umbonale è molto meno sviluppata e in esemplari di grandi dimensioni le coste radiali si riducono a 4.

8.7. GENERE *Pleurophorella* GIRTY, 1904

Specie tipo: *Pleurophorella papillosa* GIRTY, 1904 del Carbonifero del Texas

Diagnosi da MORRIS *et al.* (1991)

Conchiglia trasversalmente allungata, lunule e scudo distinti, ornamentazione radiale ben sviluppata, soprattutto nella parte posteriore della conchiglia. Granulazione della superficie della conchiglia caratterizzata da spicole periostracali, apparentemente assente in alcune specie. Denti generalmente assenti. Legamento alloggiato in un solco lungo e stretto nella parte anteriore dello scudo appiattito; ninfe strette e basse; l'impronta del muscolo adduttore anteriore è ben differenziata e delimitata posteriormente da una cresta distinta.

Discussione

NEWELL & BOYD (1999) elencano i seguenti caratteri tipici di *Permophorus*: conchiglia allungata rettangolare con becchi prosogiri vicini all'estremità anteriore; cerniera con un dente laterale allungato e due denti cardinali per valva; scudo ben definito, lunula piccola; legamento esterno anfideto. Gli esemplari delle Dolomiti differiscono da *Permophorus* per l'assenza dei denti cardinali. La mancanza dei denti cardinali è tipica di *Pleurophorella*.

Distribuzione stratigrafica: Carbonifero-Permiano

8.7.1. *Pleurophorella jacobi* (STACHE, 1878)

Tavola 10, 11

v 1878 *Pleurophorus jacobi* STACHE: 121, tav. 1 fig. 30

1904 *Pleurophorus jacobi* STACHE; KITTL: 692, tav. 22, fig. 13, 14

Olotipo: Esemplare GBA Coll. No.: 1878/001/0028

Località tipo e strato: San Giacomo presso Ortisei in Val Gardena, calcare marrone a bivalvi.

Materiale, distribuzione geografica e stratigrafica:

13 esemplari dallo strato BA81 del Monte Balest: BA81.01-BA81.13

3 esemplari dall' OBVG di San Giacomo: SG,OBVG1;SG,OBVG2;SG,OBVG3

5 esemplari dall'OBVG del Ruf da Piz presso Santa Cristina: RP, OBVG25-RP30

50 esemplari dallo strato SE56 di Seres in Val Badia: SE56.1.1-50

4 esemplari dallo strato PR61a del Preroman in Val Badia: PR61a.6.2.d.1, PR61.8.2, PR61a.9, PR61a.11.

Esemplare	Lunghezza	Altezza	L/A
BA81.01.a	2,71	1,26	2,15
BA81.01.b	1,42	0,61	2,32
BA81.02.a	2,13	0,84	2,53
BA81.02.b	1,88	0,8	2,35
BA81.03.b.	2,46	0,94	2,61
BA81.04	2,5	1,08	2,3
BA81.05	3,15	1,36	2,3
BA81.07.a	1,87	0,89	2,1
BA81.09.1.	2,22	0,85	2,61
BA81.11.a.1	2,69	1,13	2,38
BA81.11.e.	2,13	0,94	2,26
BA81.12	2,03	0,95	2,13
SG, OBVG1	3,5	1,6	2,18
SG, OBVG2	3	1,4	2,14
SG, OBVG3	2,4	1,1	2,18

BA39.04	1,65	0,86	1,91
RP, OBVG25	3,84	1,7	2,25
RP, OBVG25	2,5	1,1	2,27

Età: Changhsingiano

Descrizione

Conchiglia di medie dimensioni con (L= 37 mm) forma subtrapezoidale allungata (L/H = 2,1), valva leggermente convessa; superficie attraversata da una carena umbonale obliqua leggermente arcuata in direzione dorsale; margine anteriore convesso a forma di piccolo lobo, margine dorsale davanti all'umbone rientrante, margine posteriore troncato obliquamente, margine ventrale convesso; becco piccolo, fortemente prosogiro, non sporgente sopra il margine dorsale; piccola lunula anteriore; sul lato interno una leggera cresta miofora delimita la cicatrice dell'adduttore anteriore e la piccolissima fossetta del muscolo retrattore bissale anteriore. Nella valva destra, è presente un dente laterale posteriore allungato e stretto. Nella valva sinistra si notano una fossetta allungata delimitata ventralmente da un dente lungo e stretto. Sulla superficie interna della valva presso la carena trasversale sono presenti piccoli solchi radiali che non lasciano traccia sulla superficie esterna che è decorata esclusivamente da linee di accrescimento.

Discussione

STACHE (1878) descrive *Pleurophorus jacobi* su un esemplare incompleto di San Giacomo in Val Gardena. Dalla stessa località e dallo stesso orizzonte, vista l'analoga litologia, provengono anche molti esemplari della tesi. Per poter descrivere anche i caratteri interni della conchiglia l'Autore ha asportato con l'acido la „conchiglia esterna spessa conservata in calcite“. Così facendo ha distrutto le caratteristiche superficiali della conchiglia che sono visibili soltanto sul disegno (tav. 1 fig. 30). Le tre coste che si vedono sul disegno sono ricostruite, dato che si scorgevano soltanto sulla parte interna della conchiglia, come afferma lo stesso STACHE, e anche il margine posteriore non è conservato sull'olotipo. KITTL (1904) descrive due esemplari dalla Formazione a Bellerophon della Bosnia che secondo l'Autore presentano tutte le caratteristiche di *Pleurophorus jacobi*. Dal disegno di KITTL i due esemplari sono conservati come modelli interni e presentano una forma subtrapezoidale allungata con forti impronte dei muscoli adduttori anteriori e posteriori e una linea palleale intera. Gli esemplari più antichi di *Pleurophorella jacobi* provengono dallo strato BA81 del Monte Balest dove gli esemplari sono più piccoli dell'olotipo raggiungendo una lunghezza massima di 30 mm, mentre l'olotipo presenta una lunghezza di circa 40 mm. Anche gli esemplari dello strato

BA484 del Monte Balest presentano dimensioni maggiori, lo stesso vale per tutti gli esemplari più giovani dello strato Ba81. La conchiglia di *Pleurophorella jacobi* sembra quindi mostrare un aumento delle dimensioni dalle popolazioni più antiche a quelle più recenti.

8.7.2. *Pleurophorella* sp.

Tavola 11

Materiale, distribuzione geografica e stratigrafica: 2 esemplari dall' OBVG di San Giacomo: SG,OBVG4; SG,OBVG5;

Esemplare	Lunghezza	Altezza	L/A
SG, OBVG4	3,6	1,7	2,11
SG, OBVG5	3,25	1,6	2,03

Descrizione

Conchiglia di medie dimensioni di forma subovale allungata con superficie appiattita. La carena umbonale è poco sviluppata e spostata molto verso il margine dorsale. Il becco è piccolo e non sporgente sopra il margine dorsale. Il margine dorsale è quasi rettilineo e convergente anteriormente verso il margine ventrale convesso; il margine posteriore è obliquamente troncato formando con il margine dorsale un angolo ottuso. Il margine anteriore è arrotondato.

Sul lato interno è presente una bassa cresta miofora che delimita l'impronta del muscolo adduttore anteriore .

Discussione

Gli esemplari di *Pleurophorella* sp. sono simili a *Pleurophorella jacobi* dalla quale si differenziano per la forma meno allungata e il margine dorsale rettilineo e non convesso. Inoltre la carena umbonale è più spostata verso il margine dorsale rispetto a *P. jacobi*. La superficie è più convessa e il becco non è così prosogiro e acuminato come in *P. jacobi*, inoltre il lobo anteriore è più grande e più arrotondato di quello di *P. jacobi*. I denti cardinali non sono visibili, ma la grande somiglianza con *Pleurophorella jacobi* fa assegnare questi esemplari al genere *Pleurophorella*. Lo stato di conservazione precario non permette una classificazione a livello specifico, anche se le altre specie di *Pleurophorella* presentano leggere coste radiali che sembrano mancare negli esemplari delle Dolomiti.

Subclass Autobranchia GROBBEN, 1894
 Infraclass Pteriomorpha BEURLEN, 1944
 Cohort Mytilomorphi FÉRUSAC, 1822 in 1821–1822
 Ordine Mytilida FÉRUSAC, 1822 in 1821–1822
 Superfamiglia Mytiloidea RAFINESQUE, 1815
 Famiglia Mytilidae RAFINESQUE, 1815
 Sottofamiglia Modiolinae G. TERMIER & H. TERMIER, 1950

8.8. GENERE *Modiolus* LAMARCK, 1799

Specie-tipo: *Modiola adriatica* LAMARCK, 1819

Diagnosi

Conchiglia più o meno rigonfia, arrotondata anteriormente; umboni ottusi, distinti e posizionati leggermente dietro l'apice anteriore; linea della cerniera liscia, area legamentare abbastanza lunga; periostraco comunemente peloso.

Confronto fra vari generi di Mytilidae

Genere	Solco anteriore	Posizione becco	Lobo anteriore
<i>Volsellina</i>	assente	subterminale	si estende leggermente in avanti rispetto al becco.
<i>Modiola</i>	poco differenziato ma presente	chiaramente situato prima dell'apice anteriore	espanso leggermente ad ala
<i>Promytilus</i>	presente	terminale	Piccolo ma ben differenziato

Discussione

A differenza di *Mytilus* LINNÉ, 1758 l'umbone di *Modiolus* è smussato, avvicinato all'apice leggermente espanso ad aletta. Il margine della cerniera è stretto e non presenta denti.

Distribuzione stratigrafica: Devoniano-Recente.

8.8.1. *Modiolus n. sp.*

Tavola 12, fig. 1-6.

v 1930 *Modiola megaloba* MC COY; MERLA: 118-119, tav. 11, fig. 19

Olotipo: Esemplare PR61.2

Paratipi vedi tab.

Località e stratotipo: Preroman presso San Martino in Badia (Bolzano). Strato 61a.

Età: Changhsingiano

Materiale, distribuzione geografica e stratigrafica: 4 esemplari completi e un esemplare schiacciato con conchiglia pseudomorfa in calcite parzialmente conservata dal Preroman, strato 61: PR61a. 1, PR61a. 2, PR61a. 3, PR61a. 5 e PR61a. 35, un esemplare PR82.1 con conchiglia pseudomorfa in calcite parzialmente conservata dallo strato 82 del Preroman, un esemplare dal Monte Balest BA 313.a.1 e un esemplare dalla Formazione a Bellerophon del Cadore MDGP n. 24880.

Esemplare	Altezza	Lunghezza	L/A	Diagonale	Larghezza obliqua	Dm/Lo	Angolo α
MDGP 24880	20	31	1,55	33	14	2,35	36°
PR61a. 2	16,8	33	1,96	35	14	2,5	31°
PR61a. 5	17,3	27,5	1,58	30	11,8	2,54	38°
PR61a. 3	15,3	25,7	1,68	27	11,7	2,3	34°
PR61a. 1	25,3	41,6	1,64	45	17	2,64	37°
BA313a.1	14	21,6	1,54	24,4	10,7	2,28	34°

Angolo α = angolo fra margine dorsale e carena umbonale

Diagnosi

Conchiglia modioliforme trasversalmente ovata, rigonfia, becco piccolo, subterminale, la lunghezza misura fino a due volte e mezzo la larghezza della conchiglia presso il lobo posteriore. Lobo anteriore piccolo leggermente rigonfio diviso dal becco da un solco radiale obliquo che si spegne a un terzo della lunghezza del margine anteriore. Carena umbonale commarginale molto

convessa che decorre dal becco fino al raccordo postero-ventrale separato dal lobo posteriore da un ampio solco. Margine dorsale corto.

Descrizione

Conchiglia di medie dimensioni (lunghezza max = 45 mm), modioliforme, trasversalmente ovale. Margine della cerniera rettilineo, più corto del margine posteriore. Becco subterminale. Carena umbonale molto sviluppata e convessa che forma con il margine dorsale un angolo di circa 35 °.

Sotto il becco ricurvo è presente un piccolo lobo leggermente rigonfio che è diviso dal becco da un leggero solco radiale obliquo che si spegne sul margine ventrale a un terzo della sua lunghezza.

Il margine umbonale è leggermente convesso e troncato, quello anteriore è rettilineo o leggermente concavo. Il margine dorsale raggiunge circa metà della lunghezza del margine anteriore. Il margine posteriore è lievemente obliquo e leggermente convesso fino alla dimensione massima di circa 20 mm e poi continua ad essere leggermente convesso o diventa rettilineo con una leggera inflessione nella parte centrale. La convergenza fra margine dorsale e margine posteriore è ben arrotondata formando un lobo posteriore più o meno espanso. Lungo il margine anteriore si estende una carena umbonale che da molto rigonfia e stretta nella parte anteriore diventa sempre più smussata decorrendo dal becco fino al raccordo postero-ventrale ed è separata dal lobo posteriore da un ampio solco. La conchiglia è molto sottile e presenta linee di accrescimento generalmente poco marcate.

Gli esemplari studiati presentano una grande variabilità morfologica soprattutto per quanto riguarda l'espansione del lobo posteriore che solitamente raggiunge un terzo della larghezza trasversale della conchiglia ma che può raggiungere anche la metà di questa larghezza. Un altro carattere variabile è la forma del margine posteriore che da leggermente convesso in esemplari di piccole dimensioni può diventare leggermente concavo in esemplari con lobo posteriore molto espanso.

Discussione

MERLA (1930) attribuisce l'esemplare MDGP 24880 della Formazione a Bellerophon del Cadore a *Modiola megaloba* MC COY. Questa specie è stata descritta da MC COY (1862) dal Carbonifero dell'Irlanda e da HIND (1896) dal Carbonifero dell'Inghilterra. Gli esemplari della Formazione a Bellerophon sono simili a quest'ultima specie, ma presentano una forma diversa: *Modiola megaloba* presenta un lobo anteriore più ampio e soprattutto il margine dorsale è molto più lungo così da rendere subverticale il margine posteriore. Un'altra specie proposta da MERLA come

confronto con il suo esemplare è *Myalina lamellosa* DE KONINCK, 1885 (non *Myalina lamellosa* MC ROBERTS & NEWELL, 2005) del Carbonifero del Belgio, ma non si tratta di una *Modialoa*. Alcune similitudini ci sono anche con *Modiola wyomingensis* LEA, 1853 ma questa specie presenta un lobo anteriore più piccolo e un lobo laterale molto più espanso che nella specie delle Dolomiti. Esistono notevoli similitudini con *Myalina parallela* EATON, 1962 del Carbonifero del Montana. Questa specie presenta il margine posteriore quasi parallelo a quello ventrale, il margine dorsale è corto come nella specie delle Dolomiti. Il margine posteriore della specie delle Dolomiti è più inclinato rispetto al margine ventrale e il lobo anteriore nella specie del Montana si estende decisamente oltre il becco, mentre nella specie dolomitica il becco è subterminale.

8.9. GENERE *Volsellina* NEWELL, 1942

Specie-tipo: *Pleurophorus subellipticus* MEEK, 1867

Diagnosi (TRON SOOT-RYEN in MOORE ED., 1969)

Conchiglia sottile, allungata, appiattita, becco subterminale, lobo anteriore che si estende leggermente davanti al becco, solco anteriore sfumato, cresta umbonale stretta, senza denti.

Discussione

Questo genere è molto simile a *Promytilus* ma si differenzia per la posizione del becco: terminale in *Promytilus*, subterminale in *Volsellina*. Le differenze con *Modiolus* riguardano soprattutto il solco anteriore ben definito in *Modiolus*, inesistente o molto lieve in *Volsellina*.

MERLA (1930) aveva assegnato un esemplare proveniente da Lozzo di Cadore al genere *Leiopteria* per la presunta presenza di un'orecchietta anteriore. Il genere *Leiopteria* è sinonimo di *Leptodesma* HALL, 1883 ma presenta una forma abbastanza diversa presentando un lobo anteriore molto piccolo, una parte anteriore molto più stretta e un margine dorsale appiattito.

Molte similitudini esistono con il genere *Promytilus* che presenta una cresta umbonale trasversale e un lobo anteriore che è diviso, a differenza di *Volsellina*, da un solco anteriore. Per l'assenza di questo solco anteriore e per la posizione non terminale del becco gli esemplari delle Dolomiti vengono assegnati al genere *Volsellina*.

Distribuzione stratigrafica: Carbonifero-Permiano

8.9.1 *Volsellina aurioides* (YIN & GON, 1978)

(Tavola. 13, Fig. 1-3)

v 1930 *Leiopteria cf. obtusa* BITTNER; MERLA: 100-106, tav. 11, fig. 11

1978 *Promytilus aurioides* YIN & GON: 313, tav. 109, fig. 31, 40

Età: Changhsingiano

Materiale e distribuzione stratigrafica e geografica: Esemplare PR61b.5 con valve unite e con conchiglia pseudomorfa conservata in calcite dallo strato 61b del Preroman presso San Martino in Val Badia. Due esemplari PR 25 e PR26 con conchiglia pseudomorfa conservata in calcite dallo strato RP del Ruf da Piz Presso S. Cristina in Val Gardena e un esemplare MDGP n. 24880 di MERLA 1930 da Lozzo di Cadore.

Esemplare	Altezza	Lunghezza	L/A	Angolo α
PR61b.5	5,6	12,5	2,2	20°-32°
RP26	12,8	19,7	1,5	49°
RP25	7	13,3	1,9	42°
MDGP n. 24880	10	18,4	1,8	40°

Angolo α = angolo fra margine dorsale e carena umbonale

Descrizione

Conchiglia piccola (Lunghezza 19,7 mm) e sottile di forma allungata che si espande notevolmente in direzione posteriore durante la crescita. Margine dorsale rettilineo, margine posteriore obliquamente arrotondato. Il becco piccolo e arcuato si trova leggermente davanti e sopra al lobo anteriore che presenta un margine anteriore stretto e molto convesso. Questo lobo si estende fino alla carena umbonale, non essendo delimitato da nessun solco. La carena umbonale non si innalza sopra il piano dell'umbone e decorre trasversalmente dal becco fino al raccordo con il margine ventrale, fermandosi poco prima di questo sul margine dorsale. Questa carena presenta un margine inferiore che forma una parete ripidamente convessa così da formare un gradino con la superficie del lobo anteriore. Il piano della superficie dell'umbone è perciò più rialzato rispetto alla parete del lobo anteriore. Il margine ventrale è inclinato e forma con il margine dorsale un angolo da 10° a 28° durante la crescita.

Discussione

Il genere *Volsellina* è caratterizzato da una cresta umbonale che secondo NEWELL (1942) dovrebbe essere stretta, subangolare e solo leggermente arcuata. Mentre la specie delle Dolomiti coincide in tutti i caratteri con il genotipo *Volsellina subellittica* (MEEK, 1867), la particolare conformazione della carena umbonale che forma addirittura uno scalino non si ritrova in nessuna delle specie descritte fino ad ora.

Una specie descritta dal Permiano superiore del Salt Range da WAAGEN, 1881 come *Modiola trasparente* poi attribuita da NEWELL al genere *Volsellina*, si differenzia dalla specie delle Dolomiti oltre per la mancanza dello scalino lungo la cresta umbonale anche per il margine dorsale rigonfio, mentre nella specie dolomitica il margine ventrale è obliquo. Esistono molte similitudini con *Promytilus aurioides* YIN & GON, 1978 del Permiano superiore della Cina. Questa specie presenta la stessa cresta umbonale prominente sopra la parte ventrale della conchiglia e non sembra presentare un solco anteriore che delimita il lobo anteriore. Per questo motivo l'assegnazione al genere *Promytilus* non sembra giustificata. Il becco è subterminale come negli esemplari delle Dolomiti, per cui questi esemplari vengono attribuiti alla specie cinese.

Infraclasse Pteriomorpha BEURLEN, 1944

Superfamiglia Pterioidea J. GRAY, 1847b (GOLDFUSS, 1820)

Famiglia Pteriidae J. GRAY, 1847b (GOLDFUSS, 1820)

Sottofamiglia Pteriinae J. GRAY, 1847b (GOLDFUSS, 1820)

Famiglia Bakevelliidae W. KING, 1850

8.10. GENERE *Aguilerella* CHAVAN, 1951

Specie-tipo: OD CHAVAN (1951:211) *Perna kobyi* LORIOLO (1901:99, tav. 7, fig.6): Oxfordiano inferiore (Terrain à Chailles); Calabri, Svizzera.

Diagnosi (da MUSTER, 1995)

Forma da romboidale a subquadrata, auricola anteriore assente; auricola posteriore ad angolo ottuso, non differenziata nettamente dal disco; da uno a due denti anteriori che iniziano all'estremità anteriore, orientati in direzione postero-ventrale, uno o due denti allungati paralleli al margine della cerniera dietro il legamento; umbone piegato decisamente in avanti.

Discussione

Il genere *Aguilerella* non era conosciuto nel Permiano, i primi rappresentanti erano esemplari del Giurassico Superiore. Questo genere si differenzia da tutti gli altri generi della famiglia delle Bakevelliidae per il fatto che i denti posteriori non si trovano sotto ma dietro il legamento. All'interno del genere *Aguilerella* la cerniera varia solo lievemente. La comparsa di uno o due denti posteriori e il numero variabile di fossette legamentari indicano soltanto stadi ontogenetici differenti e non si possono adottare per una differenziazione a livello di specie. Si possono individuare due forme in base alla forma della conchiglia:

Una forma allungata, dove il rapporto fra la diagonale e la larghezza massima del disco è maggiore di due.

Una forma dove questo quoziente è decisamente minore di due.

Gli esemplari delle Dolomiti presentano una forma e una cerniera tipica di *Aguilerella* con un dente obliquo anteriore, fino a sei fossette legamentari e due denti posteriori, con il primo che inizia presso l'ultima fossetta legamentare mentre il secondo inizia sotto questa fossetta ed entrambi si allungano in direzione posteriore.

Distribuzione stratigrafica: Permian-Cretaceo

8.10.1. *Aguilerella* n. sp.

(Tavola 16, Fig. 1-3)

v 1930 *Avicula* aff. *tofanae* BITTNER; MERLA: 99, tav. 11, fig. 13,14.

Olotipo: esemplare BA81.16

Località tipo e strato: Monte Balest presso Ortisei, strato BA81.

Materiale, distribuzione geografica e stratigrafica: 2 valve sinistre e 3 valve destre dallo strato BA81 del Monte Balest presso Ortisei: BA81.17, BA81.18, BA81.16, BA81.19, BA81.20 e un esemplare della collezione MERLA (1930) del Monte Croce di Comelico del MDGP senza numero di riferimento.

Esemplare	L	A	L/A	D diagonale	Largh. obliqua	D/Largh. mass.	Angolo umbonale
BA81.21	11,6	6,9	1,68	12	7,1	1,69	30°
BA81.19	22,5	11,7	1,9	25	?		27°
MDGP tav. 11 - fig. 13	11,5	7,3	1,57	13	5,8	2,24	30°
BA81.18	26	14,5	1,79	26,5	14,8	1,75	30°

Età: Changhsingiano.

Diagnosi

Conchiglia di forma sublanceolata, più lunga che alta; carena umbonale molto sviluppata anteriormente ; auricola posteriore divisa dal disco da ampio solco umbonale. Becco piccolo e molto prosogiro, bipartito sul lato interno della conchiglia da una lieve cresta; cerniera con dente obliquo anteriore sotto il becco, fino a sei fossette legamentari e due denti posteriori, il primo inizia presso l'ultima fossetta legamentare mentre il secondo inizia sotto questa fossetta ed entrambi si allungano in direzione posteriore.

Descrizione

Conchiglia di forma sublanceolata, equivalve di medie dimensioni (L mass. = 27 mm), retrocrescente, trasversalmente allungata, fortemente inequilaterale, da leggermente a molto convessa durante la crescita.

Margine anteriore obliquo e rettilineo, margine postero-dorsale obliquamente concavo, margine ventrale leggermente convesso quasi parallelo al margine dorsale rettilineo. Becco terminale acuminato e fortemente prosogiro.

La conchiglia presenta una cresta umbonale smussata sempre più espansa e convessa in direzione posteriore che forma con il margine dorsale un angolo di 30°. L'auricola posteriore, stretta di forma subtriangolare, è divisa dal disco da un solco ampio. L'ornamentazione consiste in strie di accrescimento più o meno forti.

La cerniera consiste in un dente anteriore obliquo e forte presso il becco, da cui si diparte una leggera cresta che divide nettamente in due la parte anteriore del becco; seguono fino a sei fossette legamentari che in esemplari giovani si estendono fino a oltre al metà del legamento mentre in esemplari adulti l'area occupata da queste fossette si restringe a meno della metà.

Il primo dente posteriore inizia presso l'ultima fossetta legamentare mentre il secondo inizia sotto questa fossetta ed entrambi si allungano in direzione posteriore. Il primo dente posteriore, stretto e

parallelo al margine della cerniera, è più corto del secondo che è leggermente obliquo e diviso dal primo da un profondo e stretto solco. I due denti formano un angolo di circa 10°.

Confronti

MERLA (1930) ha descritto due esemplari dalla Formazione a Bellerophon del Monte Croce di Comelico, che corrispondono alla descrizione degli esemplari qui analizzati, assegnandoli ad *Avicula* aff. *tofanae* BITTNER, 1895 (che proviene dalla Formazione di San Cassiano). La specie di BITTNER presenta un'auricola anteriore ben sviluppata che esclude l'appartenenza al genere *Aguilerella*.

Fino ad ora sono state descritte solo tre specie di *Aguilerella* tutte del Giurassico. *A. kobyi* (LORIOLO, 1901) presenta una forma esterna molto diversa della specie delle Dolomiti, con un margine anteriore molto convesso. *A. sabaicalica* (OKUNEVA, 1960) presenta alcune similitudini nella cerniera con gli esemplari dolomitici come il numero di fossette legamentari, un piccolo dente anteriore ed uno posteriore allungato (due nel disegno di MUSTER, 1995, p. 19, fig. 10). Le differenze si trovano lungo il margine anteriore. La specie dolomitica presenta un solco commarginale al margine dorsale, la forma della conchiglia è diversa presentando un margine posteriore convesso e le fossette legamentari che si protraggono ben oltre la metà della cerniera e il becco bipartito da una cresta. Maggiori somiglianze ci sono con *Aguilerella anabarensis* (KRYMGOLTS, 1953) del Giurassico Medio delle Montagne del Baikal, e del Giurassico della Cina. Questa specie è simile agli esemplari dolomitici per il contorno, per le sei fossette legamentari, e per l'estensione della diagonale che supera di oltre due volte la larghezza obliqua. Quest'ultimo carattere coincide solo per esemplari adulti delle Dolomiti, mentre in quelli più giovani il rapporto D/Largh. obliqua si aggira intorno a 1,7. La vera differenza si vede nei denti posteriori della cerniera che negli esemplari adulti occupano molto più della metà della lunghezza del margine dorsale, mentre in esemplari adulti di *A. anabarensis* questi denti sono molto più corti e si estendono soltanto per un quarto della lunghezza di questo margine.

Per la conformazione della cerniera così differente e per la bipartizione del becco non riscontrata in nessuna specie conosciuta è possibile che si tratti di una nuova specie.

8.11. GENERE *Bakevellia* KING, 1848

Specie-tipo: *Avicula antiqua* GRAF ZU MÜNSTER, 1836 (in GOLDFUSS) [non *A. antiqua* DEFRANCE] = *Avicula binney* BROWN, 1841, dal Permiano superiore (Zechstein) dell'Europa, come da designazione originale.

Diagnosi (da MUSTER, 1995)

Conchiglia romboidale o trapezoidale, auricola anteriore piccola, auricola posteriore grande, cerniera che presenta una serie anteriore di due o più di due denti corti e una serie posteriore di uno due denti lunghi, subparalleli ed estesi fino al margine della cerniera; anisomiaria o monomiaria.

Discussione

La diagnosi del genere fa capire che le differenze morfologiche fra le varie specie di *Bakevellia* sono piccole e che senza la presenza della cerniera una classificazione a livello specifico diventa difficile, presentando le varie specie un'ampia variabilità intraspecifica.

Distribuzione stratigrafica: Carbonifero-Cretaceo

8.11.1. *Bakevellia ceratophaga* (SCHLOTHEIM, 1816)

(Tavola 17, Fig. 1-3)

v 1878 *Gervillia* (*Bakevellia*) cf. *ceratophaga* SCHLOTHEIM; STACHE: 113, tav. 1, fig. 15,16.

1927 *Avicula stachei* OGILVIE GORDON: 12, tav. 1 fig. 5

1927 *Bakewellia* cf. *ceratophaga* SCHLOTHEIM; OGILVIE GORDON: 14, tav. 1 fig. 8

v 1930 *Bakewellia ceratophaga* SCHLOTHEIM; MERLA: 107-108, tav. 11, fig. 16

Lectotipo: SD LOGAN (1967:35); *Mytulites Keratophagus* SCHLOTHEIM, (1816: 30, tav. 5, fig. 2); Zechstein medio, Glücksbrunn, Thüringen, Museo delle Humboldt-Universität, Berlin Qu. 3.1.1.

Materiale, distribuzione geografica e stratigrafica: Due valve sinistre dall'Orizzonte a Nautiloidi A da San Giacomo della collezione STACHE GBW Coll. No.: 1878/001/0014 conservate con conchiglia pseudomorfa in calcite, una valva sinistra della collezione MERLA MDGP n. 24872 conservato come modello interno, due valve destre dal Preroman in Val Badia, PR61a.39 (modello interno), PR61a.40 conservato con pseudoconchiglia in calcite, tre valve destre dall'Orizzonte a Nautiloidi A della Gran Roa (Monte Balest) presso Ortisei: BA311.10, BA311.12, BA311.13, e 3 valve sinistre BA311.08, BA311.09, BA311.11, tutti modelli interni.

Esemplare	L	A	L/A	Diagonale	Largh. obliqua	D/L.o	Angolo umbonale
GBW No.: 1878/1/14 VS	10,4	6	1,77	9,9	3,7	2,65	21°
MDGP n. 24872 VS	11,2	6,8	1,64	11,3	4,4	2,56	23°
BA311.09 VS	10,6	6,2		9,6	3,9	2,46	23°
BA311.11 VS	16,1	8,7	1,8	13,6	5,8	2,3	25°
PR61a.39 VD	15	6,9	2,1	13	4,4	2,95	24°
PR61a.40 VD	14	6,9	2	12,9	4,3	3	21°
BA311.10 VD	9,7	5,1	1,9	8,1	3,8	2,1	24°

Età: Changhsingiano

Descrizione

Conchiglia piccola, pteriiforme, inequivalve, fortemente inequilaterale e retrocrescente. Margine posteriore dorsale diritto, margine ventrale molto convesso. Cresta umbonale da molto convessa vicino al becco a molto espansa in direzione postero-ventrale, formando con il margine dorsale un angolo da 21° a 25°. Umbone prosogiro, piccolo, leggermente prominente nelle valve sinistre. L'auricola anteriore e posteriore sono separate dal disco da lievi solchi.

Valva sinistra più rigonfia della valva destra, presenta un'auricola posteriore che non si estende oltre l'apice anteriore. Auricola posteriore a forma di piccolo lobo subtriangolare più o meno acuminato. Il becco sinistro è più grande di quello destro e fortemente girato in avanti. Tutta la valva sinistra è coperta da strie di accrescimento sviluppate, leggermente squamose.

Valva destra più appiattita, becco piccolo, stretto e fortemente piegato in avanti. L'auricola

anteriore, che si estende oltre l'apice anteriore, è molto appuntita e presenta una costa parallela al margine dorsale. La valva destra è ornata da strie di accrescimento lievi.

Discussione

Nella Formazione a Bellerophon sono stati descritti vari esemplari attribuiti da STACHE (1878) a *Bakevella* cfr. *ceratophaga* e da OGILVIE GORDON (1927) ad *Avicula stachei*. Entrambe le specie ricadono in *B. ceratophaga* come si può evincere dai lectotipi figurati da LOGAN (1967: tav. 4, fig. 12-19). Queste specie vennero assegnate con riserva anche dalla MUSTER (1995) a *B. ceratophaga*. La riserva derivava dalla mancata conservazione della cerniera negli esemplari descritti dagli Autori sopraccitati.

Gli esemplari delle Dolomiti presentano tutte le caratteristiche di *B. ceratophaga*, soprattutto i due esemplari conservati con pseudoconchiglia in calcite sono quasi identici all'esemplare indicato come olotipo A di *Bakevella ceratophaga* da LOGAN (1967: tav. 4, fig. 17), inoltre questa valva destra presenta una tipica costa parallela al margine dorsale sull'auricola posteriore, un altro carattere tipico ed esclusivo, così da lasciare pochi dubbi sulla classificazione a livello specifico.

8.12. GENERE *Towapteria* NAKAZAWA & NEWELL, 1968

Specie-tipo: *Towapteria nipponica* NAKAZAWA & NEWELL (1968: 59, tav. 3, fig. 8), Permiano medio, Giappone.

Diagnosi (da NAKAZAWA e NEWELL, 1968)

Conchiglia piccola, inequivalve, inequilaterale, pteriiforme; valva sinistra più convessa e ornata da forti coste radiali; auricola anteriore non lobata, ma separata da un forte e largo solco radiale che scorre dalla parte anteriore dell'umbone in direzione antero-ventrale; valva destra meno convessa, ornata da coste radiali relativamente larghe e leggere e da strie di accrescimento concentriche, auricola anteriore lobata, separata dal disco da un leggero solco radiale; la cerniera consiste di uno o due denti cardinali corti paralleli al margine cardinale e da un dente laterale piccolo e lungo, presente in entrambe le valve, anche esso parallelo al margine cardinale; il legamento è multivinculare, l'area cardinale è diritta e stretta, provvista da diverse fossette della cerniera triangolari.

Discussione

Il genere *Towapteria* è stato istituito da NAKAZAWA e NEWELL nel 1968 su materiale proveniente dal Permiano Medio della Tenjinnoki Formation del Giappone.

Nel 1878 STACHE descrive *Avicula* (?*Gervillia*) *peracuta* n.f. e *Bakevellia ladina* cf. *bicarinata* KING sp., entrambe dalla Formazione a Bellerophon di San Martino in Badia.

Nel 1903 KITTL descrive *Avicula* (*Oxytoma*) *wähneri* della Formazione a Bellerophon di Sarajevo in Bosnia su due valve sinistre.

Nel 1906 GORTANI descrive *Avicula* (*Oxytoma*) *silveri* dalla Formazione a Bellerophon della Carnia.

Nel 1930 MERLA descrive *Myophoria inaequicostata* Klipstein dalla Formazione a Bellerophon del Cadore.

Nel 1936 WIRTH descrive la nuova specie *Oxytoma scythicum* dal Triassico inferiore della Provincia di Szechuan in Cina su due valve sinistre.

Nel 1968 NAKAZAWA & NEWELL istituiscono il genere *Towapteria* e descrivono la specietipo *Towapteria nipponica*. Nel 1968 ACCORDI e BROGLIO LORIGA figurano una valva sinistra di *Avicula* (?*Gervillia*) *peracuta* STACHE dalla Formazione a Bellerophon della Valle del Cordevole.

Nel 1986 BROGLIO LORIGA et. al. figurano un modello interno di una valva sinistra di *Towapteria wöhneri* (KITTL) proveniente dalla Formazione a Bellerophon della Russisbach Section del Livello a Nautiloidi A.

Nel 1995 MUSTER propone una diagnosi emendata del genere *Towapteria*, affermando che si tratta di un Bakevellide senza coste sull'auricola anteriore, ma questo non corrisponde alle immagini dell'olotipo, come notato da LARGHI (2002) che introduce il genere *Marmaronia*.

LARGHI (2002) ha descritto il nuovo genere *Marmaronia* e la nuova specie *Marmaronia angiolinii* su esemplari del Permiano medio dell'isola greca di Chio. Questa specie presenta delle forti coste radiali sulla valva sinistra e “*debolissime coste radiali visibili nella parte posteriore della conchiglia dei primi stadi di crescita di alcuni esemplari*” sulla valva destra. Secondo l'Autore il genere *Marmaronia* si differenzia dal genere *Towapteria* per la forma meno pteriiforme (per la presenza di un'auricola posteriore più espansa, con un seno auricolare meno inciso), in un'area della cerniera più larga, nell'umbone prominente della valva destra (becco situato sopra il margine cardinale) e nell'ornamentazione della valva destra che presenta quasi solo linee di accrescimento. Una grande differenza si trova nella parte anteriore della conchiglia che in *Towapteria* è formata da una vera e propria auricola mentre in *Marmaronia* consiste solo di un lobo depresso. *Marmaronia* presenta entrambi le valve ugualmente convesse e non è presente un seno sul margine ventrale fra il lobo anteriore e il disco.

Nella diagnosi del genere *Towapteria* di NAKAZAWA & NEWELL, (1968) non si fa riferimento

alla maggiore o minore obliquità della conchiglia, né all'auricola posteriore più o meno espansa, né a un seno auricolare più o meno inciso, né a un'area della cerniera più o meno larga. Questi caratteri riportati da LARGHI 2002 come differenze a livello generico con *Towapteria* possono essere considerati differenze a livello specifico tra *M. angiolinii* e *T. nipponica*. Le uniche differenze che giustificano una diversa collocazione generica sono l'ornamentazione radiale della valva destra che in *Marmaronia* è visibile solo “nella parte posteriore della conchiglia dei primi stadi di crescita di alcuni esemplari”, il becco della valva destra altrettanto prominente sopra il margine dorsale come quello sinistro, entrambi le valve altrettanto rigonfie e l'assenza di una vera auricola anteriore.

Nel 1878 STACHE descrive *Avicula* (?*Gervillia*) *peracuta* dalla Formazione a Bellerophon di San Martino in Badia esclusivamente su una valva sinistra di un esemplare che adesso è quasi completamente distrutto e che presenta soltanto il margine ventrale conservato. L'esemplare doveva essere intero all'atto della descrizione perché vengono descritti tutti i caratteri anche non visibili sul sintipo illustrato. Secondo STACHE il disegno non è molto preciso perché manca del solco auricolare anteriore.

I nuovi esemplari raccolti dalla stessa località per la tesi hanno permesso di individuare nella specie di STACHE alcuni caratteri condivisi con *Marmaronia*: l'assenza di una vera auricola anteriore, soprattutto nella valva sinistra che presenta un margine anteriore altrettanto troncato, l'ornamentazione radiale che nella maggioranza delle valve destre sembra essere ristretta all'auricola posteriore e che si scorge solo come lievissime strie radiali sul disco in alcuni esemplari, inoltre la valva destra è più piccola di quella sinistra, come in *Marmaronia*.

La specie di STACHE è però molto più allungata, la valva destra è più appiattita di quella sinistra, è presente un'insenatura sul margine ventrale anteriore e il becco della valva destra è molto più piccolo di quello della valva sinistra e sporge solo minimamente sopra il margine ventrale.

Gli esemplari delle Dolomiti condividono molti più caratteri con *Towapteria* che con *Marmaronia*, ma l'ornamentazione radiale assente o quasi assente in questi esemplari complica alquanto l'attribuzione generica.

Gli esemplari più antichi delle Dolomiti provengono dall'Orizzonte a Nautiloidi A del Monte Balest. Questi esemplari presentano ancora una lievissima striatura radiale sul disco della valva destra, mentre valve destre da livelli più recenti sembrano aver perso completamente questi ornamenti, rimanendo però identiche per gli altri caratteri.

L'assenza di un'ornamentazione radiale sul disco della valva destra è in contrasto con la definizione generica di *Towapteria* che secondo NAKAZAWA & NEWELL presenta valve destre “ornate da coste radiali relativamente larghe e leggere”. Pertanto gli esemplari più giovani delle Dolomiti appartengono al genere *Marmaronia*.

Lascio invece in nomenclatura aperta gli esemplari più antichi che indico come *Towapteria* sp.

Distribuzione stratigrafica: Permiano-Triassico

8.12.1. *Towapteria* sp.

(Tavola 14, Fig. 1-3)

1988 *Towapteria wagneri* (KITTL); BROGLIO et.al: 17, tav 1, fig. 2

Materiale, distribuzione geografica e stratigrafica: Tre valve composite dallo strato BA1 del Monte Balest in Val Gardena: BA1.1a, BA1.3.1b VD, BA1.8 a VD.

Esemplare	Lunghezza	Altezza	L/A	Angolo umbonale
BA1.1a	15,3	10	1,53	28°
BA1.3.1b VD	9,8	5,5	1,78	27,5°
BA1.8 a VD	12,5	6,1	2	24°

Età: Changhsingiano

Descrizione

Conchiglia piccola, pteriiforme, allungata trasversalmente, fortemente inequilaterale, rigonfia lungo la cresta umbonale trasversale e retrocrescente. La valva destra è meno convessa e più stretta di quella sinistra. Dato che il margine ventrale della valva sinistra è crenulato mentre quello della valva destra è liscio, quest'ultima, essendo più piccola, si adagia dentro la valva sinistra così da coincidere di nuovo. Il margine anteriore troncato obliquamente delimita un piccolo lobo subtriangolare che non forma una vera auricola anteriore; il lobo è separato nettamente dall'umbone da un solco auricolare più profondo sulla valva sinistra; il solco si estende e si allarga posteriormente in modo obliquamente arcuato dal becco verso il margine ventrale; il margine ventrale si prolunga in modo obliquamente convesso dall'apice anteriore appuntito a quello posteriore formando un'insenatura sotto il solco anteriore.

La valva sinistra presenta una cresta umbonale leggermente concava e spigolosa che forma con il margine dorsale un angolo di circa 28°. Il lobo anteriore presenta fino a 5 coste radiali leggermente arcuate in direzione posteriore che si accorciano nettamente verso l'apice anteriore dove la quinta costa diventa quasi impercettibile. Queste coste presentano una decorazione a squame larghe. L'auricola posteriore è lunga, stretta, acuminata all'apice ed espansa ad ala con seno auricolare semicircolare. La punta dell'auricola posteriore può allungarsi fino all'apice posteriore. L'umbone prosogiro, situato a circa un quarto dal margine anteriore, acuminato, sporge sopra il margine di cerniera. Tutta la superficie della conchiglia presenta lievi linee di accrescimento e questo provoca la formazione di piccole squame all'intersezione con le coste. L'umbone, ben convesso, presenta fino a 15 coste radiali di due o tre ordini leggermente curve con la concavità ventrale. Seguono da 8 a 11 coste molto più strette e addensate delle precedenti sull'auricola posteriore, l'ultima delle quali è più distanziata dalle altre; lungo il margine dorsale si allungano 3 coste molto strette e addensate che sono quasi parallele al margine dorsale.

Internamente, la valva sinistra presenta sull'area della cerniera, presso il lobo anteriore, un piccolo dente, presso l'auricola posteriore è presente un dente submarginale posteriore allungato e subparallelo alla cerniera; due impronte muscolari puntiformi dei muscoli retrattori pedali anteriori sono presenti sul margine umbonale anteriore, inoltre è presente una profonda linea palliale commarginale; sulla cresta trasversale sono presenti due tracce muscolari corte e strette del muscolo retrattore pedale posteriore e dell'adduttore posteriore.

La valva destra presenta marcate linee di accrescimento su tutta la superficie. L'ornamentazione radiale è ben sviluppata sull'auricola posteriore dove si trovano fino a cinque leggere coste radiali osservabili solo sulla parte dorsale dell'auricola posteriore; il resto della conchiglia è coperto da leggerissime strie radiali. L'auricola posteriore si estende oltre il margine posteriore e presenta il margine dorsale leggermente ingrossato e nodulare. L'insenatura sotto il lobo anteriore è stretta e poco profonda; il solco che delimita il lobo anteriore, di forma subtriangolare con apice anteriore semicircolare, è poco sviluppato; la carena umbonale trasversale è quasi diritta e leggermente smussata. Il becco è piccolo, acuminato e sporge di poco sopra il margine dorsale. Sull'area della cerniera è presente una fossetta che corrisponde al lungo e stretto dente submarginale posteriore; sull'auricola anteriore è presente un setto auricolare convesso e l'impronta del muscolo retrattore pedobissale anteriore.

Discussione

NAKAZAWA & NEWELL hanno istituito il genere *Towapteria* e descritto la specie-tipo *Towapteria nipponica*, notando la grande somiglianza con *Avicula (Oxytoma) waehneri* di KITTL

della Formazione a Bellerophon di Sarajevo. Le similitudini si trovavano, secondo gli Autori, nell'ornamentazione radiale e nel solco anteriore largo. La specie "jugoslava" si differenzierebbe da quella giapponese avendo un'auricola anteriore triangolare ben distinta dal resto della valva. Quest'ultimo carattere non coincide con il carattere osservato nei tipi di KITTL perché l'auricola anteriore della valva sinistra di *Towapteria nipponica* è molto più sviluppata rispetto al piccolo lobo triangolare troncato di *Oxytoma waehneri*. La vera differenza fra le due specie si trova come già dimostrato, nell'ornamentazione della valva destra. Dato che *Avicula (Oxytoma) waehneri* non presenta coste radiali sul disco, questa specie è stata attribuita, come precisato prima, al genere *Marmaronia*. Gli esemplari più antichi provenienti dallo strato BA1 del Monte Balest presentano lievi strie radiali sul disco, per cui possono essere attribuiti al genere *Towapteria*.

L'esemplare BA1.8 dell'Orizzonte a Nautiloidi A del Monte Balest, una valva destra, presenta alcune similitudini con *Towapteria intermedia* FAMING & ZUYIYIN, 1991 del Permiano superiore di Fujian di cui riporto la descrizione (dal cinese):

“Conchiglia piccola lunga e stretta con margine dorsale lungo e rettilineo, più lungo della lunghezza della conchiglia.

Auricola anteriore di forma di triangolare rettangolo, che termina con margine ottuso rigonfio, è divisa dal corpo della valva da un profondo solco radiale che si estende in direzione posteriore dal becco. Fra il margine ventrale dell'auricola anteriore e quello del corpo della valva ben convesso, si trova un'insenatura. L'auricola posteriore è appiattita e si espande notevolmente in direzione posteriore. Presenta un seno auricolare; la superficie della conchiglia è decorata con coste radiali di primo e secondo ordine. Tutta la conchiglia è decorata da forti linee di accrescimento.”

Il margine dorsale di questo esemplare (Tav. 14, fig. 3 a,b) è molto prolungato estendendosi l'auricola posteriore ben oltre l'apice anteriore del disco, così da raggiungere quasi la lunghezza della conchiglia. Inoltre è l'unico esemplare che raggiunge un rapporto L/A superiore di 2. Ma questo esemplare si differenzia da *Towapteria intermedia* avendo un becco che sporge leggermente sopra il margine ventrale, un seno auricolare meno convesso e un lobo posteriore più appuntito. *Towapteria guizhouensis* YIN & GAN, 1978 del Permiano della Cina presenta una conchiglia molto simile con coste arcuate sull'umbone. L'auricola posteriore è invece molto più corta che in *Towapteria* sp.

Towapteria sp. presenta una grande variabilità intraspecifica che riguarda soprattutto la forma della conchiglia, che può essere più o meno obliqua, più o meno alta, con un'auricola posteriore più o meno proiettata all'indietro. L'ornamentazione radiale può essere più o meno forte.

8.13. GENERE *Marmaronia* LARGHI, 2002

Specie-tipo: *Marmaronia angiolinii* LARGHI, 2002

Dignosi da LARGHI (2002)

Conchiglia piccola, obliqua, prosoclina, da rombica a trapezoidale, inequilaterale e posteriormente alata, fortemente inequivalve; conchiglia con seno bissale sul margine antero-ventrale.

Valva sinistra fortemente convessa con umbone prominente ornamentato con forti coste radiali, parte anteriore non lobata ma con un solco radiale che decorre dalla parte anteriore della regione umbonale al margine ventrale.

Valva destra meno convessa con umbone prominente, senza una vera auricola anteriore, ma con un lobo anteriore depresso se confrontato con la regione umbonale; valva destra con ornamentazione concentrica e con poche coste strette e filiformi nella parte posteriore del disco, presenti solo nei primi stadi di crescita; cerniera che consiste in due (o tre nella valva destra) denti cardinali e un dente laterale posteriore lungo e stretto parallelo al margine della cerniera. Area legamentale diritta e relativamente larga, legamento multivinculare.

Discussione: vedi discussione *Towapteria*.

Distribuzione stratigrafica: Permiano

8.13.1. *Marmaronia peracuta* (STACHE, 1878)

(Tavola 14, Fig. 4, 5; Tavola 15. Fig. 1-5)

v 1878 *Avicula* (?*Gervillia*) *peracuta* STACHE:113, tav. 1, fig. 20 ab.

1878 *Bakevella* *ladina* cf. *bicarinata* KING sp.; STACHE:112-113, tav. 2, fig. 5 ab.

1904 *Avicula* (*Oxytoma*) *waehneri* KITTL: 687-688, tav. 22, fig. 9,10.

1906 *Avicula* (*Oxytoma*) *silveri* GORTANI:104, tav. 4, fig. 17.

v 1930 *Myophoria inaequicostata* KLIPSTEIN; MERLA: 122-124, tav. 11, fig. 26

Sintipo illustrato (Lectotipo): *Avicula* (?*Gervillia*) *peracuta* STACHE da San Martino in Val Badia, GBA, COLL. No.: 1878/001/0016:113, pl. 1, fig. 20 a,b, quasi completamente distrutto.

Bakevellia ladina cf. *bicarinata* KING sp., una valva destra di *Marmaronia peracuta* descritta da STACHE (1878) proveniente da San Martino in Badia, non è stata rintracciata nella collezione della GBA, dunque non è disponibile e per questo motivo propongo dei plesiotipi.

Plesiotipo: Esemplare PR3.177.4. Proveniente dalla località tipo.

Località tipo e strato: Preroman presso San Martino in Val Badia, strato PR3.177

Materiale, distribuzione geografica e stratigrafica: 5 valve sinistre e una valva destra dal Preroman presso San Martino in Badia: PR3.177.1, PR3.177.2, PR3.177.3, PR3.177.4, PR3.177.5a,b. 3 esemplari, 2 valve destre e una sinistra dal Monte Balest presso Ortisei, Orizzonte a Nautiloidi A, strato BA1: BA1.1ab, BA1.3.1b, BA1.8 ab, 3 esemplari da San Giacomo presso Ortisei: SG1a, b, SG1.2,

1 valva sinistra PR61a.22 dal Preromann, 1 valva sinistra dall'Orizzonte a Nautiloidi B.

Esemplare	Lunghezza	Altezza	L/A	Angolo umbonale
PR3.177.2	8,3	4,8	1,72	34°
PR3.177.3	6,55	4,46	1,47	36°
PR3.177.4	6,28	4,36	1,44	34°
PR3.177.5a	6,69	4,57	1,46	35°
SG1.2	9,7	6,3	1,5	34,5°

Età: Changhsingiano.

Descrizione

Valva sinistra come in *Towapteria* sp., l'angolo umbonale è più ampio con 35°.

La valva destra presenta marcate linee di accrescimento su tutta la superficie, l'ornamentazione radiale è limitata all'auricola posteriore dove si trovano fino a cinque leggere coste radiali osservabili solo sulla parte dorsale dell'auricola posteriore; il resto della conchiglia non presenta ornamentazione radiale. L'auricola posteriore si estende oltre il margine posteriore e presenta un margine dorsale leggermente ingrossato e nodulare. L'insenatura sotto il lobo anteriore è stretta e poco profonda; il solco che delimita il lobo anteriore, di forma subtriangolare con apice anteriore semicircolare, è poco sviluppato; la carena umbonale trasversale è quasi diritta e leggermente smussata. Il becco è piccolo, acuminato e sporge di poco sopra il margine dorsale.

Discussione e confronti

Durante il lavoro per la tesi esemplari riferibili al genere *Marmaronia* sono stati raccolti da più località e da più strati, non solo da San Martino in Badia. Dato che KITTL (1904) aveva descritto *Avicula (Oxytoma) waehneri* dalla Formazione a Bellerophon della Bosnia, dunque una seconda specie riferibile al genere *Towapteria* o *Marmaronia*, era necessario uno studio approfondito su questi esemplari per verificare la validità della specie di KITTL e a quale delle due specie erano da assegnare i restanti esemplari della Formazione a Bellerophon delle Dolomiti.

Avendo a disposizione immagini molto dettagliate dei sintipi di *Avicula (Oxytoma) waehneri* KITTL conservati a Vienna, è stata possibile un'analisi approfondita di questi esemplari.

La specie di KITTL è stata descritta su due esemplari mal conservati, l'esemplare 1998z0011/0001, presenta la valva sinistra mancante della parte anteriore e l'impronta esterna della parte anteriore della valva destra.

Dopo un'analisi accurata si è potuto constatare che la valva sinistra di *Avicula (Oxytoma) waehneri* KITTL è identica ad *Marmaronia peracuta*, in tutti i caratteri conservati con l'unica differenza che sul disco sono presenti solo coste di primo grado, mentre su un secondo esemplare sono presenti coste di 1° e 2° grado. Dato che le coste di secondo grado talvolta sono molto sottili, queste possono essere facilmente cancellate quando la superficie subisce abrasione. Questo effetto tafonomico-diagenetico è visibile anche in alcuni esemplari delle Dolomiti. Su un secondo esemplare di KITTL (1998z0011/0016) è visibile anche la parte anteriore della conchiglia che coincide completamente con quella di *Marmaronia peracuta*. Dalla piccola parte di valva destra conservata sull'esemplare 1998z0011/0001 si può anche vedere che la valva destra non presenta coste radiali ma solo forti linee di accrescimento concentriche, come nella specie di STACHE. Per questo motivo le due specie sono da ritenersi identiche e la specie di STACHE ha la priorità.

Infraclasse Heteroconchia HERTWIG, 1895

Coorte Uniomorphi J. GRAY, 1854a (= *Palaeoheterodonta*)

Sottocoorte Unioni J. GRAY, 1854a

Megaordine Unionata J. GRAY, 1854a

Ordine Trigoniida DALL, 1889

Superfamiglia Trigonioidea LAMARCK, 1819

Famiglia Schizodidae NEWELL & BOYD, 1975

Sottofamiglia Schizodinae NEWELL & BOYD, 1975

8.14. GENERE *Schizodus* DE VERNEUIL & MURCHISON, 1844

Specietipo: *Axinus obscurus* J. SWOERBY, 1821, p. 12; SD DE VERNUEUIL, 1845, p. 308

Diagnosi (COX in MOORE ED., 1969)

Conchiglia ovale o triangolare-ovale, subequilaterale a fortemente inequilaterale, troncata obliquamente e che in alcune forme si restringe posteriormente, liscia; umboni di solito lievemente prosogiri, talvolta opistogiri; carena marginale arrotondata; assenza di scudo; valva sinistra con forte dente mediano bilobato, dente anteriore piccolo e marginale, dente posteriore obsoleto o quasi; valva destra con un dente singolo, forte, diretto anteriormente, dente posteriore obsoleto; cresta miofora assente.

Distribuzione stratigrafica: Carbonifero-Permiano

8.14.1. *Schizodus obscurus* (SOWERBY, 1821)

(Tavola 18, Fig. 4-6)

v 1878 ?*Schizodus cf. truncatus* KING; STACHE: 117-118, tav. 1, fig. 25

1906 *Schizodus dubiiformis* WAAGEN; GORTANI: 115-126, tav. 4, fig. 19

v 1927 *Edmondia cf. rudis* MC COY; O GILVIE GORDON: 13, tav. 1 fig. 6

Materiale, distribuzione geografica e stratigrafica: Dall'Orizzonte a Nautiloidi B del Monte Balest presso Ortisei provengono: 1 conchiglia composita BA313.09.a, b, 9 valve destre: BA313.01a, BA313.01c, BA313.01b, BA313.04.a, BA313.05, BA313.12, BA313.13, BA313.14, BA313.15. 5 valve sinistre: BA313.01b, BA313.02, BA313.03, BA313.04.b, BA313.11. Dallo strato 311.5 una valva destre BA311.5, due valve sinistre dallo strato BA310.13, BA310.14. Dal Monte Balest 1 valva destra e 1 valva sinistra dallo strato BA484. Dallo strato PR61 del Preroman in Val Badia: 4 valve destre: PR61a.13, PR61a.20, PR61a.43, PR61a.44, e 2 valve sinistre: PR61a.41, PR61a.42

Esemplare	Lunghezza	Altezza	L/A	C
BA313.01a	20	17,5	1,14	4
BA313.09a	22	17	1,29	5
BA313.01c	22	16,5	1,33	
BA313.04a	21	16,5	1,27	
BA313.05	20	18	1,11	
BA313.10	21	17	1,23	
BA313.12	25	18	1,38	7
BA313.13	20	16	1,25	4
BA313.14	23	18	1,27	8
BA313.15	20	16	1,25	4
BA313.01b	22	18	1,22	
BA313.02	23	17	1,35	
BA313.03	24	18	1,33	6
BA313.11	20	16	1,25	4
BA311.5	18	16	1,12	
BA310.13	22	20	1,1	8
BA310.14	19	16	1,18	
PR61a.13	16,5	13,5	1,22	6
PR61a.20	21	16	1,31	
PR61a.43	18,5	14	1,32	6
PR61a.44	17	12	1,41	5,4
PR61a.41	16	12,5	1,28	
PR61a.42	23	16	1,43	8

Età: Changhsingiano

Descrizione

Conchiglia di medie dimensioni, liscia, di forma subovale allungata, con umbone grande leggermente opistogiro che sporge lievemente sopra il margine della cerniera; il margine anteriore è molto convesso e si estende dal becco fino al margine ventrale leggermente convesso, continuando senza formare uno spigolo con quello posteriore. Dalla parte posteriore del becco si estende una carena umbonale smussata, poco sviluppata e leggermente concava fino allo spigolo postero-ventrale delimitando un'area posteriore leggermente concava. Il margine dorsale posteriore è rettilineo e si raccorda con quello posteriore con uno spigolo arrotondato; il margine posteriore e quello ventrale si incontrano formando una punta smussata con un angolo di ca. 110°. Sotto il becco della valva destra, la cerniera presenta un forte dente cardinale; nella valva sinistra sono presenti due denti cardinali, quello posteriore più forte e leggermente obliquo e quello anteriore piccolo e

basso. Questi denti delimitano una fossetta dentro la quale trovava spazio il dente della valva destra.

Discussione

WAAGEN (1881) descrive *Schizodus pinguis* dall'*Upper Productus-limestone* del Salt Range. Gli esemplari figurati presentano una grande variabilità intraspecifica con forme più o meno allungate, e con un becco che va da prosogiro a opistogiro.

Se si accetta una variabilità intraspecifica così ampia allora tutti gli esemplari delle Dolomiti ricadono all'interno di *Schizodus pinguis*. Bisogna tener conto che WAAGEN ha riconosciuto la grande somiglianza fra la sua specie e *Schizodus obscurus* SOWERBY. Effettivamente l'esemplare di WAAGEN su tav. 19, fig. 7a e il lectotipo di *Schizodus obscurus* figurato da LOGAN (1967) sulla tav. 8, fig. 2a,b sono molto simili. La differenza principale fra le due specie è data dalla parte posteriore più stretta e prominente di *Schizodus obscurus*. Tuttavia, questo carattere è presente anche in alcuni esemplari della specie di WAAGEN. Pertanto quest'ultima specie è da considerare sinonimo più recente della specie di SOWERBY.

Coorte Ostreomorphi FÉRUSAC, 1822 in 1821–1822

Sottocoorte Arcioni J. GRAY, 1854a

Ordine Arcida J. GRAY, 1854a

Superfamiglia Arcoidea, LAMARCK 1809

Famiglia Paralleodontidae, DALL 1898

Sottofamiglia Paralleodontinae, DALL 1898

8.15. GENERE *Parallelodon* MEEK & WORTHEN, 1866

Specie-tipo: *Parallelodon rugosus* BUCKMAN, 1845

Diagnosi (NEWELL, da MOORE Editor 1969)

Conchiglia talvolta alata posteriormente con lunghezza che oltrepassa di due volte l'altezza, umboni lunghi approssimativamente un quarto della lunghezza della conchiglia dietro l'estremità anteriore; superficie liscia o ornata con coste radiali; area legamentare larga, con molti solchi legamentari che convergono verso il becco, con o senza cresta miofora, cerniera lunga e diritta.

Discussione

Il genere *Parallelodon* è molto simile al genere *Grammatodon* MEEK & HAYDEN, 1861, ma quest'ultimo si differenzia avendo una conchiglia più corta e l'umbone situato in una posizione meno anteriore.

Distribuzione stratigrafica: Devoniano-Recente.

8.15.1. *Parallelodon cf. multicosatus* GIRTY, 1908

(Tavola 12, Fig. 7)

Materiale, distribuzione geografica e stratigrafica: Una valva sinistra conservata come modello composito dall'Orizzonte a Nautiloidi B, strato BA310 del Monte Balest presso Ortisei: BA310.11ab.

Esemplare	Lunghezza	Altezza	L/A	Diagonale	Largh. mass.	D/L	Angolo umbonale
BA310.11a	29,8	12,7	2,34	31	11,5	2,69	22,7°

Età: Changhsingiano

Descrizione

Conchiglia di medie dimensioni, stretta (D/L massima = 2,69), allungata, di forma subtrapezoidale, fortemente inequilaterale, leggermente convessa. La regione antero-ventrale forma un piccolo lobo di forma subtriangolare; il margine antero-dorsale è corto e leggermente arcuato con la convessità in direzione ventrale; margine dorsale rettilineo, margine posteriore obliquo e raccordato a quello ventrale con uno spigolo arrotondato.

La conchiglia presenta un'auricola posteriore delimitata da una carena umbonale leggermente arcuata che forma con il margine dorsale un angolo di 22°. Il margine posteriore dell'auricola posteriore è troncato obliquamente, leggermente convesso e forma con il margine dorsale un angolo di 125°. Umbone largo, appiattito, orto-prosogiro e leggermente elevato sopra il margine dorsale. Becco piccolo, ricurvo, situato a un sesto dal margine anteriore. La superficie è ornata da forti strie

concentriche ravvicinate e strie radiali molto più leggere. La cerniera è tipicamente parallelodonte con tre denti posteriori allungati subparalleli al margine dorsale e con quattro piccoli denti anteriori corti e obliqui.

Discussione

Il genere *Parallelodon* è molto diffuso nel Permiano superiore.

L'esemplare delle Dolomiti non presenta la superficie ben conservata. Gli ornamenti si osservano solo su una piccola parte della superficie esterna. Per questo motivo una classificazione a livello di specie risulta difficile. Questo esemplare è caratterizzato dalla conchiglia molto allungata e stretta e dall'umbone ricurvo e largo, così che il becco è ricurvo in direzione ventrale. Questa caratteristica differenzia l'esemplare delle Dolomiti da quasi tutte le specie riferite a *Paralleodon*.

Un esemplare molto simile con umboni altrettanto ricurvi è *Parallelodon cf. multicosatus* GIRTY, 1908, dal Permiano della Cina figurato da CHEN (1976), il quale ha la superficie coperta da una serie di strie radiali abbastanza forti, mentre nell'esemplare delle Dolomiti queste strie sono molto meno sviluppate. Ancora più similitudini ci sono con *Parallelodon cf. multicosatus* GIRTY descritto da NAKAZAWA & NEWELL (1968) dalla Kashiwadaira Formation del Permiano medio del Giappone. Questo esemplare presenta una conchiglia con un lobo triangolare anteriore, un umbone ricurvo situato molto anteriormente e una superficie ornata, oltre che da strie concentriche, da leggerissime strie radiali, come nell'esemplare delle Dolomiti. L'esemplare viene determinato in nomenclatura aperta per l'incompleta conservazione della superficie esterna che impedisce ulteriori confronti con specie note.

Megaordine Solenata DALL, 1889

Ordine Hiatellida CARTER, 2011

Superfamiglia Edmondiioidea W. KING, 1850

Famiglia Edmondiidae W. KING, 1850

8.16. GENERE *Edmondia* DE KONINCK, 1841

Specie-tipo: *Isocardia unioniformis* PHILLIPS, 1836

Diagnosi (NEWELL in MOORE ED., 1969)

Conchiglia di forma da ovale a ellittica allungata, uniformemente convessa, senza carena umbonale o solchi, margini chiusi; becco piccolo, prosogiro, situato a un terzo o un quarto dietro il margine anteriore, superficie con strie di accrescimento concentriche irregolari, area della cerniera rinforzata all'interno da una cresta subparallela.

Il legamento è opistodeto e parivinculare, attaccato a ninfe larghe che si possono estendere dorsalmente sopra il margine posterodorsale della conchiglia; non sono presenti denti cardinali.

Discussione

STACHE (1878) descrive *Edmondia* cf. *rudis* MC COY da San Martino in Badia. L'esemplare di STACHE è identico agli esemplari raccolti per la tesi dallo strato PR61 del Preroman ed evidentemente proviene anch'esso dallo stesso strato. La distinzione fra i generi *Edmondia* e *Scaldia* DE RYCKHOLT, 1847 è impossibile senza avere a disposizione esemplari con cerniera ben conservata. I due generi si differenziano per la presenza dei denti cardinali in *Scaldia*. Dato che nell'unico esemplare PR61b. 7 che presenta la cerniera come modello interno non si notano denti cardinali, gli esemplari delle Dolomiti vengono assegnati al genere *Edmondia*.

Distribuzione stratigrafica: Devoniano Superiore-Permiano superiore

8.16.1. *Edmondia* cf. *rudis* MC COY, 1853

(Tavola 18, Fig. 1-3)

v 1878 *Edmondia* cf. *rudis* MC COY; STACHE: 123-124, tav. 1, fig. 21

1927 *Edmondia* cf. *radiata* HALL; OGILVIE GORDON: 13, tav. 1, fig. 7

Materiale, distribuzione geografica e stratigrafica: Dal Monte Balest (Gran Roa) presso Ortisei, strato BA311 provengono modelli interni di 3 valve destre: BA311.1, BA311.2, BA311.4 (con resti

di pseudoconchiglia conservata in calcite) e 2 valve sinistre: BA311.3, BA311.14. Dal Monte Balest dallo strato BA310 provengono due valve destre: BA310.15, BA310.16 e una sinistra BA310.17. Dal Preroman presso San Martino in Badia provengono 2 conchiglie composite PR61a.16ab e PR61a. 49ab, 4 valve sinistre; GBA 1878/001/0031, PR61a.45, PR61a.46, PR61a.50 e 5 valve destre: PR61a.14, PR61a.47, PR61a.48, PR61a.12, PR61a.18 e dallo strato PR61b. 7 una valva composita.

Età: Changhsingiano

Esemplare	Lunghezza	Altezza	L/A
BA311.1	16	14	1,14
BA311.2	13	12	1,08
BA311.4	18,4	14	1,31
BA311.3	17	15,5	1,09
BA310.15	14	13,5	1,03
BA310.16	16,5	14	1,17
BA310.17	15	13,5	1,19
PR61a.16b	15,5	13	1,19
PR61a.49b	12,5	10,5	1,19
GBA 1878/001/0031	14	11	1,27
PR61a.45	18	14	1,28
PR61a.46	11	9	1,22
PR61a.50	16	13,3	1,2
PR61a.14	16	13,5	1,18
PR61a.47	17	14	1,21
PR61a.48	14	11	1,27
PR61a.12	15	14	1,07
PR61a.18	15	12,6	1,19
PR61b.7	15	9,7	1,54

Descrizione

Conchiglia piccola di forma subquadrata con un umbone prosogiro grande che sporge lievemente sopra il margine cardinale. Il margine anteriore e quello posteriore sono leggermente

convessi e troncati, quello anteriore più corto di quello posteriore e leggermente sporgente, in modo che il margine dorsale risulta leggermente più lungo di quello ventrale. Il margine ventrale è solo leggermente arcuato così che la conchiglia presenta quattro spigoli molto smussati. La superficie è ornata da una serie di pieghe concentriche che talvolta sono molto rialzate.

L'area della cerniera è sviluppata in conchiglie conservate come modelli interni come una lunga e stretta fessura sub-parallela al margine dorsale.

Discussione

Gli esemplari delle Dolomiti sono tutti conservati come modelli interni con resti di conchiglia pseudomorfa. Solo un singolo esemplare ha conservato nel modello interno l'impronta della cerniera senza denti cardinali. Un esemplare dal Monte Balest presenta sulla superficie del modello interno e su parte della conchiglia, oltre alle strie di accrescimento concentriche, una serie di lievi strie radiali. Gli esemplari delle Dolomiti presentano una variabilità intraspecifica che riguarda la diversa convessità della conchiglia, l'intensità dell'ornamentazione concentrica e la presenza delle strie radiali.

Come STACHE aveva appurato ci sono grandi similitudini con *Edmondia rudis* MC COY, 1853 del Carbonifero dell'Inghilterra e gli esemplari delle Dolomiti si differenziano da questi solo per la maggiore dimensione della conchiglia. GEINITZ (1866) descrive e figura *Astarte gibbosa* MC COY, 1844 dal Carbonifero del Nebraska che viene descritta anche da GIRTY (1903) dal Carbonifero del Colorado con il nome di *Edmondia gibbosa* GEINITZ (non *Astarte gibbosa* MC COY). MUDGE & YOCHELSON (1962) descrivono *Edmondia gibbosa* SWALLOW, 1858 (non MC COY) dal Carbonifero e Permiano del Kansas e secondo loro potrebbe essere conspecifica con *Edmondia nebrascense* (GEINITZ, 1866). Questa specie già citata da STACHE presenta una forma quasi identica a quella degli esemplari delle Dolomiti. Probabilmente, ammettendo una variabilità intraspecifica alta per *Edmondia* le specie del Carbonifero sopracitate potrebbero tutte appartenere a una singola specie.

WAAGEN (1881) descrive *Dolabra corbina* dalla "Upper division" del *Productus-limestone* del Salt Range. Questa specie assomiglia a quella delle Dolomiti per la forma subrettangolare e le strie di accrescimento fini e per la lunga e stretta fessura subparallela al margine dorsale tipica di *Edmondia*, ma il margine anteriore della specie del Salt Range è più lungo di quello della specie delle Dolomiti. WAAGEN era molto insicuro sull'attribuzione generica dei suoi esemplari e dubitativamente la pose nel genere *Dolabra* non avendo a disposizione la cerniera.

Clade Eubivalvia CARTER, 2011

Sottoclasse Protobranchia PELSENEER, 1889 (= Palaeotaxodonta KOROBKOV, 1954)

Superordine Nuculiformii DALL, 1889 (= Foliobranchia MÉNÉGAUX, 1889)

Ordine Solemyida DALL, 1889

Famiglia Solemyidae J. GRAY, 1840b

Sottofamiglia Solemyinae J. GRAY, 1840b

8.17. GENERE *Janeia* KING, 1850

Specie-tipo: *Solemya primaeva* PHILIPS, 1836

Diagnosi (NEWELL in MOORE ED., 1969)

Conchiglia allungata da ovale a subrettangolare, beante anteriormente e posteriormente; legamento opistodeto allungato e collegato al condroforo, con carena interna che inizia presso l'apice anteriore del condroforo e si allontana da esso in un angolo acuto, passando sotto l'impronta muscolare posteriore; adduttori eteromiari con impronta muscolare anteriore più sviluppata della posteriore; linea palleale integra, generalmente indistinta. Ornamenti tenui radiali.

Discussione

Nel Treatise *Janeia* viene considerata un sottogenere di *Solemya* LAMARCK, 1815. KING (1850) propose il genere *Janeia* per rappresentanti paleozoici simili a *Solemya* e che si differenziavano da *Solemya* del Cenozoico per un legamento anfideto interno diviso. Successivamente l'analisi di *S. australis* ha convinto KING che i due generi sono inseparabili e così ha sostituito il genere *Janeia* con una diagnosi emendata di *Solemya* che in seguito è stata applicata anche per rappresentanti paleozoici del genere.

DICKINS (1963) descrivendo *Solemya holmwoodensis* del Permiano dell'Australia aveva riconosciuto che possedeva un paio di ninfe legamentali esterne sul lato posteriore e un solco legamentare allungato sul lato anteriore, carattere che la distingue da rappresentanti recenti del sottogenere *Solemya* che posseggono un legamento interno anfideto.

Anche gli esemplari delle Dolomiti presentano il solco legamentare posteriore lungo il margine dorsale e per questo motivo vengono assegnati al genere *Janeia*.

Distribuzione stratigrafica: Devoniano-Permiano

8.17.1. *Janeia typa* (WAAGEN, 1881)

(Tavola 17, Fig. 5)

v 1878 ?*Allorisma* sp. STACHE: 126, tav. 1, fig. 26

1927 *Cleidophorus* sp. STACHE; OGILVIE GORDON: 14, tav. 1 fig. 9a

Olotipo: *Lithodolina typa* WAAGEN, 1881, Upper Productus-limestone del Salt Range, Kashmir.

Materiale, distribuzione geografica e stratigrafica: Orizzonte a Nautiloidi B del Monte Balest presso Ortisei: Dallo strato BA311 provengono modelli interni di una valva sinistra BA311.6, una valva destra BA311.15, una conchiglia composita BA311.16ab (mal conservata); dallo strato BA313 proviene il modello interno dell'esemplare BA313b.3; tre conchiglie composite dallo strato BA310: BA310.18ab, BA310.19ab, BA310.20ab, una esemplare incompleto con conchiglia pseudomorfa in calcite: BA310.21 e una valva destra mal conservata BA310.22.

Dal Preroman presso San Martino in Badia, strato PR61a provengono due conchiglie composite PR61a.5ab e PR61a.52ab.

Esemplare	Lunghezza	Altezza	L/A
BA311.6	35	13	2,76
BA311.15	55	21	2,61
BA313b.3	58	22	2,63
BA310.20a	48	20	2,4
BA310.22	41	16	2,56
PR61a.51a	16	6	2,66

Età: Changhsingiano

Descrizione

Conchiglia grande (L = 58 mm) di forma ovale-subrettangolare molto allungata (L/H = 2,6), equivalve molto inequilaterale, leggermente convessa con becchi indistinti non sporgenti sopra il margine dorsale, situati a circa un quinto dall'apice posteriore; margine anteriore convesso. In sezione trasversale la conchiglia è cuoriforme compressa, con margine dorsale subparallelo a quello ventrale. L'apice dorsale della conchiglia si trova leggermente spostato in direzione anteriore

rispetto all'umbone. L'umbone è molto piccolo e spostato ventralmente al di sotto dell'estremità dorsale del margine cardinale. Posteriormente all'umbone il margine postero-dorsale forma una leggera rientranza; dove è anche presente una piccola lunula. Lungo la cerniera nella parte anteriore è presente un solco legamentare commarginale. Sui modelli interni si nota un solco obliquo che scende dall'apice dorsale della conchiglia verso il margine anteriore delimitando l'impronta del muscolo adduttore posteriore, e un solco obliquo che scende leggermente dal becco verso il margine ventrale, subparallelo al margine postero-dorsale, il quale corrisponde al condroforo della conchiglia. La parte esterna della conchiglia è ornata da pliche concentriche più o meno forti e basse pliche radiali che possono essere anche abbastanza larghe.

Discussione

STACHE (1878) descrive ?*Allorisma* sp. dalla Formazione a Bellerophon di San Giacomo in Val Gardena, una conchiglia incompleta che può essere considerata come la parte posteriore di una valva sinistra di *Janeia typa* con il tipico margine posteriore molto più stretto di quello anteriore e con il margine postero-dorsale convesso dietro al becco indistinto.

La forma degli esemplari delle Dolomiti coincide bene con quella dell'esemplare descritto da WAAGEN (1881) dall'Upper Productus-limestone del Salt Range (Kashmir) con il nome di *Lithodomina typa*. L'esemplare di WAAGEN è molto piccolo (L = 18 mm) e dunque i caratteri della conchiglia sono difficilmente osservabili, vengono comunque descritte delle strie concentriche sulla superficie della conchiglia. La forma esterna identica con un rapporto L/H = 2,76 all'interno della variabilità osservata negli esemplari delle Dolomiti li fa assegnare a questa specie.

8.17. 2. *Janeia* cfr. *cheni* LI & LI, 1997

(Tavola 17, Fig. 4)

Olotipo: *Solemya (Janeia) cheni* LI & LI, 1997

Materiale: Dal Preroman presso San Martino in Badia, strato PR44 proviene un modello interno di una conchiglia composita PR44.1.

Esemplare	Lunghezza	Altezza	L/A
PR44.1	38,4	12	3,2

Età: Changhsingiano

Descrizione

Conchiglia di medie dimensioni di forma ovale molto allungata ($L/H = 3,2$), equivalve molto inequilaterale convessa con becco indistinto non sporgente sopra il margine dorsale, situato a circa un quindicesimo dall'apice posteriore; margine anteriore troncato e convesso. In sezione trasversale la conchiglia è molto rigonfia e cuoriforme, con margine dorsale subparallelo a quello ventrale, la conchiglia si allarga leggermente in direzione anteriore. Becchi indistinti. Posteriormente all'umbone il margine postero-dorsale si incurva verso il margine posteriore. Lungo il margine cardinale, nella parte anteriore, è presente un solco legamentare commarginale. Sui modelli interni si nota un solco obliquo che scende dal becco verso il margine anteriore delimitando l'impronta del muscolo adduttore posteriore; un altro solco obliquo scende leggermente dal becco verso il margine posteriore, che corrisponde al condroforo della conchiglia. La conchiglia è ornata da pliche concentriche che a intervalli regolari diventano più forti e da leggere pliche radiali, che possono essere anche abbastanza larghe.

Discussione

L'esemplare proviene dal Preroman, da uno strato più antico di *Janeia typa*. Rispetto a quest'ultima specie presenta una conchiglia molto più allungata e stretta ($L/H = 3,2$) e i margini dorsali e ventrali rettilinei. La parte più larga della conchiglia si trova presso il margine anteriore, inoltre la conchiglia è più rigonfia. Le specie *Janeia biarmica* (DE VERNEULI, 1844), *Janeia normalis* (HOWSE, 1848), *Solemya parallela* (BEEDE & RODGERS, 1899) e *Solemya holmwoodensis* DICKINS, 1963 hanno tutte una forma meno allungata rispetto alla specie delle Dolomiti. L'unica specie con un allungamento della conchiglia simile è *Solemya (Janeia) chen* LI & LI 1997 del Permiano di Hong Kong. Questo esemplare molto piccolo ($L = 9$ mm) è ancora più allungato di quelli delle Dolomiti con un rapporto $L/H = 5$. Le altre caratteristiche coincidono bene avendo l'esemplare un solco posteriore al becco e un solco posteriore al condroforo.

9. BIBLIOGRAFIA

Aberhan, M., Alroy, J., Fursich, F.T., Kiessling, W., Kosnik, M., Madin, J., Patzkowsky, M. and Wagner, P., 2004. Ecological attributes of marine invertebrates. unpublished

Accordi, B. 1955. *Archaeolepidotus leonardi* n. gen. n. sp. e altri pesci permowerfeniani delle Dolomiti. Mem. Sci. Geol.Univ. Padova. v. 19, pp. 1-29. Padova

Accordi, B. 1956. Calcareous algae from the Upper Permian of the Dolomites (Italy) with stratigraphy of the "Bellerophon-Zone". Journal of Palaeontological Society India 1, 1-10.

Accordi, B. 1958. Contributo alla conoscenza del Permiano mediosuperiore della zona di Redagno (Bolzano). Annali dell'Università di Ferrara (Nuova Serie), Sezione IX- Scienze Geologiche e Mineralogiche 3(2), 37-47.

Accordi, B., Broglio Loriga, 1968, Formazione a Bellerophon, estratto da P. Leonardi: Le Dolomiti, cap. 7, Tav. 17. Arti Grafiche R. Manfrini

Adams, H., Adams, A. 1853-1858. The genera of Recent Mollusca, arranged according to their organization. London: J. Van Voorst.

Allasinaz, A. 1972. Revisione dei Pettinidi Triassici. Rev. Ital. Paleontol. 78(2): 189-428.

Allison, P.A., Wignall, P.B., Brett, C.E., 1995. Palaeo-oxygenation: effects and recognition. In: Bosence, D.W.J., Allison, P.A. (Eds.), Marine Palaeoenvironmental Analysis from Fossils. Geological Society Special Publications, London, No. 83, pp. 97-112.

Assereto, R., Borsellini, A., Fantini Sestini, N., Sweet, W.C. 1973. The Permian-Triassic boundary in the southern Alps (Italy). In: Permian and Triassic Systems and their Mutual Boundary, Logan, A., Hill, L.V. (eds). Canadian Society of Petroleum Geologists: Calgary; Mem. 2: 176-199.

Barrande, J. 1881. Systém silurien du centre de la Bohème. pt. 1, vol. 6. pl. 250, box IV, figs. 2-11.

Becker, L., Poreda, R. J. , Andrew G. Hunt, Theodore E. Bunch, and Michael Rampino, 2001. Impact event at the Permian-Triassic boundary: evidence from extraterrestrial noble gases in fullerenes. Science, vol. 291, p. 1530-1533.

Beede, J. W., Rogers, A. F.. 1899. New and little known pelecypods from the coal measures."Kan. Univ. Quar. 8:131-134.

Beede, J. W. 1902. New fossils from the upper Carboniferous of Kansas. Kansas Univ. Sci. Bull. 1(6): 147-151.

Begg, J. G., Campbell, H. J., 1985. *Etalia*, a new Middle Triassic (Anisian) bivalve from New Zealand, and its relationship with other pteriomorphs. New Zealand Geol. Geophys. 28: 725-741.

Benecke, W. 1868. Ueber einige Muschelkalk Ablagerungen der Alpen. Geog. Paläont. Beitr., 67

pp., Atlas (1876) München.

Benton, M.J., Tverdokhlebov, V.P., Surkov, M.V., 2004. Ecosystem remodelling among vertebrates at the Permian–Triassic boundary in Russia. *Nature* 432, 97–100.

Beretta, C., Cimmino, F., Cirilli, S., Neri, C., Nicora, A., Perri, M.C., Pirini Radrizzani, C., Posenato, R., Radrizzani, S. 1999. The P-T boundary in the Tesero section, western Dolomites (Trento). In *Stratigraphy and facies of the Permian deposits between eastern Lombardy and the western Dolomites. International Field Conference on “The Continental Permian of the Southern Alps and Sardinia (Italy). Regional Reports and General Correlations”* (Brescia, 15–27 Sept. 1999), Field Trip Guidebook, Cassinis, G., et al. (eds). Earth Science Department, Pavia University: 90–109.

Beurlen, K. 1944. Beiträge zur Stammesgeschichte der Muscheln. *Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Abteilung der Bayerischen Akademie der Wissenschaften zu München, Sitzungsberichte* 1944(1–2):133–145.

Beurlen, K. 1954. As faunas de lamelibrânquios do sistema Gonduânico no Paraná. In Frederico W. Lange, ed., *Paleontologia do Paraná. Comissão de Comemorações do Centenário do Paraná*. Curitiba, Paraná, Brasil. p. 107–136, pl. 1–7.

Beyrich, H. E. 1862. Zwei aus d. deutsch. Muschelkalk noch nicht bekannte Avicula-artige Muscheln. *Deutsch. Geol. Gesell.* 14: 9 pp.

Bittner, A. 1891. Trias petrefakten aus Balia in Kleinasien. *K. K. Geol. Reichsanst. Wien, Jahrb.* 41: 97-116.

Bittner, A. 1895. Lamellibranchiaten der Alpenen Trias. I. Theil: Revision der Lamellibranchiaten von St. Cassian. - *Abhandlungen der Kaiserlichen-Königlichen Geologischen Reichsanstalt* 18 (1): 1-236, Taf. 1-24; Wien

Bittner, A., 1899. Versteinerungen aus den Trias-Ablagerungen des Sud-Ussuri-Gebietes in der Ostsibirischen Küstenprovinz, *Mem. Comité Geol.* 7(4): 35 pp.

Bittner, A. 1898: Beiträge zur Palaeontologie, insbesondere der triadischen Ablagerungen centralasiatischer Hochgebirge: I. Brachiopoden und Lamellibranchiaten aus der Trias der Himalajas. *Jahrbuch der k.k Geologischen Reichsanstalt.* vol XLVIII, p. 689-718

Bittner, A. 1899: Versteinerungen aus den Trias-Ablagerungen des Süd-Usuri-Gebietes in der Ostsibirischen Küstenprovinz. *Mémoires du Comité Géologique*, vol. 7, no. 4, p. 1–35.

Bittner, A., 1900. Über nachtriadische Verwandte der Gattung Mysidioptera. *K. K. Geol. Reichsanst. Wien, Verh.*: 207-208.

Bittner, A. 1901. Über Pseudomonotis telleri und verwandte Arten der unteren Trias. *K. K. Geol. Reichsanst. Wien, Jahrb.* 50: 559- 592.

Boehm, J. 1904, Ueber die obertriadische Fauna der Baereninsel: *K. Svenska Vetenskapsakad., Handl.*, v. 37, no. 3, 76 p., 71 pl.

- Bosellini, A. 1964. Stratigrafia, petrografia e sedimentologia delle Facies carbonatiche al limite permiano-trias nelle Dolomiti occidentali. Museo di Storia Naturale della Venezia Tridentina, Memorie 15, 1–106.
- Bosellini, A. 1968. Paleogeologia pre-anisica delle Dolomiti centro-settentrionali. Atti della Accademia Nazionale dei Lincei. p. 11, serie 8, vol. 9, sez. 2. fascic. 1. Roma
- Bosellini, A. 1989. La storia geologica delle Dolomiti. Edizioni Dolomiti.
- Bosellini, A., Hardie, A.L. 1973. Depositional theme of a marginal evaporite. *Sedimentology* 20, 5–27.
- Brown, T. 1841. Description of the fossil shells found at Newton, Manchester. *Transactions of the Geological Society of Manchester* 1:63-66
- Bowring, S.A., et al., 1998. U/Pb zircon geochronology and tempo of the end-Permian mass extinction. *Science* 280, 1039–1045.
- Boyd, D. W., & Newell, N. D., 2000. The importance of recently reported specimens of the Late Paleozoic bivalve *Aviculopecten planoradiatus* McCoy, 1851. *Acta Palaeontologica Sinica* 39(4):533–534.
- Brand, U., et. al., 2012. The end-Permian mass extinction: A rapid volcanic CO₂ and CH₄-climatic catastrophe. *Chemical Geology* 322–323, pp. 121–144
- Brayard, A., et al., 2009. Good Genes and Good Luck: Ammonoid Diversity and the End-Permian Mass Extinction. *Science* 28 August 2009: Vol. 325 no. 5944 pp. 1118-1121
- Branson, C. C., 1948. Bibliographic index of Permian invertebrates. *Geological Society American Memoir*, 26: 1-1049.
- Brayard, A., et al., 2011. Transient metazoan reefs in the aftermath of the end-Permian mass extinction. *Nature Geoscience* 4, 693–697.
- Broglio Loriga, C., Mirabella S., 1986. Il genere *Eumorphotis* Bittner 1901, nella biostratigrafia dello Scitico formazione di Werfen (Dolomiti). *Mem. Sci. Geol.* 38: 245-281.
- Broglio Loriga, C., Neri, C., Pasini, M., Posenato, R. 1988. Marine fossil assemblages from Upper Permian to lowermost Triassic in the western Dolomites (Italy). *Memorie della Società Geologica Italiana* 34, 5–44.
- Brown, T. 1841. Description of some new species of fossil shells, found chiefly in the Vale of Todmorden, Yorkshire. *Transactions of the Manchester Geological Society* 1, 212–229.
- Buckman, J. 1845. Descriptions of the new species of fossils. / » R. I. MURCHISON "Outline of the geology of the neighbourhood of Cheltenham", 2nd edit., 93-106, pis. 1-13.
- Buggisch, W., Noé, S. 1988. Upper Permian and Permian-Triassic boundary of the Carnia (Bellerophon Formation, Tesero Horizon, Northern Italy). *Memorie della Società Geologica Italiana*

34, 91–106.

Buggisch, W. ; Noe, S. ; Krumm, S. 1994. Geochemische und fazielle Muster in peritidalen Kalk/Dolomit-Zyklen der oberen Bellerophon-Schichten (Oberperm) in den Südalpen. In: Abh. Geol. B.-A. , Nr. 50, S. 69-87

Caneva G. 1906. La fauna del calcare a Bellerophon. Contributo alla conoscenza dei limiti permotriassici. Boll. Soc. Geol. It., 25: 427-452, Roma.

Carter, J. 1990. Evolutionary significance of shell micro-structure in the Palaeotaxodonta, Pteriomorpha and Isofil-ibranchia (Bivalvia: Mollusca). In: Carter JG, ed. Skeletal biomineralization: patterns, processes and evolutionary trends , Vol. 1. New York: Van Nostrand Reinhold, 135–296.

Carter, J., et al. 2011. A Synoptical Classification of the Bivalvia (Mollusca): University of Kansas, Paleontological Institute, Paleontological Contributions, no. 4, p. 1-47

Cassinis, G., Nicosia, U., Lozovsky, V.R., Gubin, Y.M. 2002. A view on the Permian continental stratigraphy of the Southern Alps, Italy, and general correlation with the Permian of Russia. *Permophiles* 40, 4–16.

Cassinis, G., Perotti, C.R. 2007. A stratigraphic and tectonic review of the Italian Southern Alpine Permian. *Palaeoworld Special Issue* 16, 140–172. DOI: 10.1016/j.palwor.2007.05.004.

Chavan, A. 1951. Dénominations supraspécifiques de mollusques modifiées ou nouvelles.- *Compte Rendu sommaire des seances de la Société géologique de France* 6 (11-12):210-212.Paris.

Chen, C.Z. 1976. The Lamellibranch Fossils of China, Nanjing Institute of Geology and Palaeontology, Academia Sinica, Sciences Press, Beijing, 1–522 (in Chinese).

Chen, Z.Q., Kaiho, K., George, A.D., Tong, J. 2006. Survival brachiopod faunas of the end-Permian mass extinction from the Southern Alps (Italy) and South China. *Geological Magazine* 143, 301–327. DOI: 10.1017/ S0016756806001993.

Chirat, R., Vaslet, D., Le Nindre, Y.M. 2006. Nautiloids from the Permian- Triassic Khuff Formation, central Saudi Arabia. *GeoArabia* 11, 81–92.

Clapham M. E. & Bottjer D. J., 2007. Permian marine paleoecology and its implications for large-scale decoupling of brachiopod and bivalve abundance and diversity during the Lopingian (Late Permian). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 249, pp. 283-301

Clapham M. E. & Bottjer D. J., 2007. Prolonged Permian-Triassic ecological crisis recorded by molluscan dominance in the Late Permian offshore assemblages. *PNAS*, vol. 104, n. 32, pp. 12971-12975

Clapham, M.E. & Payne, J.L. Acidification, anoxia, and extinction: a multiple regression analysis of extinction selectivity during the Middle and Late Permian. *Geology*, v. 39, p. 1059-1062.

Conti, M.A., Leonardi, G., Mariotti, N., Nicosia, U. 1975. Tetrapod footprints, fishes and molluscs

from the Middle Permian of the Dolomites (N. Italy). *Memorie Geopaleontologiche dell'Università di Ferrara* 3, 141–150.

Conti, M.A., Leonardi, G., Mariotti, N., Nicosia, U. 1977. Tetrapod footprints of the “VGS” (North Italy). Their paleontological, stratigraphic and paleoenvironmental meaning. *Palaeontographia Italica* 70, 1–91.

Conti, M.A., Mariotti, N., Nicosia, U., Pittau, P. 1997. Succession of selected bioevents in the continental Permian of the Southern Alps (Italy): improvements in intrabasinal and interregional correlations. In: *Late Palaeozoic and Early Mesozoic Circum-Pacific Events and Their Global Correlation*, Dickins, J.M. (chief-ed.). Cambridge Univ. Press: Cambridge

Cossmann, M. 1902. *Revue Critique de Paleozoologie Volumes 4 - 6*, 1900 - 1902

Dall, W.H. 1889. On the hinge of pelecypods and its development, with an attempt toward a better subdivision of the group. *American Journal of Science and Arts (series 3)* 38(228):445–462.

Dickins, J. M. 1963. Permian pelecypods and gastropods from western Australia. *Bulletin of the Bureau of Mineral Resources, Geology and Geophysics* 63:1-203

Easton, W. H., 1962, Carboniferous formations and faunas of central Montana: U. S. Geol. Survey Prof. Paper 348, 126 p.

Erwin, D.H. 1994. The Permo-Triassic extinction. *Nature* 367, 231–236.

Etheridge, R. 1892. In R. L. Jack and R. Etheridge, Jr., *Geology and palaeontology of Queensland and New Guinea*, p. 269. Brisbane: Gov. Printer, and London: Dulau.

Etheridge, R. 1900. Little-known and undescribed Permo-Carboniferous Pelecypoda in the Australian Museum. *Records of the Australian Museum* 3(7): 178–187, plates xxxi–xxxiii.

Faming, W., Zuyin H., 1991. Bivalves from the Late Permian in Yongan, Fujian. *Journal of Fuzhou Univeristy (Natural Science)*. Vol 19. N.3.

Fang, Z. J., Morris, N.J. 1999. On the genera *Aviculopecten* and *Heteropecten*. *Acta Palaeontologica Sinica* 38: 148-154.

Farabegoli, E., Levanti, D., Perri, M.C. 1986. The Bellerophon Formation in the southwestern Carnia. Lavardet-Rioda and Casera Federata Sections. In: *Field Conference on Permian and Permian-Triassic boundary in the South-Alpine segment of the Western Tethys, and additional regional reports; 4–12 July 1986, Brescia*, Field guide-book, Italian IGCP project 203 Group (ed.). Società Geologica Italiana, Brescia; 69–75.

Farabegoli, E., Perri, M.C., Posenato, R., 2007. Environmental and biotic changes across the Permian–Triassic boundary in western Tethys: the *Bulla* parastratotype, Italy. In: Yin, H., Warrington, G., Xie, S. (Eds.), *Environmental and Biotic Changes during the Paleozoic - Mesozoic Transition: Global and Planetary Change*, vol. 55/1–3, pp. 109–135.

Férussac, A. E. J. d'Audebard de. 1821–1822. *Tableaux Systématiques des Animaux Mollusques suivis d'un rodrome Général pour tous les Mollusques Terrestres ou Fluviales Vivants ou Fossiles*.

Première Partie, Tableaux Systématiques Généraux. Arthus-Bertrand, Paris; J. B. Sowerby, London. Published in parts between 1821 and 1822. Dates after A. S. Kennard, 1942, *Proceedings of the Malacological Society of London* 25(3):105–110. See also C. D. Sherborn & B. B. Woodward, 1901, “On the dates of publication of the ‘Histoire naturelle générale et particulière des mollusques terrestres et fluviatiles’ and the ‘Tableaux systématiques des animaux mollusques,’ *Annals and Magazine of Natural History* (series 7) 8:74–76. See also the note by M. Connolly, 1912, in *Proceedings of the Malacological Society of London* 10:53. Some printings have the date “Janvier, 1821” instead of “Juin, 1821” on the half-title for part 2 (“Tableaux systématique de la famille des limaces,” p. [1], 2nd group), together with a 4 p. “avertissement” (p. [3]–6, 3rd group) inserted at *Paleontological Contributions* 36

Fraiser, M.L., Bottjer, D.J., 2007a. Elevated atmospheric CO₂ and the delayed biotic recovery from the end-Permian mass extinction. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 252, 164–175.

Fraiser, M.L., Bottjer, D.J., 2007b. When bivalves took over the world. *Paleobiology*, 33(3), 2007, pp. 397–413

Frech, F. 1912. Die Leitfossilien der Werfener Schichten. *Resultate Wiss. Erforsch. Balatonsee*, v. 1, pp. 1–96, Wien

Geinitz, N.B. 1866. Carbonformation und Dyas in Nebraska. *Kaiserliche Leopoldinisch-Carolinische Deutsche Akademie Naturforscher Verhandlungen* 33:1–92,

Giacobbe, B. 1987. Foraminiferi di facies evaporitiche (Formazione a Bellerophon, Permiano sup., Dolomiti). *Annali dell’Università di Ferrara (Nuova serie), Sezione IX, Scienze Geologiche e Paleontologiche* 9(3), 49–57.

Giribet, G., Distel, D. L. 2003. Bivalve phylogeny and molecular data. In C. Lydeard & D. R. Lindberg, eds., *Molecular Systematics and Phylogeography of Mollusks*, no. 3. Smithsonian Books. Washington, D.C. & London. p. 45–90.

Girty, G. H. 1903 *The Carboniferous formations and Faunas of Colorado*, United States Geological Survey, Professional Paper No.16, Series C, Systematic Geology and Paleontology, 63

Girty, G.H. 1904. New Molluscan genera from the Carboniferous. *United States National Museum, Proceedings*, 27(1372):721–736.

Girty, G. H. 1908. *The Guadalupian Fauna*. U.S. Geol. Surv. Prof. Pap. 58: 1–651.

Girty, G. H. 1910. The fauna of the phosphate beds of Park City formation in Idaho, Wyoming, and Utah. *U.S. Geol. Surv. Bull.* 436: 82 pp.

Goldfuss, Georg A. 1820. *Handbuch der Zoologie*. In G. H. Schubert, ed., *Handbuch der Naturgeschichte zum Gebrauch bei Vorlesungen*, Theil 3, Abtheilung 1. Schrag. Nürnberg. i–xlvi + 1–696, pl. 1–2.

Goldfuss, G. A. 1826–1844. *Petrefacta Germaniae tam ea, quae in museo universitatis regiae Borussicae Fridericiae Wilhelmae Rhenanae servatur quam alia quaecunque in musis Hoeninghusino, Muensteriano aliisque extant, iconibus et descriptionibus illustrata*. -Theil I: i–viii +

- 1-252, Tav. 1-71 (1826-1833); Düsseldorf (Verlag lithographische Anstalt Arnz & Co.).
- Gortani M. 1906 — La fauna degli strati a Bellerophon della Carnia. *Rivista Ital. Paleont.*, anno XII, fasc. II and III, pp. 93-131, pi. IV-VI,
- Grabau, A. W. 1931. The Permian of Mongolia. *Natural History of Central Asia. Vol. IV. Central Asiatic Expeditions. American Mus. of Nat. Hist., N.Y.*
- Gray, J. E. 1840. [A new edition of] *A Manual of the Land and Fresh-water Shells of the British Islands* by W. Turton. Longman, Orme, Brown, Green, & Longmans. London. ix + 324 p., 12 pl.
- Gray, J. E. 1847. A list of the genera of Recent Mollusca, their synonyma and types. *Zoological Society of London, Proceedings* 15(178):129–219.
- Gray, J. E. 1854. A revision of the arrangement of the families of bivalve shells (Conchifera). *The Annals and Magazine of Natural History (series 2)* 13(77):408–418.
- Grobben, C. 1894. Zur Kenntniss der Morphologie, der Verwandtschaftsverhältnisse und des Systems der Mollusken. *Kaiserliche Akademie der Wissenschaften (Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Classe), Sitzungsberichte* 103(1):61–86.
- Groves, J. R. 2005. End-Permian mass extinction of the lagenide foraminifers in the Southern Alps (Northern Italy). *J. Paleont.*, 81(3), 2007, pp. 415–434
- Groves, J. R., Rettori, R., Payne, J. L., Boyce, M. D. & Altiner, D. 2007. End-Permian mass extinction of Lagenide foraminifers in the Southern Alps (Northern Italy). *Journal of Paleontology* 81, 415–434.
- Hall, J. 1883, 1883, *Lamellibranchiata, plates and explanations. Nat. History New York, Paleont.*, v. 5, pt. 1, 20 p., 79 pl
- Hauer, F. von, 1850. Ueber die vom Herrn Bergrat W. Fuchs in den Venetianer Alpen gesammelten Fossilien. *Denkschriften der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften zu Wien. Mathematisch-Naturwissenschaftliche Klasse* 2, 1–19.
- Hauer, F. 1857. Ein Beitrag zur Kenntnis der Fauna der Raibler Schichten. *Sitzungsber. Akad. Wiss. Wien, mathem.-naturwiss. Kl.*, 24, S. 1-32, Taf. 1-6, Wien.
- Hautmann, M., 2004. Effect of end-Triassic CO₂ maximum on carbonate sedimentation and marine mass extinction. *Facies* 50, 257–261.
- Hautmann, M., et. al., 2011. An unusually diverse mollusc fauna from the earliest Triassic of South China and its implications for benthic recovery after the end-Permian biotic crisis. *Geobios* 44, pp. 71–85
- Hertwig, R. 1895. *Lehrbuch der Zoologie*, 3rd edit. Gustav Fischer. Jena. xii + p. 1–599.
- Heydari, E., Hassanzadeh, J., 2003. Deev Jahi model of the Permian–Triassic boundary mass extinction: a case for gas hydrates as the main cause of the biological crisis on Earth. *Sedimentary Geology* 163, 147–163.

- Heydari, E., Hassanzadeh, J., Wade, W.J., Ghazdi, A.M., 2003. Permian–Triassic boundary interval in the Abadeh section of Iran with implications for mass extinction: Part 1 – Sedimentology. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 193, 405–423.
- Heydari, E., Arzani, N., Hassanzadeh, J., 2008. Mantle plume: the invisible serial killer application to the Permian–Triassic boundary mass extinction. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 264, 147–162.
- Hind, W. 1896. A Monograph of the british carboniferous Lamellibranchiata. Part 1, Intoduction, Bibliography, Mytilidae, London : Printed for the Palæontographical society
- Hind, W. 1901-1905. A Monograph of the British Carboniferous Lamellibranchiata, 2, 1: Pinnidae, Aviculidae; 2: Limidae, Pectinidae; 3: Appendix, Notes, Distribution. — *Palaeontogr. Soc. Monogr.*, 55: 1-34, pls 1-6 (1901); 57: 35-124, pls 7-21 (1903); 58: 125-216, pls 22-25 (1904).
- Hoare, R. D. 1993. Mississippian (Chesterian) bivalves from the Pennsylvanian stratotype area in West Virginia and Virginia. *Journal of Paleontology* 67(3):374-396
- Hoernes, R. 1876. Vorlage von Petrefakten des Bellerophon Kalkes aus Süd-Ost-Tirol. *Jb. Geol. Reichsanstalt.* p. 33-44, Vienna
- Howse, R. 1848. A catalogue of the fossils of the Permian system of the counties of Northumberland and Durham. *Transactions of the Tyneside Naturalists' Field Club* 1:219-264
- Huey, R.B., Ward, P.D., 2005. Hypoxia, global warming, and terrestrial Late Permian extinctions. *Science* 308, 398–401.
- Ichikawa, K. 1958, Zur Taxionomia und Phylogenie der triadschen "Pteriidae" (Lamellibranch.) : *Palaeontographica*, v. 3, Abt. A, p. 131-212, pl. 21-24.
- Italian IGCP 203 Group. 1986: Field Conference on Permian and Permian-Triassic boundary in the South-Alpine segment of the western Tethys. Brescia, June 1986, Tipolitografia Commerciale Pavese, 180 pp, Pavia
- Jiang, H., Lai, X., Luo, G., Aldridge, R., Zhang, K., Wignall, P. 2007. Restudy of conodont zonation and evolution across the P/T boundary at Meishan section, Changxing, Zhejiang, China. *Global and Planetary Change* 55, 39–55. DOI: 10.1016/j.gloplacha.2006.06.007.
- Jin, Y.G., et al., 2000. Pattern of marine mass extinction near the Permian–Triassic boundary in South China. *Science* 289, 432–436.
- Kamo, S.L., et al., 2003. Rapid eruption of Siberian flood-volcanic rocks and evidence for coincidence with the Permian–Triassic boundary and mass extinction at 251 Ma. *Earth and Planetary Science Letters* 214, 75–91.
- Kashiyama, Y., Oji, T., Low-diversity shallow marine benthic fauna from the Smithian of northeast Japan: paleoecologic and paleobiogeographic implications. *Paleontological Research* 8(3):199-218. 2004 doi: <http://dx.doi.org/10.2517/prpsj.8.199>
- Kasumzadeh, A. A. 2003. Advances in research on mesozoic bivalve molluscs in Azerbaijan (Order

Pectinoida: Revision and systematics) Baku, El-Alliance

Kegel, W., & da Costa, M. T., 1951. Especies neopaleozoicas do Brasil, da familia Aviculopectinidae, ornamentadas dom costelas fasciculadas. Brasil Dep. Nac. Prod. Miner., Dir. Geol. Min.,Bull. 137: 48 pp.

Kershaw, S. et al., 2012. Ocean Acidification and the End-Permian Mass Extinction: To What Extent does Evidence Support Hypothesis? *Geosciences* 2012, 2, 221-234;

Kidder, D.L., Worsley, T.R., 2004. Causes and consequences of extreme Permo-Triassic warming to globally equable climate and relation to the Permo-Triassic extinction and recovery. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 203, 207–237

Kiessling, W. 2004. Ecology opinions. *Palaeontology* database

King, W. 1844. On a new genus of Palaeozoic shells. *The Annals and Magazine of Natural History* 14:313–317.

King, W. 1850. A Monograph of the Permian Fossils of England. *Palaeontographical Society Monograph*. London. i–xxxviii + 1–258 p., 28 pl.

Kittl, E. 1904, *Geologie der Umgebung von Sarajevo: Jahrbuch der K. K. Geologischen Reichsanstalt, Band LIII, 1903, 1904* Wien, Verlag der k.k Geologischen Reichsanstalt, S. 687-688

Klipstein, A. v., 1843. Beiträge zur geologischen Kenntnis der östlichen Alpen. 311 S., 20 Taf. — Gießen (G. Friedrich)

Knoll, A.H., Bambach, R.K., Canfield, D.E., Grotzinger, J.P., 1996. Comparative Earth history and Late Permian mass extinction. *Science* 273, 452–457.

Knoll, A.H., Bambach, R.K. Payne, J.L. Pruss, S., Fischer. W.W., 2007. Paleophysiology and the end-Permian mass extinction. *Earth and Planetary Science Letters* 256:295–313.

Koninck. D. 1885, *Faune du Calcaire Carbonifere de la Belgique, Lamellibranchiata, Annales du Musee Royal d'Histoire Naurelle de Belgique, Tome XI, part. 5.*

Korobkov, I. A. 1954. Spravochnik i metodicheskoe Rukovodstvo po tretichnym mollyuskam Platinchatozhabernye [Handbook on and Systematic Guide to the Tertiary Mollusca, Lamellibranchia]. Gosud. Nauchno-tech. Issledov. Nefti. Gorno-toplivnoi lit-ri, Leningradskoi Otdelenie. Gostoptekhizdat, Leningrad. p. 1–444, 96 pl. In Russian.

Korte, C., Kozur, H.W., 2010. Carbon-isotope stratigraphy across the Permian–Triassic boundary: a review. *Journal of Asian Earth Sciences* 39, 215–235.

Kozur, H.W., 1998. Some aspects of the Permian–Triassic boundary (PTB) and the possible causes for the biotic crisis around this boundary. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 143, 227–272.

Kozur, H.W., Weems, R.E., 2011. Detailed correlation and age of continental late Changhsingian

and earliest Triassic beds: implications for the role of the Siberian Trap in the Permian–Triassic biotic crisis. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 308, 22–40.

Krymgołts, G. J. Petrova, G. T., Pchelintsev, V. F., 1953. (Stratigraphy and fauna of the marine Mesozoic deposits of northern Siberia). *Trudy natschnovo-isslidovaniya Instituta geologii Arktiki* 45; 133 S; Leningrad (in russo).

Labandeira, C.C., Sepkoski Jr., J.J., 1993. Insect diversity in the fossil record. *Science* 261, 310–315.

Lamarck, J. B. de, 1799. *Prodrome d'une nouvelle classification des coquilles, comprenant une redaction appropriée des caractères génériques, et l'établissement d'un grand nombre de genres nouveaux*: Soc. Histoire Nat. Paris, MCM. v. 1, p. 63-91.

Lamarck, J. B. de. 1801. *Système des animaux sans vertèbres*: viii + 432 p. (Paris).

Lamarck, J. B. de. 1809. *Philosophie zoologique, ou exposition des considérations relatives à l'histoire naturelle des animaux, la diversité de leur organisation et des facultés qu'ils en obtiennent, aux causes physiques qui maintiennent en eux la vie, et donnent lieu aux mouvements qu'ils exécutent; enfin, 2 celles qui produisent les unes les sentiments, et les autres l'intelligence de ceux qui en sont doués*: 2 vols., p. 1-422, 1-473, Paris.

Lamarck, J. B. de, 1818-19. *Histoire naturelle des animaux sans vertèbres*: v. 5, 612 p; v. 6, no. 1, 343 p., Paris

Larghi, C. 2002: *Marmaronia angiolinii*, new genus and new species of Bakevellidae (Pterioidea, Bivalvia) from the middle Permian of Chios (Greece), *Rivista Italiana di Paleontologia e Stratigrafia*, vol. 108, no. 3, tav. 1, pag. 359-368,

Laube, G. C. 1865. *Die Fauna der Schichten von St.Cassian. Ein Beitrag zur Palaeontologie der alpinen Trias.* – *Denkschr. k. Akad. Wiss. math.–naturwiss.Cl.*, 24: 223–296.

Leonardi, P., 1930. *Una nuova faunetta permiana di Val di Fiemme nel Trentino.* *Studi Trentini di Scienze Naturali*, Trento, 11(3) 1930: pp. 189-194

Lea, I. 1853. *Coal Formation*, Wilesbarre, Pa, Acad. Nat. Sci. Philadelphia, Jour., (2), vol. 2

Leonardi, P. 1930. *Una nuova faunetta permiana di val di Fiemme nel Trentino.* *Studi Trentini di Storia Naturale* 3, 189–194.

Lepius, R. 1878. *Das westliche Südtirol geologisch dargestellt.* Ed. W. Hertz, 375 pp., Berlin.

Li, C. J. & L. M. 1997, *Paleontology and Stratigraphy In Hong Kong*, Science Press 84-95

Liang, Z. F. 1980. *Mollusca. Paleontological Atlas of Northeast China*

Linnaeus, C. 1758. *Systema Naturae per regna tria naturae, secundum classes, ordines, genera, species, cum characteribus, differentiis, synonymis, locis.* Editio decima, reformata. Laurentius Salvius: Holmiae. ii, 824 pp.

Liu, L. 1976. *Additional Groups of Fossil Lamellibranchiata of China.* In *Fossil Lamellibranchiata of China*, Science Press, Beijing, 403 pp. (in Chinese)

Logan, A. 1964. The dentition of the Durham Permian pelecypod *Permophorus costatus* (Brown). *Palaeontology*. 7(2): 281-285.

Logan, A. 1967. The Permian bivalvia of northern England. *Palaeontographical Society Monographs* 121, 1–72.

Loriga, C. 1960. Foraminiferi del Permiano superiore del “Calcarea a Bellerophon” delle Dolomiti (Val Gardena, Val Badia, Val Marebbe). *Bollettino della Società Paleontologica Italiana* 1, 33–73.

Loriol, P. de. 1901. Etude sur les mollusques et brachiopodes de l'Oxfordien supérieur et moyen du Jura bernois. Accompagné d'une notice stratigraphique par E. Koby. 1re partie. *Mémoires de la Société paléontologique suisse*, Vol. 23).

Marwick, J. 1953. Divisions And Faunas Of The Hokonui System (Triassic And Jurassic). - *Paleontol. Bull.*, 21; New Zealand.

Massari, F., Conti, M.A., Fontana, D., Helmold, K., Mariotti, N., Neri, C., Nicosia, U., Ori, G.G., Pasini, M., Pittau, P. 1988. The VGS and Bellerophon Formation in the Bletterbach gorge (Alto Adige, Italy): biostratigraphy and sedimentology. *Memorie di Scienze Geologiche* 40, 229–273.

Massari, F., Neri, C., Pittau, P., Fontana, D., Stefani, C. 1994. Sedimentology, palinostratigraphy and sequence stratigraphy of a continental to shallow marine rift-related succession: Upper Permian of the eastern Southern Alps (Italy). *Memorie di Scienze Geologiche* 46, 119–243.

Massari, F., Neri, C. 1997. The infill of a supradetachment (?) basin: the continental to shallow-marine Upper Permian succession of Dolomites and Carnia (Italy). *Sedimentary Geology* 110, 181–221.

Maxwell, W.D. 1992. Permian and early Triassic extinction of non-marine tetrapods. *Palaeontology* 35, 571–583.

McCoy, F. 1844. A synopsis of the Characters of the Carboniferous Limestone Fossils of Ireland. 207 pp., 29 pls.; Dublin

McCoy, F. 1851. A synopsis of the classification of the British Palaeozoic rocks, with a systematic description of the British Palaeozoic fossils. Fasciculus 1, Radiata and Articulata. *British Palaeozoic Fossils, Part II. Palaeontology* 116-122

McCoy, F., Griffith Sir R. 1862, A Synopsis of the Characters of the Carboniferous Limestone Fossils of Ireland, Verlag, Williams & Norgate

McRoberts, C. A., Newell, N. D. 2005. Marine Myalinidae (Bivalvia: Pterioidea) from the Permian of West-Texas. *American Museum Novitates* No. 3460, pp.

Meek, F. B. 1864a. Checklist of the invertebrate fossils of North America. Cretaceous and Jurassic. *Smithsonian Miscellaneous Collections* 7(177):ii + 1–40 p.

Meek, F. B. 1867. to his review of Prof. Geinitz in regard to Nebraska fossils. *American Journal of Science*, 2d ser. 44:282-283

- Meek, F. B., F. V. Hayden. 1865. Palaeontology of the Upper Missouri. Invertebrates, Part 1. Smithsonian Contributions to Knowledge 14(172):ix + 1–136, pl. 1–5.
- Meek, F. B., Worthen, A. H. 1860. Descriptions of new Carboniferous fossils from Illinois and other western states. Philadelphia Acad. Nat. Sci. Proc.: 447-472.
- Meek, F. B. & Worthen, A. H. 1866. Descriptions of Paleozoic fossils from the Silurian, Devonian and Carboniferous rocks of Illinois and other western states. Chicago Academy of Sciences Proceedings, 1:11-23.
- Ménégaux, A. 1889. Sur la branchie des lamellibranches et sur sa comparaison avec celle des Scutibranches. Société Philomatique de Paris, Bulletin (series 8) 1(1):137–144.
- Merla G. 1930. La fauna del Calcare a Bellerophon della Regione Dolomitica. Mem. Ist. Geol. Univ. Padova, 9: 1-221, Padova.
- Metcalf, I., Nicoll, R.S., Wardlaw, B.R. 2007. Conodont index fossil *Hindeodus changxingensis* Wang fingers greatest mass extinction event. *Palaeoworld* 16, 202–207. DOI: 10.1016/j.palwor.2007.01.001
- Moore, R. C., Lalicker, C. G. & Fischer, A. G. 1952. Invertebrate Fossils. McGraw-Hill. New York. xiii + 766 p.
- Moore, R. C. edit. 1969. Treatise on invertebrate paleontology. Part N, Volume 1-3. Mollusca 6 : Bivalvia. Boulder, CO : Geological Society of America ; Lawrence, KS : University of Kansas,
- Morris, J. 1845. Descriptions of fossils, Mollusca. In P. E. de Strzelcki, Physical description of New South Wales and Van Dieman's Land: 270-291. London: Longman.
- Morris, N.J.; Dickins, J.M. & Astafieva-Urbaitis, K. 1991. Upper Paleozoic Anomalodesmatan Bivalvia. Bulletin of the British Museum of Natural History (Geology), 47(1):51-100.
- Mudge, M. R., Yochelson, E. L., 1962. Stratigraphy and paleontology of the Uppermost Pennsylvanian and Lowermost Permian Rocks in Kansas, Geological Survey Professional Paper 323, Washington
- Muromtseva, V. A. 1984. Genus *Vnigripecten* Muromtseva, n.gen., and Genus *Morrisipecten* Muromtseva and Guskov. In V. A. Muromtseva (ed.), Permian marine deposits and bivalve molluscs of the Soviet Arctic, pp. 65-66, and 75. USSR Ministry Geol. Leningrad: Nedra.
- Muster, H. 1995. Taxonomie und Paläobiogeographie der Bakevelliidae (Bivalvia). *Beringeria* 14: 3-161, 88 Abb., 10 Tab., 17 Taf.; Würzburg.
- Mutschlechner, G. 1933. Cephalopodenfauna im Grodner Sandstein (vorbericht). *Verhandlungen der Geologische Bundesanstalt* 11/12, 136.
- Nakazawa, K., Newell. N.D., 1968. Permian bivalves of Japan. *Memoirs of the Faculty of Science, Kyoto University, Series of Geology and Mineralogy* 35(1):1-108

Nakazawa, K., Kapoor, H. M., Ishii, K.I., Bando, Y., Okimura, Y., Tokuoka, T., Murata, M., Nakamura, K., Nogami, Y., Sakagami, S. and Shimizu, D., 1975. The Upper Permian and Lower Triassic in Kashmir, India. *Memoirs of the Faculty of Science, Kyoto University, Series of Geology and Mineralogy* 42(1):1-106

Neri, C. 2007. Formazione a Bellerophon. *Carta Geologica d'Italia 1:50.000 - Catalogo delle Formazioni*. Vol. 7 - Fascicolo VII - Unità tradizionali (2)/2007

Neri, C., Posenato, R. 1999. Sedimentary and bio-chronostratigraphical aspects of the P/T boundary in the eastern Southern Alps. In: *Stratigraphy and facies of the Permian deposits between eastern Lombardy and the western Dolomites. International Field Conference on "The Continental Permian of the Southern Alps and Sardinia (Italy). Regional Reports and General Correlations"* (Brescia 15–27 Sept. 1999), *Field Trip Guidebook*, Cassinis, G. et al. (eds). Earth Science Department, Pavia University; 35–42.

Newell, N. D. 1938 ["1937"]. Late Paleozoic pelecypods: Pectinacea. *State Geological Survey of Kansas, Bulletin* 10:1–123, 20 pl.

Newell, N. D. 1940. Invertebrate fauna of the late Permian Whitehorse Sandstone. *Geological Society of America Bulletin* 51:261-335

Newell, N. D. 1957. Notes on certain primitive heterodont pelecypods. *American Museum Novitates* 1857:1–14.

Newell, N. D. 1965. Classification of the Bivalvia. *American Museum Novitates* 2206:1–25.

Newell, N. D. 1969a. Superfamily Limopsacea Dall, 1895, families Limopsidae Dall, 1895, and Glycymerididae Newton, 1922. In R. C. Moore, ed., *Treatise on Invertebrate Paleontology, Part N. Mollusca 6, Bivalvia*, vol. 1–2. Geological Society of America & University of Kansas. Boulder & Lawrence. p. 264–269.

Newell, N. D. 1969b. Family Monopteriidae Newell, new family. In R. C. Moore, ed., *Treatise on Invertebrate Paleontology, Part N. Mollusca 6, Bivalvia*, vol. 1–2. Geological Society of America & University of Kansas. Boulder & Lawrence. p. 297.

Newell, N. D. 1969c. Subclass Palaeoheterodonta Newell, 1965, and Order Modiomorphoidea Newell, new order [diagnoses]. In R. C. Moore, ed., *Treatise on Invertebrate Paleontology, Part N. Mollusca 6, Bivalvia*, vol. 1–2. Geological Society of America & University of Kansas. Boulder & Lawrence. p. 393.

Newell, N. D. 1973. The very last moment of Paleozoic era. *Canadian Society of Petroleum Geologist Memoir* 2, 1-10

Newell, N. D., Boyd, D. W., 1975. Parallel evolution in early trigoniacean bivalves. *American Museum of Natural History, Bulletin* 154(2):53–162.

Newell, N. D., Boyd, D.W. 1987. Iteration of ligament structures in pteriomorphian bivalves. *American Museum Novitates* 2875: 1–11.10: 1–123.

Newell, N. D., Boyd, D. W., 1990. Nacre in a Carboniferous pectinoid mollusc and a new subfamily

- Limipectininae. American Museum Novitates 2970:1–7.
- Newell, N. D., Boyd, D. W., 1995. Pectinoid bivalves of the Permian-Triassic crisis. American Museum of Natural History, Bulletin 227:1–95.
- Newell, N.D., Boyd, D.W. 1999. A new Lower Triassic Permophorus from the Central Rocky Mountains. American Museum Novitates, 3263:1-5.
- Newell, Norman D., Ciriacks, K. W., 1962. A new bivalve from the Permian of the western United States. American Museum Novitates 2121:1–4.
- Newton, R.J., Pevitt, E.L., Wignall, P.B., Bottrell, S.H. 2004. Large shifts in the isotopic composition of seawater sulphate across the Permo- Triassic boundary in northern Italy. Earth and Planetary Science Letters 218, 331–345. DOI: 10.1016/S0012-821X(03)00676-9.
- Noé, S.U. 1987. Facies and paleogeography of the marine Upper Permian and of the Permian-Triassic boundary in the Southern Alps (Bellerophon Formation, Tesero Horizon). Facies 16, 89–142.
- Ogilvie Gordon, M.M. (1927): Das Grödner-, Fassa- und Enneberggebiet in den Südtiroler Dolomiten. – Abh. Geol. Bundesanst., 24(2): 1-376.
- Okuneva, I. M. 196β. Novaja Jurskaja Morskaja Fauna Jugo-Wostotschnogo Zabaikalija. - Trudy Geologeskogo muzeja Karpinskogo Akademia Nauk SSSR 2: 54-63, 3 Tab., 2. Tav.; Karpinsk.
- Pasini, M. 1985. Biostratigrafia con i foraminiferi del limite Formazione a Bellerophon/Formazione di Werfen fra Recoaro e la Val Badia (Alpi Meridionali). Rivista Italiana di Paleontologia e Stratigrafia 90, 481–510.
- Perri, M.C., Farabegoli, E. 2003. Conodonts across the Permian-Triassic boundary in the Southern Alps. Courier Forschungsinstitut Senckenberg 245, 281–313
- Phillips, J. 1836. Illustrations for the geology of Yorkshire. London: John Murray.
- Pittau, P. 1999. Palynology. In: Stratigraphy and facies of the Permian deposits between eastern Lombardy and the western Dolomites. International Field Conference on “The Continental Permian of the Southern Alps and Sardinia (Italy). Regional Reports and General Correlations” (Brescia 15–27 Sept. 1999), Field Trip Guidebook, Cassinis, G., Cortesogno, L., Gaggero, L., Massari, F., Neri, C., Nicosia, U., Pittau, P. (eds). Earth Science Department, Pavia University; 113–125.
- Pittau, P. 2001. Correlation of the Upper Permian sporomorph complexes of the Southern Italian Alps with the Tatarian complexes of the stratotype region. In: Permian continental deposits of Europe and other areas. Regional reports and correlations. Cassinis, G. (ed.). Natura Bresciana, Annali del Museo Civico di Scienze Naturali di Brescia, Monografia 25, 109–116.
- Pelseneer, P. 1889. Sur la classification phylogenetique de pelecypods. Bulletin Scientifique de la France et de la Belgique 20(sér. 3, no. 2):(1–4):27–52.

- Poel, L. van de. 1959. Faune malacologique du Hervien. Inst. Roy. Schi. Nat. Belgique, Bull., v. 35, no. 15 & 16, p. 1-26, pl. 1-6
- Posenato, R. 1988a. The Permian/Triassic boundary in the western Dolomites, Italy. Review and proposal. *Annali dell'Universit  di Ferrara (Nuova Serie). Sezione di Scienze della Terra* 1, 31–45.
- Posenato, R. 1988b. Chronological and geographic distribution of the Fam. Comelicianiidae Merla, 1930 (Brachiopods). *Rivista Italiana di Paleontologia e Stratigrafia* 94, 393–398.
- Posenato, R. 1998. The gen. Comelicania Frech, 1901 (Brachiopoda) from the Southern Alps: morphology and classification. *Rivista Italiana di Paleontologia e Stratigrafia* 104, 43–68.
- Posenato, R. 2001. The athyridoids of the transitional beds between Bellerophon and Werfen formations (uppermost Permian, Southern Alps. Italy). *Rivista Italiana di Paleontologia e Stratigrafia* 107, 197–226.
- Posenato, R. 2009. Survival patterns of macrobenthic marine assemblages during the end-Permian mass extinction in the western Tethys (Dolomites, Italy). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 280, 150–167. DOI:10.1016/j.palaeo.2009.06.009.
- Posenato, R., 2010. Marine biotic events in the Lopingian succession and latest Permian extinction in the southern Alps (Italy). *Geological Journal*. <http://dx.doi.org/10.1002/gj.1212>.
- Posenato, R., Pelikan, P., Hips, K. 2005. Bivalves and Brachiopods near the Permian-Triassic boundary from the B kk Mts. (B lv ny North section, Northern Hungary). *Rivista Italiana di Paleontologia e Stratigrafia* 111, 217–234.
- Posenato, R., Prinoth, H. 1999. Discovery of Paratirolites from the Bellerophon Formation (Upper Permian, Dolomites, Italy). *Rivista Italiana di Paleontologia e Stratigrafia* 105, 129–134.
- Posenato, R., Prinoth, H. 2004. Orizzonti a nautiloidi e a brachiopodi della Formazione a Bellerophon (Permiano Superiore) in Val Gardena (Dolomiti). *Geo.Alp* 1, 71–85.
- Praturlon, A. 1963. Dasycladaceae from Upper Permian of the Dolomites (Italy). *Geologica Romana* 2, 119–150.
- Prinoth, H., Posenato, R. 2007. Late Permian nautiloids from the Bellerophon Formation of the Dolomites (Italy). *Palaeontographica Abt. A* 282(1–6), 135–165.
- Racki, G., Wignall, P.B., 2005. Late Permian double-phased mass extinction and volcanism: an oceanographic perspective. In: Over, D.J., Morrow, J.R., Wignall, P.B. (Eds.), *Understanding Late Devonian and Permian–Triassic biotic and climatic events: towards an integrated approach*. Elsevier, pp. 263–297.
- Rafinesque, C. S. 1815. *Analyse de la Nature ou Tableau de l'Università et des Corps Organis s*, etc. Jean Barravecchia. Palermo. 223 p.
- Rampino, M.R., Projoph, A., Adler, A., Schwindt, D.M., 2002. Abruptness of the end- Permian mass extinction as determined from biostratigraphic and cyclostratigraphic analyses of European western Tethyan sections. *Geological Society of America, Special Paper* 356, 415–428.

- Raup, D.M. 1979. Size of the Permo-Triassic bottleneck and its evolutionary implications. *Science* 206, 217–218.
- Reed, F. R. C. 1930. Uma Nova Fauna Permo-Carbonifera do Brasil. *Serv. Geol. Miner. Brasil.* 10: 45 pp.
- Reed, F. R. C. 1944. Brachiopoda and Mollusca from the Productus limestones of the Salt Range. *Palaeontol. Indica*, n. ser. 23, mem. 2: 1-678.
- Reichow, M.K., et al., 2009. The timing and extent of the eruption of the Siberian Traps large igneous province: implications for the end-Permian environmental crisis. *Earth and Planetary Science Letters* 277, 9–20.
- Richthofen von F. 1860. Geognostische Beschreibung der Umgebung von Predazzo, Sanct Cassian und der Seisser Alpe in Südtirol, 327 pp., Gotha.
- Ridewood, W. G. 1903. On the structure of the gills of the Lamellibranchia. *Royal Society of London, Philosophical Transactions (series B) Biological Sciences* 195(211):147–284, 61 fig.
- Ryckholt, P. de. 1847. *Melanges Palaeontol.*, Pt. i., p. 78, t. 3, f. 8, 9
- Salomon, W., 1900. Ueber Pseudomonotis und Pleuronectites. *Zeit. Deutsch. Geolo. Gesell.*, v. 52, pp. 384-359
- Saunders, A., Reichow, M. 2009. The Siberian Traps and the End-Permian mass extinction: a critical review. *Chinese Science Bulletin* 54, pp. 1-172.
- Schlotheim, E. F. 1816. Beiträge zur Naturgeschichte der Versteinerungen in Geognostischer Hinsicht. *Denkschriften der Königlich Akademie der Wissenschaften zu Munchen für des Jahre 1816 und 1817* 6:13-36
- Schlotheim, E. F. 1820. Die Petrefaktenkunde auf ihrem jetzigen Standpunkte durch die Beschreibung seiner Sammlung versteinertes und fossiler Überreste des Thier- und Pflanzenreichs der Vorwelt erläutert.- 436 S., 15 Taf., (in Atlas 49, Gotha, (Becker).
- Scholger, R., Mauritsch, H.J., Brandner, R. 2000. Permian-Triassic boundary magnetostratigraphy from the Southern Alps (Italy). *Earth and Planetary Science Letters* 176, 495–508. DOI: 10.1016/S0012-821X(00)00026-1.
- Sedgwick, A., McCoy, F. 1854, A synopsis of the classification of the British palaeozoic rocks: with a systematic description of the British palaeozoic fossils in the Geological Museum of the University of Cambridge, University Press.
- Sephton, M.A., et al., 2002. Synchronous record of $\delta^{13}\text{C}$ shifts in the oceans and atmosphere at the end of the Permian. In: Koeberl, C., MacLeod, K.G. (Eds.), *Catastrophic events and mass extinctions: impacts and beyond*. Geological Society of America, Boulder, CO, pp. 455–462.

- Sephton, M.A., Looy, C.V., Brinkhuis, H., Wignall, P.B., de Leeuw, J.W., Visscher, H. 2005. Catastrophic soil erosion during the end-Permian biotic crisis. *Geology* 33, 941–944. DOI: 10.1130/G21784.1.
- Sepkoski, J. J., Jr. 1981. A factor analytic description of the Phanerozoic marine fossil record. *Paleobiology* 7:36-53.
- Sepkoski, J. J., Jr. 1984. A kinetic model of Phanerozoic taxonomic diversity. III. Post-Paleozoic families and mass extinctions.. *Paleobiology* 10 (2): 246–267.
- Shen, S., et al., 1995. Biostratigraphy and correlation of several Permian-Triassic boundary sections in southwestern China. *Journal of Southeast Asian Earth Sciences*. Vol. 12, no. 1–2, pp. 19–30
- Shen, S., et al., 2011. Calibrating the end Permian mass extinction. *Science* 334, 1367–1372.
- Smith, R. M. H., 1995. Changing fluvial environments across the Permian–Triassic boundary in the Karoo Basin, South Africa and possible causes of tetrapod extinctions. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 117, 81–104.
- Song, H., Tong, J., Chen, Q., 2009. Two episodes of foraminiferal extinction near the Permian–Triassic boundary at the Meishan section, South China. *Australian Journal of Earth Sciences* , 56, (765–773)
- Sowerby, J. de C. 1823-25, *The mineral conchology of Great Britain: v. 5*, 168 p., pl. 407-503, London.
- Spalletta, C., Venturini, C. 1989. Stratigraphic correlation form of the Palaeozoic sequence in the Carnic Alps (Italy). *Rendiconti Società Geologica Italiana* 12, 417–421.
- Stache, G. 1877. Beiträge zur Fauna der Bellerophonkalke Südtirol. N. 1. Cephalopoden und Gastropoden. *Jahrbuch der kaiserlich-königlichen geologischen Reichsanstalt* 27(3), 271–318.
- Stache, G. 1878. Beiträge zur Fauna der Bellerophonkalke Südtirol. N. 2. Pelecypoden und Brachiopoden. *Jahrbuch der kaiserlich-königlichen geologischen Reichsanstalt* 28(1), 93–168
- Stanley, P. 1972. Functional morphology and evolution of bivalve molluscs.- *Journal of Paleontology* 7, 165-212, 34 fig; Tulsa
- Starobogatov, Y. I. 1992. Morphological basis for phylogeny and classification of Bivalvia. *Ruthenica* 2(1):1–25.
- Steele-Petrovic., H.M., 1979. The physiological differences between articulate brachiopods and filter-feeding bivalves as a factor in the evolution of marine level-bottom communities. *Palaeontology* 22, 101-134
- Stenzel, H. B. 1959. Cretaceous oysters of southwestern North America. *International Geological Congress, XX Session, Mexico City, 1956, El Sistema Cretácico* 1:15–37, 19 fig.

- Sun, Y., et. al., 2012. Lethally Hot Temperatures During the Early Triassic Greenhouse. *Science* Vol. 338, no. 6105, pp. 366-370
- Svensen, H., Planke, S., Polzov, A. G., Schmidbauer, N., Corfu, F., Podladchikov, Y. Y., Jamtveit, B. 2009. Siberian gas venting and the end-Permian environmental crisis. *Earth and Planetary Science Letters* 277 490–500
- Teppner, W. von. 1922. Lamellibranchia Tertiaria, Anisomyaria II. In C. Diener, ed., *Fossilium Catalogus, I. Animalia, Pars (15)*. W. Junk. Berlin. p. 67–296.
- Termier, G., Termier, H. 1950. Paléontologie Marocaine. 2, Invertébrés de l'ère Primaire. Fascicule 3, Mollusques. Hermann, Paris. [Service Géologique du Maroc, Notes et Mémoires, 78] 246 p., pl. 123–183.
- Twitchett, R.J. 2006. The palaeoclimatology, palaeoecology and palaeoenvironmental analysis of mass extinction events. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 232, pp. 190–213.
- Twitchett, R.J., 2007. The Lilliput affect in the aftermath of the end-Permian extinction event. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 252, 132–144
- Vermeij, G.J., 1977. The Mesozoic marine revolution: Evidence from snails, predators and grazers: *Paleobiology*, v. 3, p. 245–258.
- Verneuil, P.E.P. de., Murchison, R.I. 1844. Note sur les équivalents du système permien en Europe, suivie d'un coup d'oeil general sur l'ensemble de ses fossiles, et d'un tableau des espèces. *Bulletin dela Société Géologique de France (série 2)*, 1: 475-517.
- Verneuil. E. de. 1845. Paléontologie. Géologie de la Russie d'Europe et des Montagne de l'Oural, *Paléontologie* 2(3):1-512
- Waagen, W. 1881. Productus Limestone Fossils, Part III. Salt Range Fossils, *Palaeontologia Indica*, Series 13 1(3):185-328
- Waller T.R. 1978. Morphology, morphoclines and a new classification of the Pteriomorphia (Mollusca. Bivalvia) In: Young CM, Thompson TE, eds. *Evolutionary systematics of bivalve molluscs*. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London, B, Biological Sciences* 284: 345–365
- Waller, T.R. 2006. Phylogeny of families in the Pectinoidea (Mollusca: Bivalvia): importance of the fossil record. - *Zoological Journal of the Linnean Society* 148(3): 313-342.
- Ward, P.D., et al., 2005. Abrupt and gradual extinction among Late Permian vertebrates in the Karoo Basin, South Africa. *Science* 307, 709–714.
- Wasmer M., et. al., 2012. Olenekian (Early Triassic) bivalves from the Salt Range and Surghar Range, Pakistan. *Palaeontology*, vol 55. parte 5, pp. 1043-1073
- Waterhouse, J. B. 1963. Etheripecten, a new aviculopectinid genus from the Permian. *New Zealand J. Geol. Geophys.* 6(2): 193-196.

- Waterhouse, J. B. 1969. Growth lamellae on the type species of the upper Paleozoic bivalve *Aviculopecten* M'Coy. *J. Paleontol.* 43(5): 1179- 1183.
- Waterhouse, J.B. 1982. Permian Pectinacea and Limacea (Bivalvia) from New Zealand. Wellington: DSIR. New Zealand Geological Survey paleontological bulletin 49. 125 p.
- Waterhouse, J.B. 1987. Late Palaeozoic Mollusca and correlations from the south-east Bowen Basin, east Australia. *Palaeontographica Abteilung A* 198(4-6):129-333
- Weiss I. M., Tuross N., Addadi L., Weiner S., 2002. Mollusc larval shell formation: amorphous calcium carbonate is the precursor phase for aragonite. *Journal of Experimental Biology* 2002; 293:478-491.
- Weller, S. 1916. Description of a Ste. Genevieve Limestone fauna from Monroe County, Illinois. Chicago University Walker Museum Contribution, 1:243-264
- White C. A, Whitfield R. P. 1862. Observations on the rocks of the Mississippi Valley which have been referred to the Chemung Group of New York, together with descriptions of new species of fossils from the same horizon at Burlington, Iowa. *Boston Soc Nat Hist Pr* 8:289-306.
- Wignall, P.B., Hallam, A. 1992. Anoxia as a cause of the Permian/Triassic extinction: facies evidence from northern Italy and the western United States. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 93, 21–46
- Wignall, P. B., 1993. Distinguishing between oxygen and substrate control in fossil benthic assemblages. *Journal of the Geological Society*, v. 150, p. 193-196, doi:10.1144/gsjgs.150.1.0193
- Wignall, P.B., Twitchett, R.J., 1996. Oceanic anoxia and the End Permian mass extinction. *Science* 272, 1155–1158
- Wilkes, J. 1810. Conchology. In *Encyclopaedia Londinensis; or Universal dictionary of arts, sciences, and literature*, pp. 14-21. London: J. Adlard.
- Winchell, A. 1865. Descriptions of new species of fossils from the Marshall group of Michigan, and its supposed equivalent in other states; with notes on some fossils of the same age previously described. *Proceedings of the Academy of Natural Sciences, Philadelphia* 1865:109-133
- Wirth, E. 1936, Beiträge zur Kenntnis der Trias in der Provinz Szechuan, West-China *Neues Jahrbuch für Mineralogie Beil. Bd. 75. Abt. B.* 1936. S. 412-446
- Wittemburg, P. 1909. Einige Lamellibranchiata der Salt Range, mit Berücksichtigung der Lamellibranchiata des Süd-Ussuri-Gebietes. *N. Jb. Min. V.* 1, pp. 6-13, Stuttgart
- Xiong, C., Wang, Q., 2011. Permian–Triassic land-plant diversity in South China: Was there a mass extinction at the Permian/Triassic boundary? *Paleobiology*, 37(1), pp. 157-167
- Yang, F. et. al., 2001. Study of the Late Permian *Claraia* in South Cina. *Science in China*. Vol. 44. no. 9, pp. 797-807
- Yin, H.F., Gan, X.M., 1978. Bivalve. In: *Palaeont. Atlas of Southwest China*. Fasc. Guizhou, Pl. 2.

Geological Press, Beijing, pp. 305-393 (in Chinese)

Yin, H.F. 1982. Uppermost Permian (Changxingian) Pectinacea from South China. *Riv. Ital. Paleontol.* 88(3): 337-386.

Yin, H.F. 1985a. Bivalves near the Permian-Triassic boundary in South China. *J. Paleontol.* 59(3): 572-600.

Yin, H.F. 1985b. On Hunanopecten. *Acta Palaeontol. Sinica* 24(6): 635-639.

Zhang, R. J. 1977. Bivalvia. *Palaeontological Atlas of South-Central China* 2:471-533

Ziegler, P.A., Stampfli, G.M. 2001. Late Palaeozoic-early Mesozoic plate boundary reorganization: collapse of the variscan orogen and opening of Neotethys. In: Permian continental deposits of Europe and other areas. Regional reports and correlations. Cassinis, G. (ed.). *Natura Bresciana, Annali del Museo Civico di Scienze Naturali di Brescia, Monografia* 25: 17–34.

10. SPIEGAZIONE DELLE TAVOLE

Tavole sistematica

Tavola 1

- Fig. 1a. Olotipo di "*Pecten*" *trinkeri* STACHE, (1b, x 5)
Fig. 2a. Olotipo di "*Pecten*" *pardulus* STACHE, (2b, x 5, resti di pigmentazine sulla conchiglia)
Fig. 3a. Olotipo di "*Pecten*" *comelicanus* STACHE, (3b, x 5)

Tavola 2

- Fig. 1a. Olotipo di "*Pecten*" *guembeli* STACHE, (1b, x 5)
Fig. 2a. "*Pecten*" *cf. coxanus* MEEK, (2b, x 5)
Fig. 3a. "*Chlamys*" *pardula* STACHE: IN MERLA, 1930, (3c, x 3)

Tavola 3

- Fig. 1-20. "*Pecten*" *trinkeri* STACHE (x 3), VS: fig. 1: RP2a; fig. 2: RP2b; fig. 3: RP2c; fig. 4: RP18; fig. 5: RP4; fig. 6: RP5; fig. 7: RP8; fig. 8: RP9; fig. 9: RP10; fig. 10: RP11; fig. 11: RP12; fig. 12: RP13; fig. 13: RP14b; fig. 14: RP15; fig. 15: RP16; fig. 16: RP22; fig. 17: RP19; fig. 18: RP20; fig. 19: bivalve Merla 1; fig. 20: bivalve Merla 2.

Tavola 4

- Fig. 1-10. *Pecten* "*trinkeri*" STACHE. Fig. 1: SGD1 (x 1). Fig. 2-8, VD (x 3): fig. 2 a,b: SGD1.1; fig. 3 a,b: SGD1.2; fig. 4 a,b: SGD2; fig. 5 a,b: SGD1.3; fig. 6 a,b: JM197; fig. 7 a,b: JM 197.2.2; fig. 8 a,b: RP141.1 VD e VS; fig. 9 a,b, VS: SGD1.4; fig. 10 a,b, VS: SGD1.4.

Tavola 5

- Fig. 1-9. *Eumorphotis praecurrens* MERLA (x1): fig. 1a,b: BA1.6.b. VD, lato interno; fig. 2a, b, c: Ba1.2a, b, VD, modello interno e impronta esterna, 2 c, bivalve ritagliato; fig. 3: BA39.01.2. VS; fig. 4: BA39.02.VS; fig. 5: BA39.03. VS; fig. 6: BA39.9, VS; fig. 7: BA39.07, VS; fig. 8: BA39.10, VS; fig. 9 (x 3): VS no. 24863 del MDGP.
Fig. 10-17. *Eumorphotis striatocostata* STACHE (x1): fig. 10: JM28.1.1, VS; fig. 11: BA310.2.1, VS; fig. 12: BA310.3, VS; fig. 13: PR61a.23.2, VS; fig. 14: BA313b.1, VS; fig. 15: BA313b.2, VS; fig. 16: PR61a.21, VS; fig. 17: SE56.4.VS.

Tavola 6

- Fig. 1-8. *Eumorphotis striatocostata* STACHE (tutti x 2 eccetto fig. 4, x 0,6). Fig. 1: PR?166.1, VS; fig. 2: JM188a, VS, auricola anteriore conservata; fig. 3: PR61a.7, VS; fig. 4: lastra JM188.01.g, a, b, c; fig. 5: JM188.01.a, VS; fig. 6: JM188.01.b, VS; fig. 7: JM188.01.g., VS; fig. 8: JM188a.3, VD; Fig. 9. *Eumorphotis lorigae* POSENATO: PL1, VS.

Tavola 7

Fig. 1: Olotipo di "*Pecten*" (*Entolium*) *tirolensis* STACHE 1878.
Fig. 2: *Pecten* (*Entolium*) *salinchieta* GORTANI - MERLA, 1930.
Fig. 1-14. *Pernopecten symmetricus* NEWELL, 1940: ; fig. 3:JM. Per.1; fig. 4: BA310.8; fig. 5: BA310.7; fig. 6: PR61a.24 a,b; fig. 7: PR61a.26; fig. 8: PR61a.27, VD; fig. 9: PR61a.29; fig. 10: PR61a.30; fig. 11: PR.61a.32 VD; fig. 12: PR.61a.31; fig. 13: PR.61a.33 a,b; fig. 14: *Scythentolium* sp.; fig. 15: *Scythentolium* sp., 15b, x 2.

Tavola 8

Fig. 1. *Palaeolima* sp. 1. Fig. 1a: PR61a.38, VD x1; fig. 1b x5; fig. 1c x 10; fig.
Fig. 2. *Palaeolima* sp. 2. Fig. 2 a: PR61a.32.2, VS, x1, fig. 2b: PR61a.32, x 10.

Tavola 9

Fig. 1. *Permophorus tenuistriatus* NAKAZAWA & NEWELL, 1968. Fig. 1a: PR61.53 (x 1), fig. 1 b. x 4;
Fig. 2. 3. 4. *Permophorus* cfr. *tenuistriatus* NAKAZAWA & NEWELL, 1968. Fig. 2a: BA310.9 (x 1),
fig. 2b. x 3; fig. 3a: PR61b.3, (x 1); fig. 3b: PR61b.3 (x 3); fig. 4 a: PR61a.36, (x 1), fig. 4b:
PR61a.36, (x 4).
Fig. 4. *Permophorus* cfr. *octocostatus* (WELLER, 1916). Fig. 5 a: PR61a.53, (x 1), fig. 5b. PR61a.53,
x 4.

Tavola 10

Fig. 1-4. *Pleurophorella jacobii* (STACHE, 1878). Fig. 1a: Ba81.11.a.1 (x 1), fig. 1 b. x 5;
fig. 2a: Ba81.09.1 (x 1), fig. 2b. (x 5); fig. 3a: BA81.05, (x 1); fig. 3b: (x 5); fig. 4: BA81.07.a, b, (x 1),
fig. 4b: (x 5), fig. 4 c: (x 1), fig. 4d, (x 5).

Tavola 11

Fig. 1-3. *Pleurophorella jacobii* (STACHE, 1878). Fig. 1a: Ba81.05 (x 1), fig. 1 b. x 5; fig. 2a:
BA81.03.b (x 1), fig. 2b. (x 5); fig. 3a: Ba81.01, (x 1); fig. 3b: (x 5);
Fig. 4. *Pleurophorella* sp.: SG, OBVG4, b, (x 1), fig. 4b: (x 5).

Tavola 12

Fig. 1-6. *Modiolus* sp. nov. (tutti x 2). Fig. 1a: PR61.1 (calco); fig. 2: BA313a.1.b; fig. 3: MDGP
24880 (calco); fig. 4: PR61.3; fig. 5. PR61.5; fig. 6. PR61.2.
Fig. 7. *Parallelodon* sp.: fig. 7a: BA310.11a (x 1), fig. 7b: (x 5), fig. 7c, dettaglio cerniera, (x 15).

Tavola 13

Fig. 1-3. *Volsellina aurioides* (YIN & GON, 1978). Fig. 1 a, b: PR61b.5 (x1), fig. 1 c: (x 5), fig. 1 d:
(x 10); fig. 2a: RP26, (x 1), fig. 2b: x 5; fig. 3a: RP25, (x 1), fig. 3b: (x10).

Tavola 14

Fig. 1-3. *Towapteria* sp. Fig. 1 a, b: BA1.1a, b (x1), fig. 1 c,d: (x 5); fig. 2a,b: BA1.3.1a,b, (x 1), fig. 2 c,d: x 5; fig. 3a,b: BA1.8.a,b, (x 1), fig. 3 c,d: (x10).

Fig. 4-5. *Marmaronia peracuta* (STACHE, 1878). fig. 4 a: SG1.1ab, lastra con VS e VD,(x 1), fig. 4 b.a.1: VS (x 5), fig. 4 b.b: valva composita, (x 5); fig. 5a: Sg1.2 (x1), fig. 5 b: (x 5).

Tavola 15

Fig. 1-5. *Marmaronia peracuta* (STACHE, 1878). Fig. 1a VD, VS: PR3.177. 5a, 5b (x 1), fig. 1 b,c. (x 10); fig. 2a VS: PR3.117.3, (x 1), fig. 2b. (x 10); fig. 3a, VS: PR3.177.2 , (x 1); fig. 3b: (x 10); fig. 4 a,VS: PR3.177.4; fig. 4 b: (x 10); fig. 5a, VS: PR117.1, (x 1), fig. 5b: x (10).

Tavola 16

Fig. 1-3. *Aguilerella* sp. nov. Fig. 1a: BA81.21 (x 1), fig. 1b (x 5); fig. 2a: BA81.19, (x 1), fig. 2b: (x 5); fig. 3a: BA81.17, (x 1); fig. 3b: (x 10).

Tavola 17

Fig. 1-3. *Bakevellia ceratophaga* (SCHLOTHEIM, 1816). Fig. 1a: GBW No.: 1878/1/14 VS (x 1), fig. 1b (x 5); fig. 2a: MDGP n. 24872 VS, (x 1), fig. 2b: (x 5); fig. 3a: PR61a.40, (x 1); fig. 3b: (x 5).
Fig. 4. *Janeia* cfr. *cheni* LI & LI, 1997. Fig. 4 a.: PR44.1, (x1), fig. 4 b: (x 3).
Fig. 5. *Janeia typa* (WAAGEN, 1881). Fig. 5a. BA311.6, (x 1), fig. 5 b: (x 3).

Tavola 18

Fig. 1-3. *Edmondia* cf. *rudis* MC COY, 1853. Fig. 1a: BA311.03, (x 1), fig. 1b (x 5); fig. 2a: BA311.04, (x 1), fig. 2b: (x 5); fig. 3a: BA311.01, (x 1); fig. 3b: (x 5).

Fig. 4-6. *Schizodus obscurus* (SOWERBY, 1821). Fig. 4 a.: BA313.09.1a, (x1), fig. 4 b: BA313.09.1a, (x 3), fig. 4 c: BA313.09.1b, (x 3), fig. 5: Ba313.03, (x 3), fig. 6a.Ba313.03, (x 3), fig. 6 b: (x 1).

Tavole sezioni

Tavola 19

Legenda dei simboli usati nelle colonne delle sezioni

Tavola 20

Sezione di Bulla (Val Gardena).

Tavola 21 a, b, c, d

Sezione del Balest (Val Gardena).

Tavola 22. a, b

Sezione di Pic (Val Gardena).

Tavola 23

Sezione del Preroman (Val Badia).

Tavola 24. a, b

Sezione di Seres (Val Badia).

RINGRAZIAMENTI

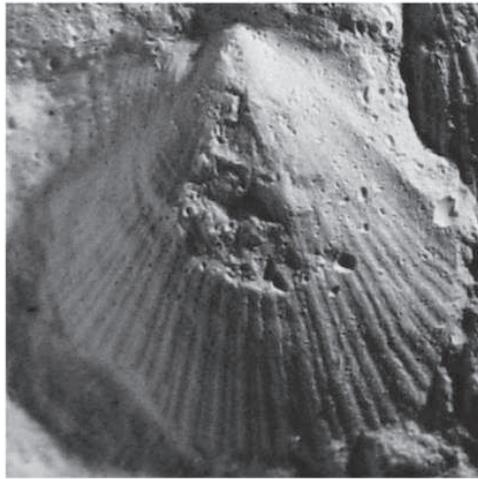
Vorrei ringraziare di cuore il prof. Renato Posenato per avermi offerto questa possibilità e per avermi insegnato i “ferri del mestiere”. Un ringraziamento particolare va anche alla prof. Anna Fano per avermi suggerito di intraprendere il dottorato e per i consigli e il sostegno di questi 4 anni. Ringrazio Michela per avermi sostenuto e aiutato in tutti questi anni accettando che la gran parte del mio tempo libero lo ho dovuto dedicare alla tesi. Ringrazio anche la mia famiglia per il loro sostegno e mio nipote Stefan per avermi talvolta accompagnato durante le escursioni. Ringrazio inoltre il direttore del Museum Ladin Stefan Planker per avermi permesso di conciliare il lavoro con il dottorato.

Tavola 1

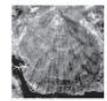


x 5

1a

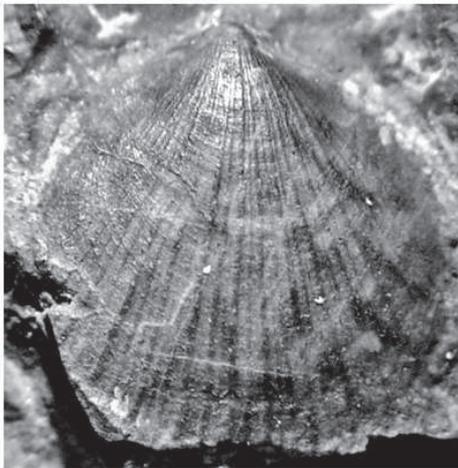


1b

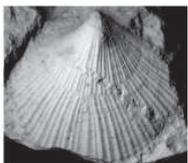


x 5

2a

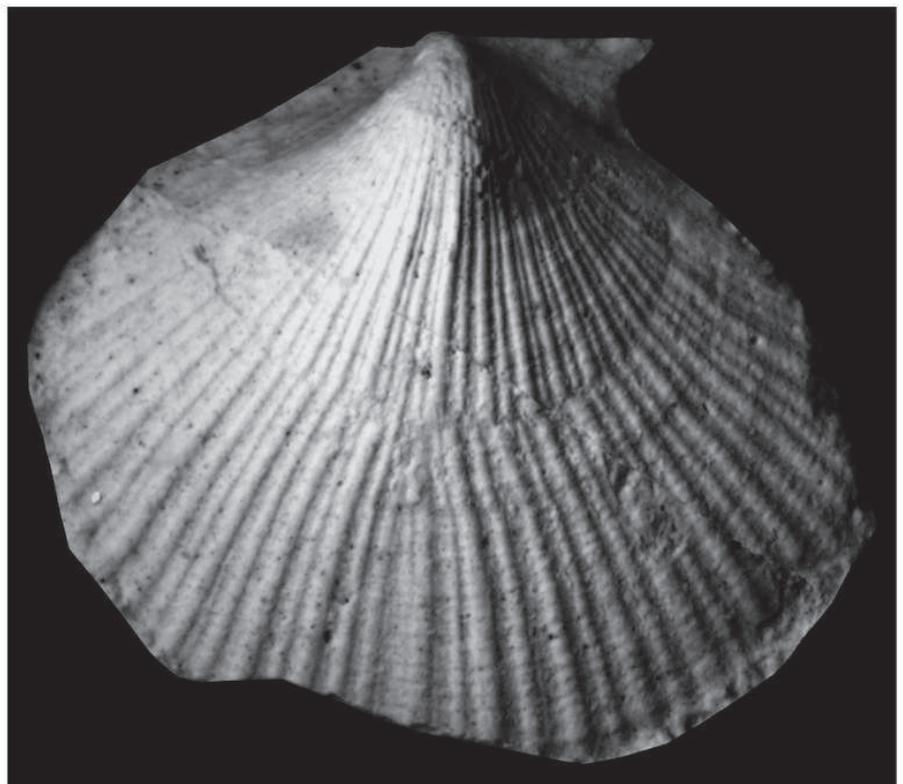


2b



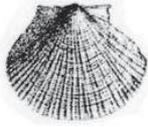
x 5

3a



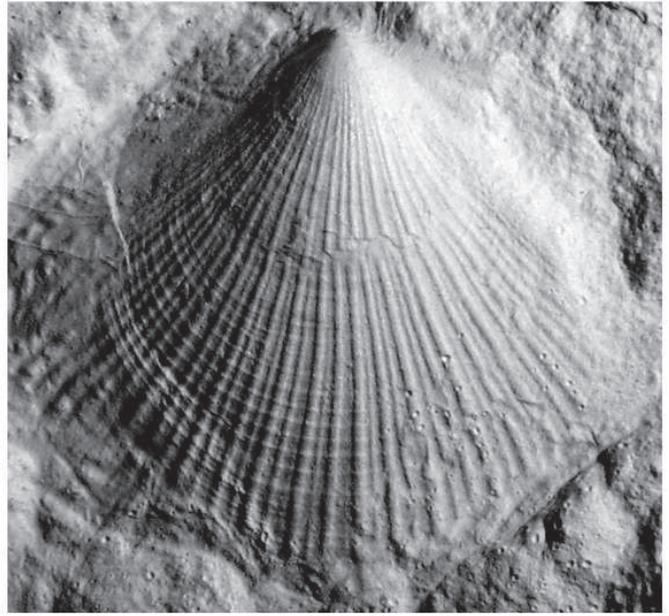
3b

Tavola 2

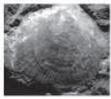


1a

x 5

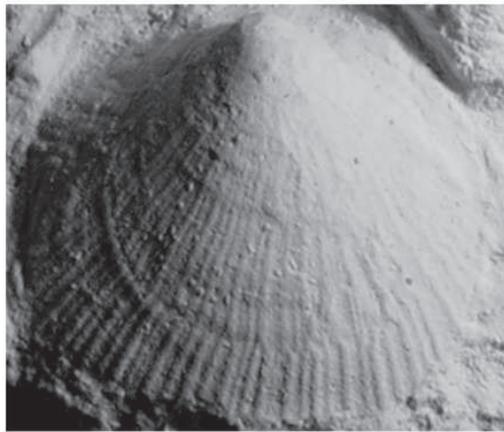


1b



2a

x 5



2b



3b

x 3

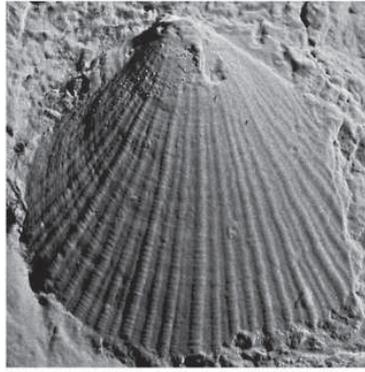


3c

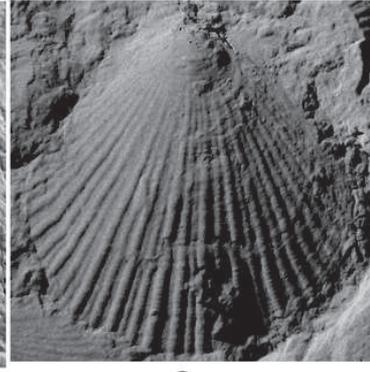
Tavola 3



1



2



3



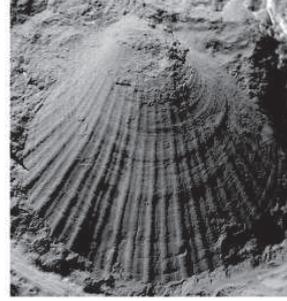
4



5



6



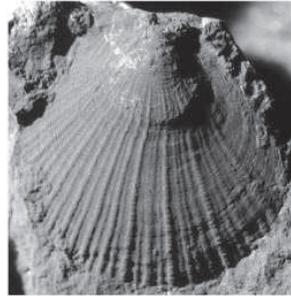
7



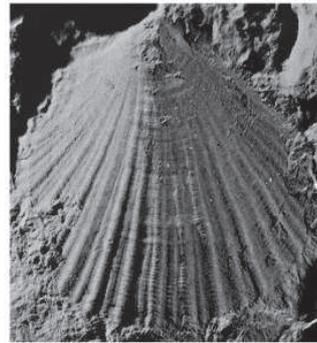
8



9



10



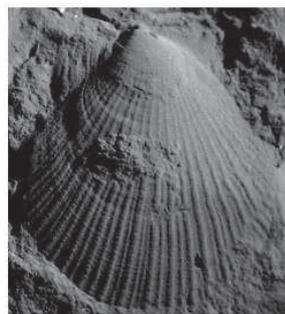
11



12



13



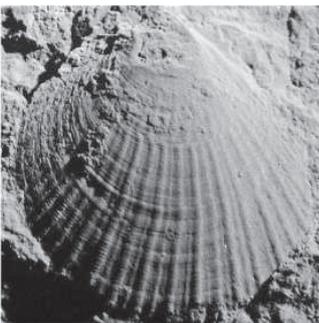
14



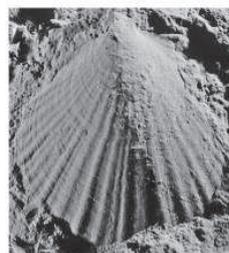
15



16



17



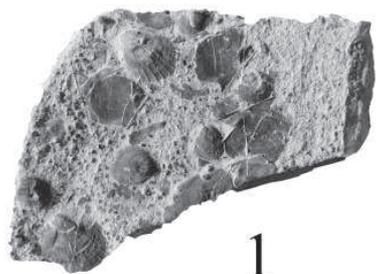
18



19

20

Tavola 4



1



2a,b



3 a,b



4 a,b



5 a,b



6 a,b



7 a,b



8, a, b



9 a,b



10 a,b



Tavola 5



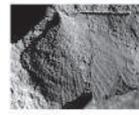
1a



1b



2a



2b



2c



3



4



5



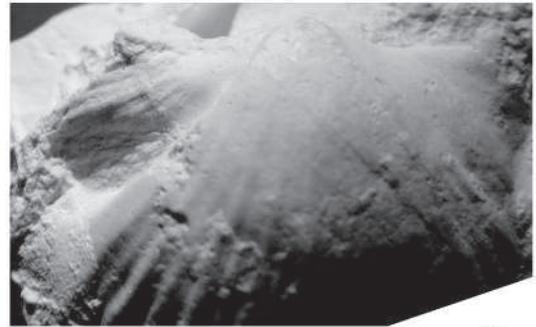
6



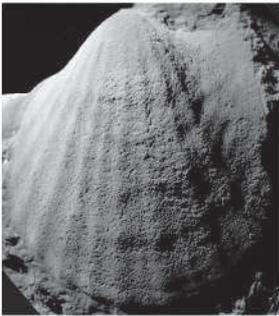
7



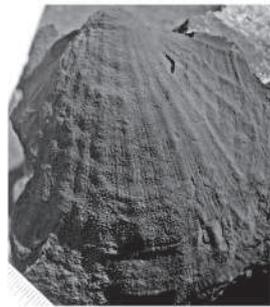
8



9



11



12



13



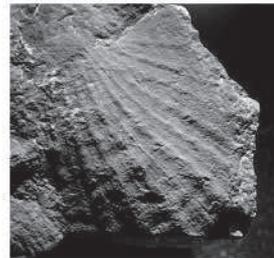
14



15



16

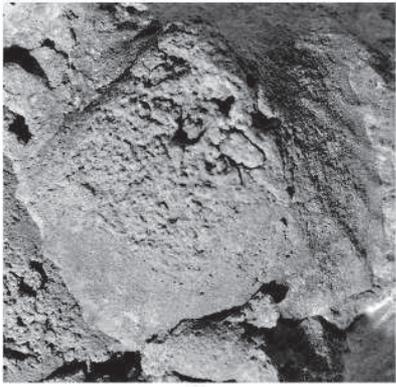


17



18

Tavola 6



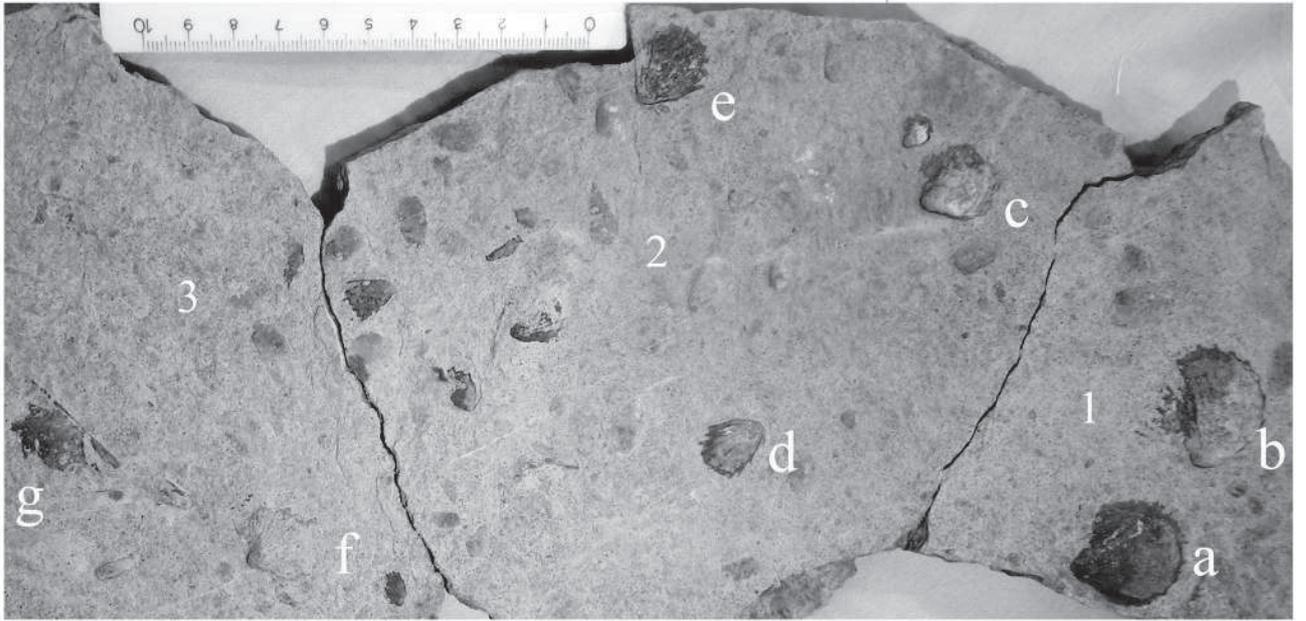
1



2



3



4



5



6



7



8



9

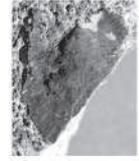
Tavola 7



1 a,b



2 a,b



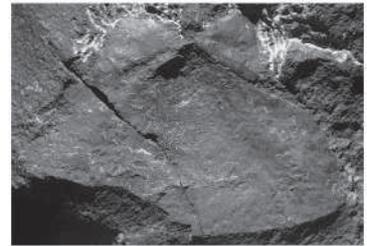
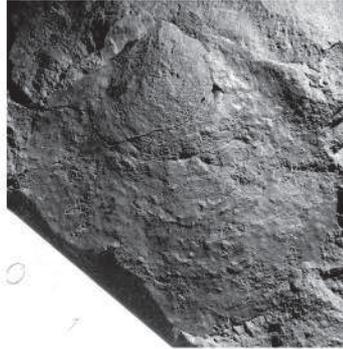
3



4



5



6 a,b



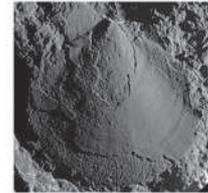
7



8



9



10



12



13 a,b



11



14



15 a,b

Tavola 8



1a

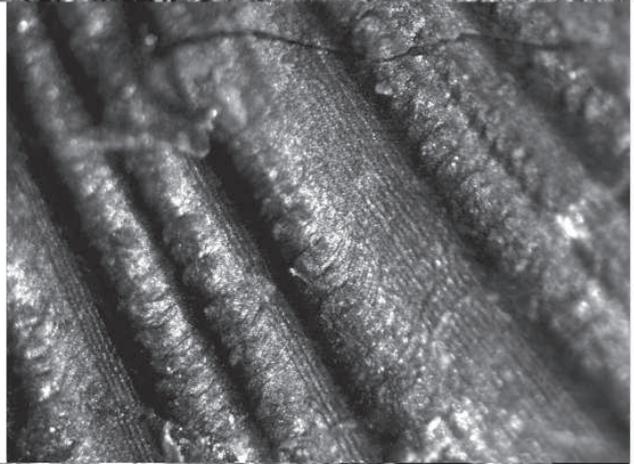
x 5



1b

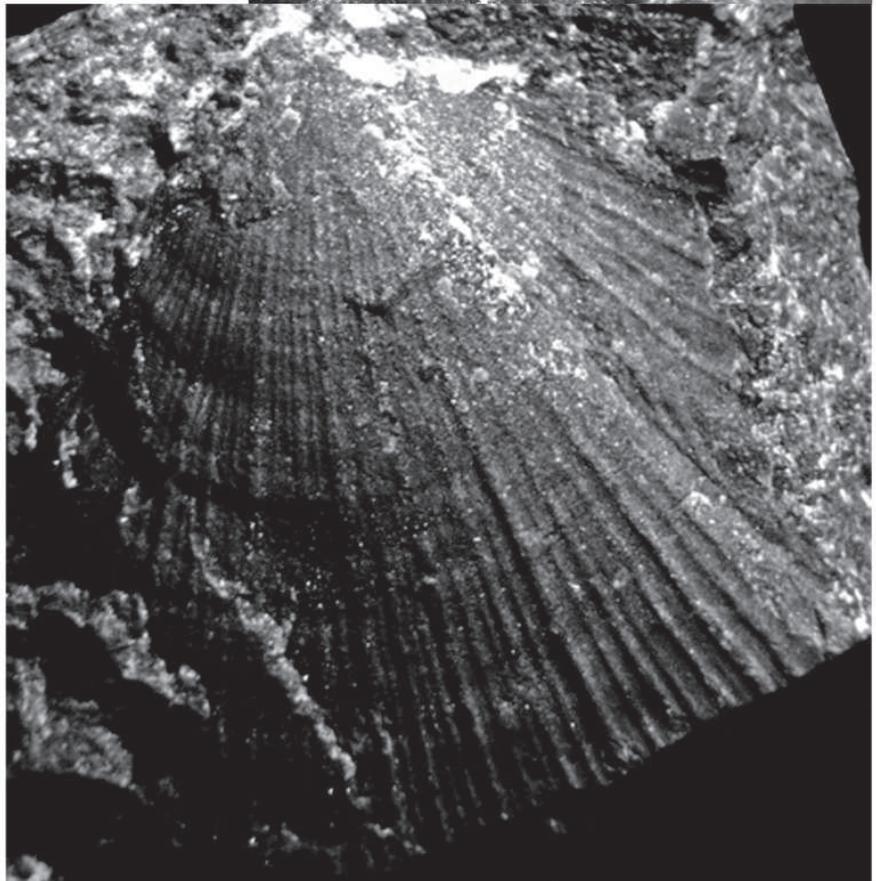
x 14

1c



2a

x 10



2b

Tavola 9



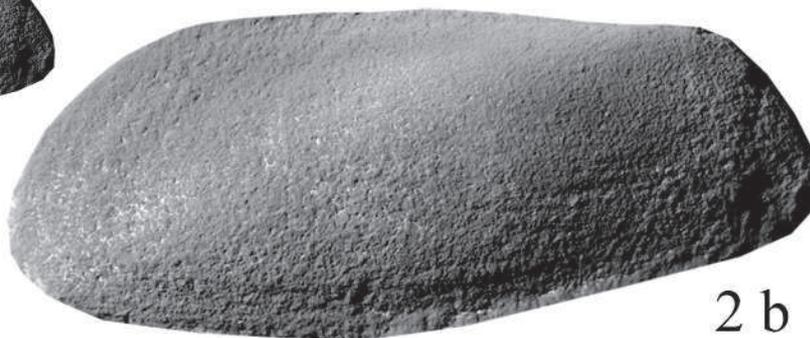
1 a



1 b



2 a



2 b



3 a



3 b



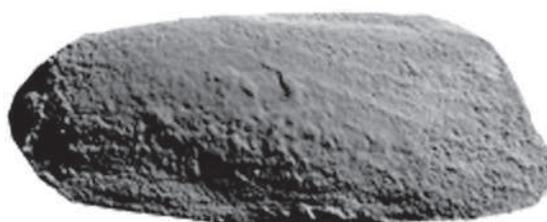
4 a



4 b



5 a



5 b

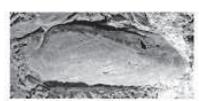
Tavola 10



1a



1b



2a



2b



3a



3b



4a



4b



4c



4d

Tavola 11



1 a



1 b



2 a



2 b



3 a



3 b

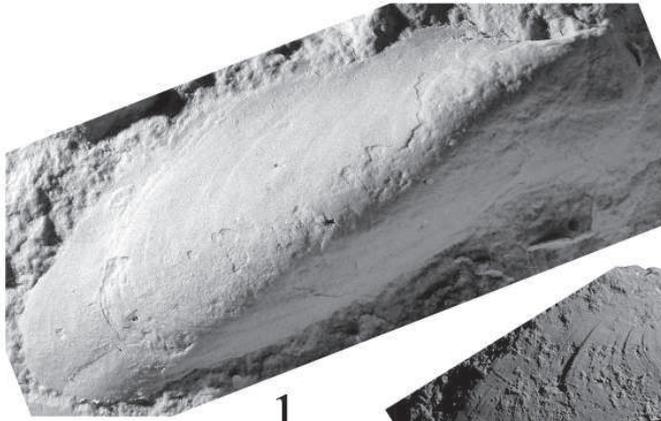


4 a



4 b

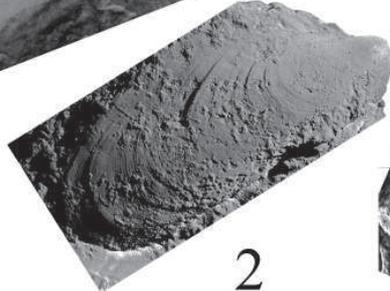
Tavola 12



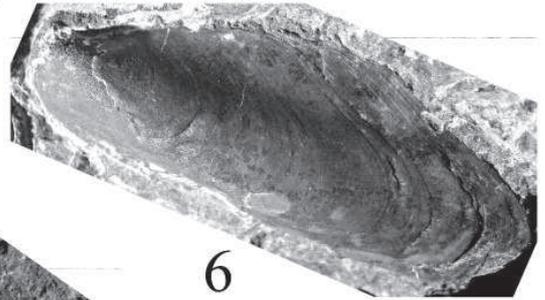
1



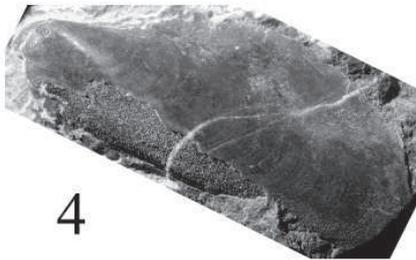
3



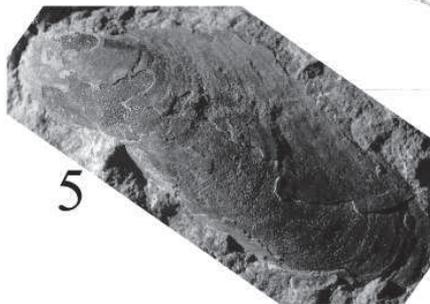
2



6



4



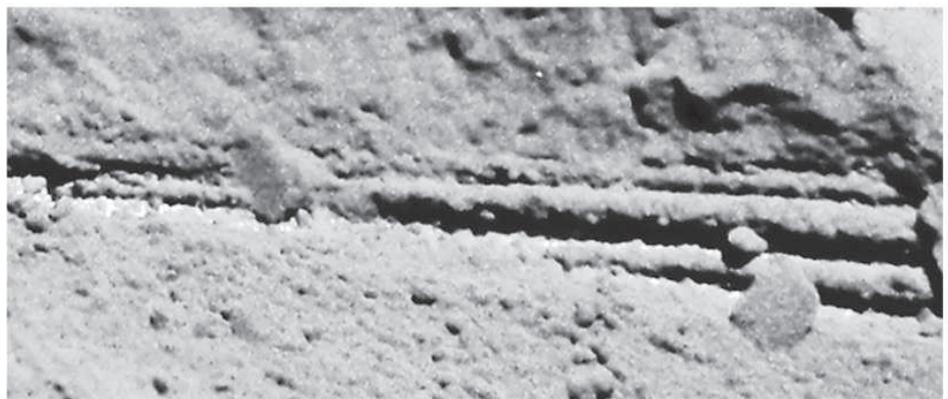
5



7b

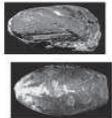


7a



7c

Tavola 13



1 a,b



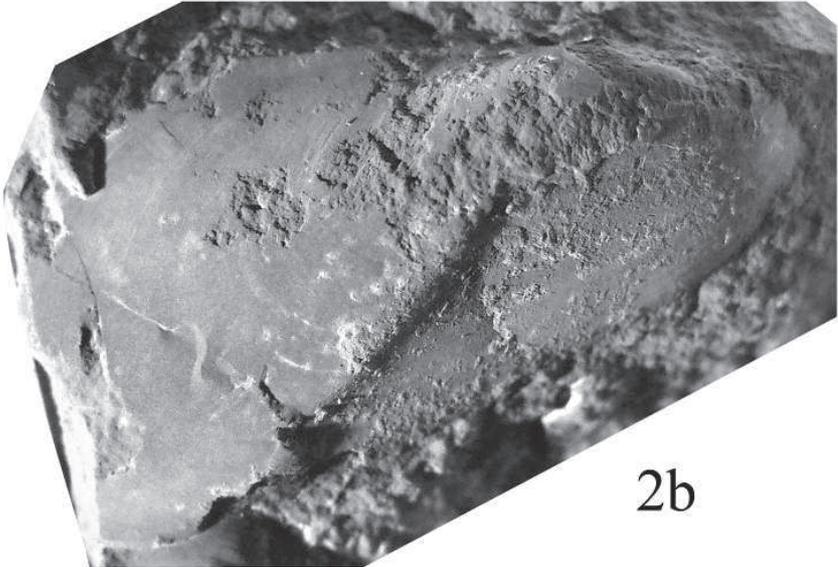
1 c



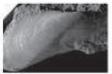
1 d



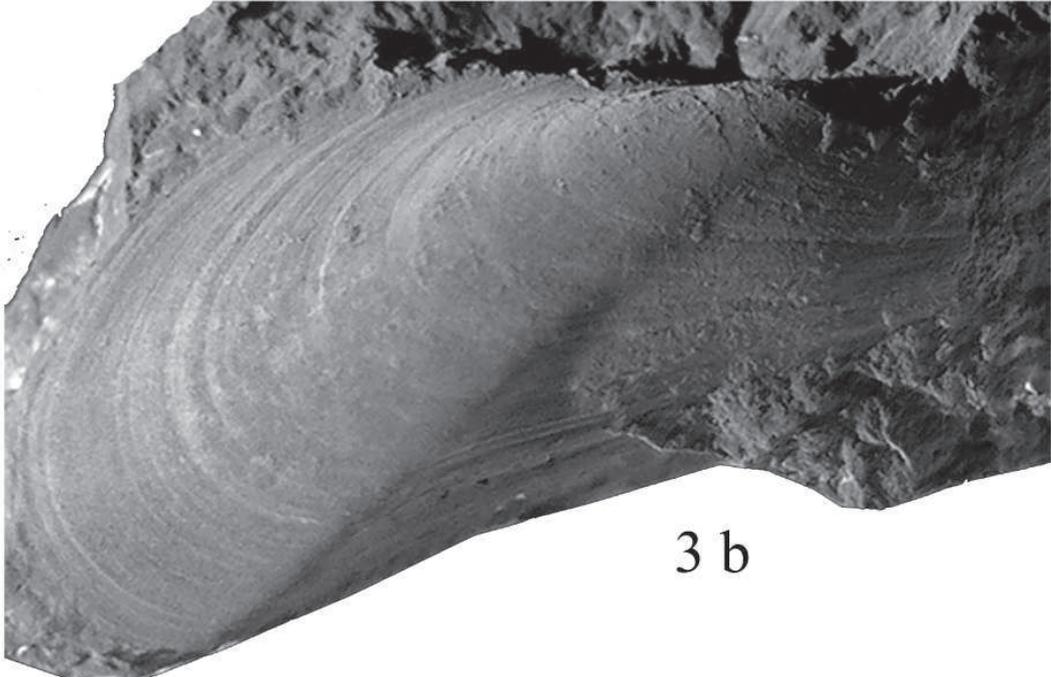
2 a



2 b

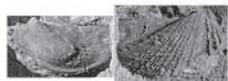


3 a



3 b

Tavola 14



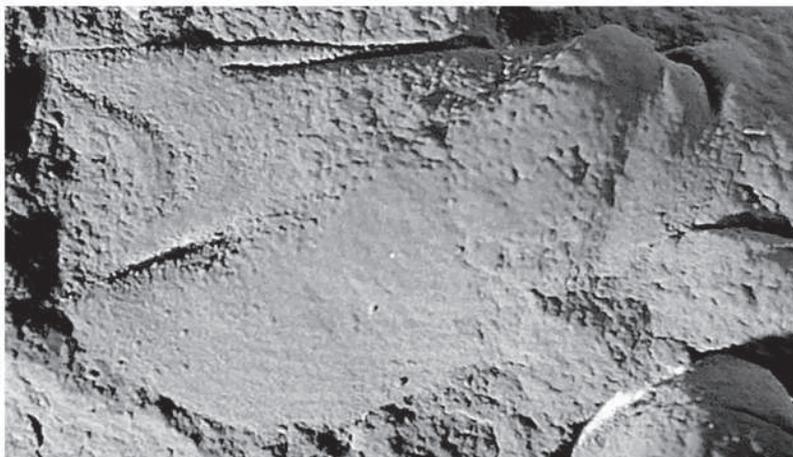
1 a,b



1 c,d



2 a



2 b



3 a,b

3 c,d



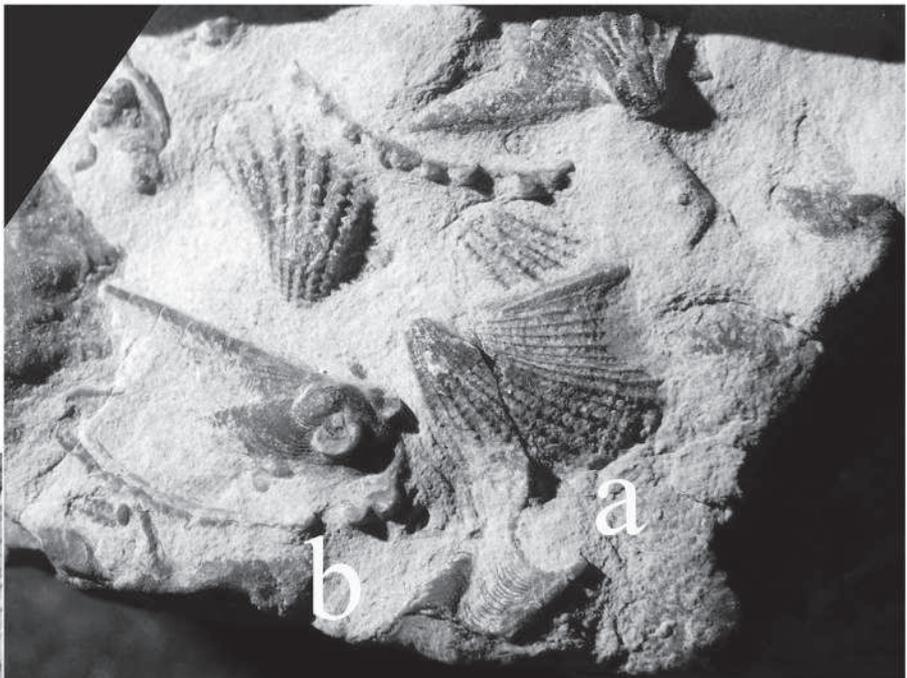
4 a



4 b

5 a

5 b





2a

1 b, c



3a



2b



3b



4 a



5 a



4 b



5 b

Tavola 16



1 a



1 b



2 a



2 b



3 a

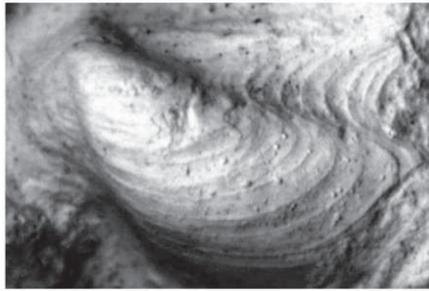


3 b

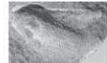
Tavola 17



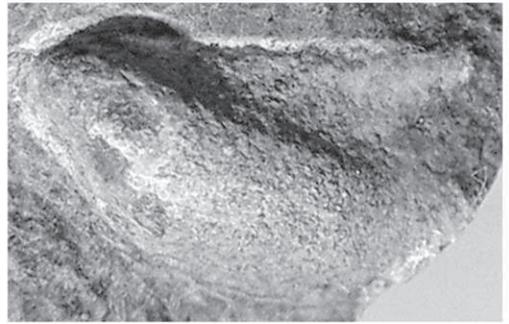
1 a



1 b



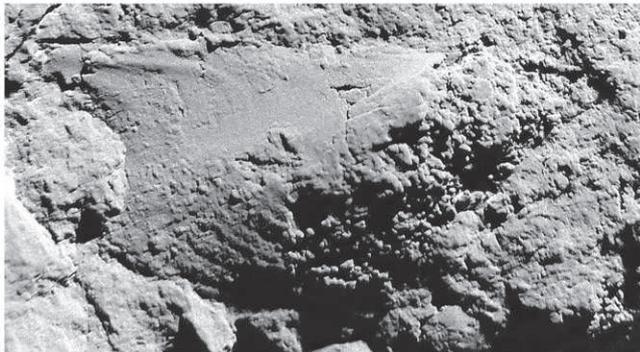
2 a



2 b



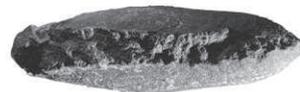
3 a



3 b



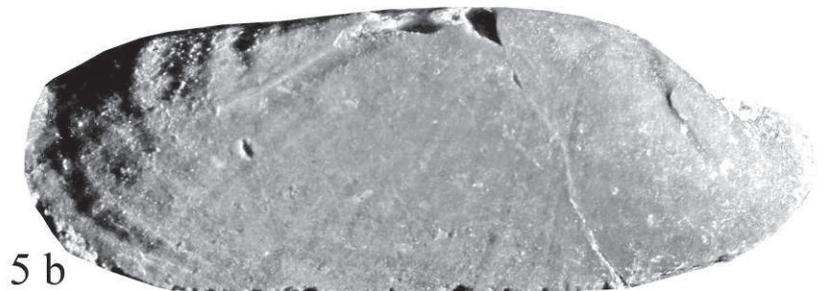
4 a



4 b



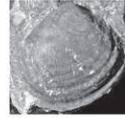
5 a



5 b



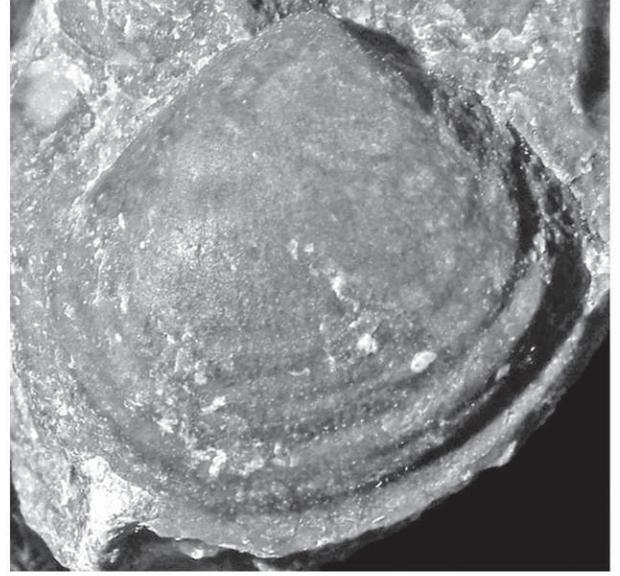
1 a



2 a



1 b



2 b



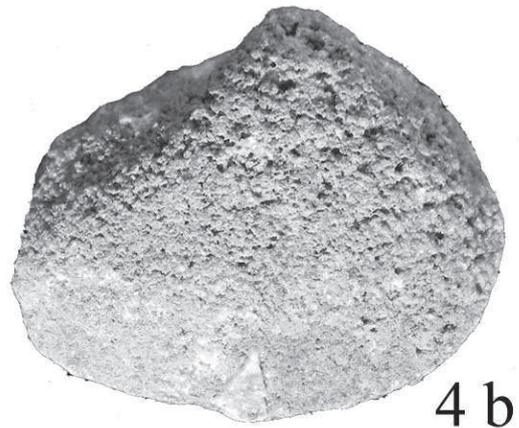
3b



3 a



4a



4 b



4 c



5



6 a

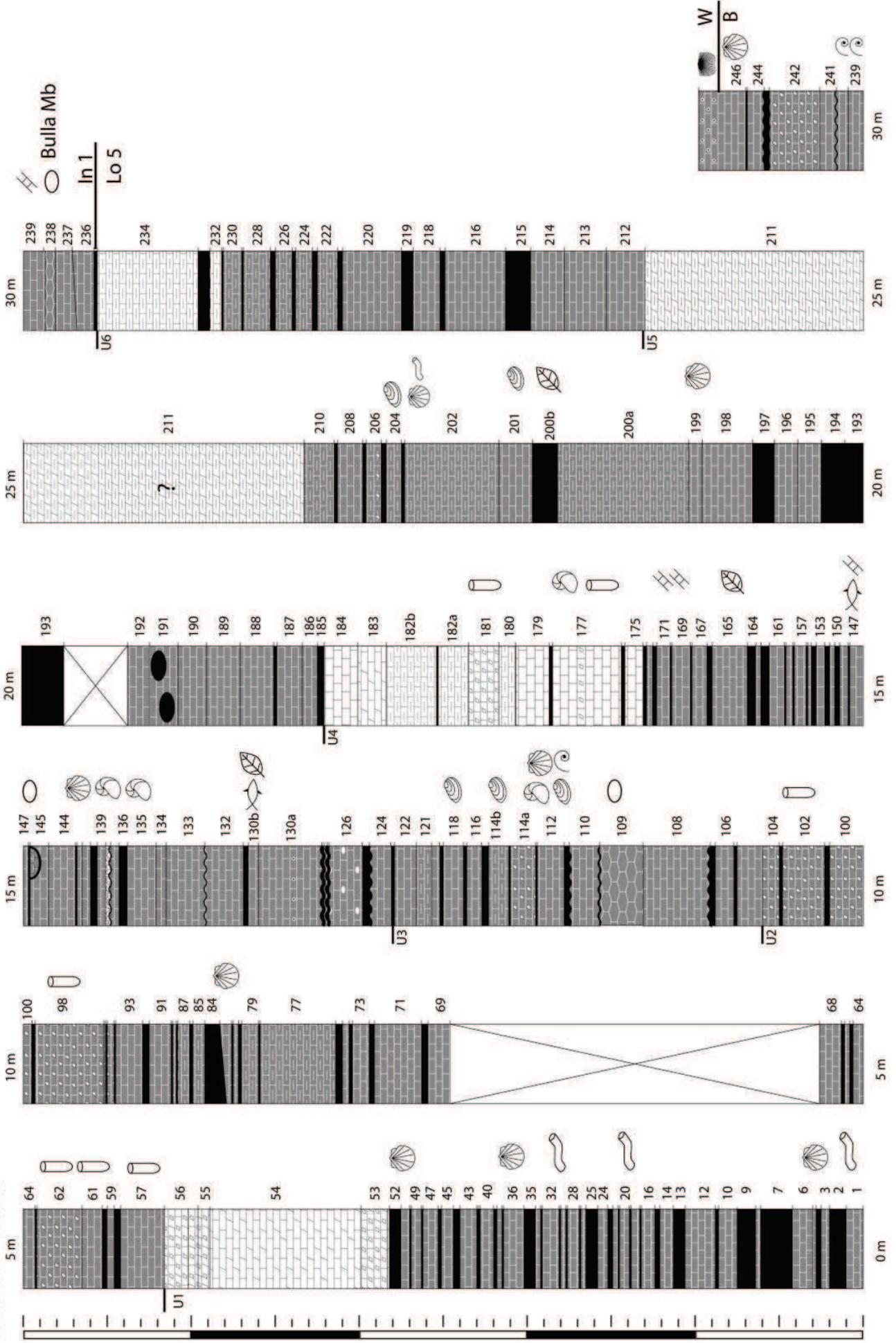


6 b

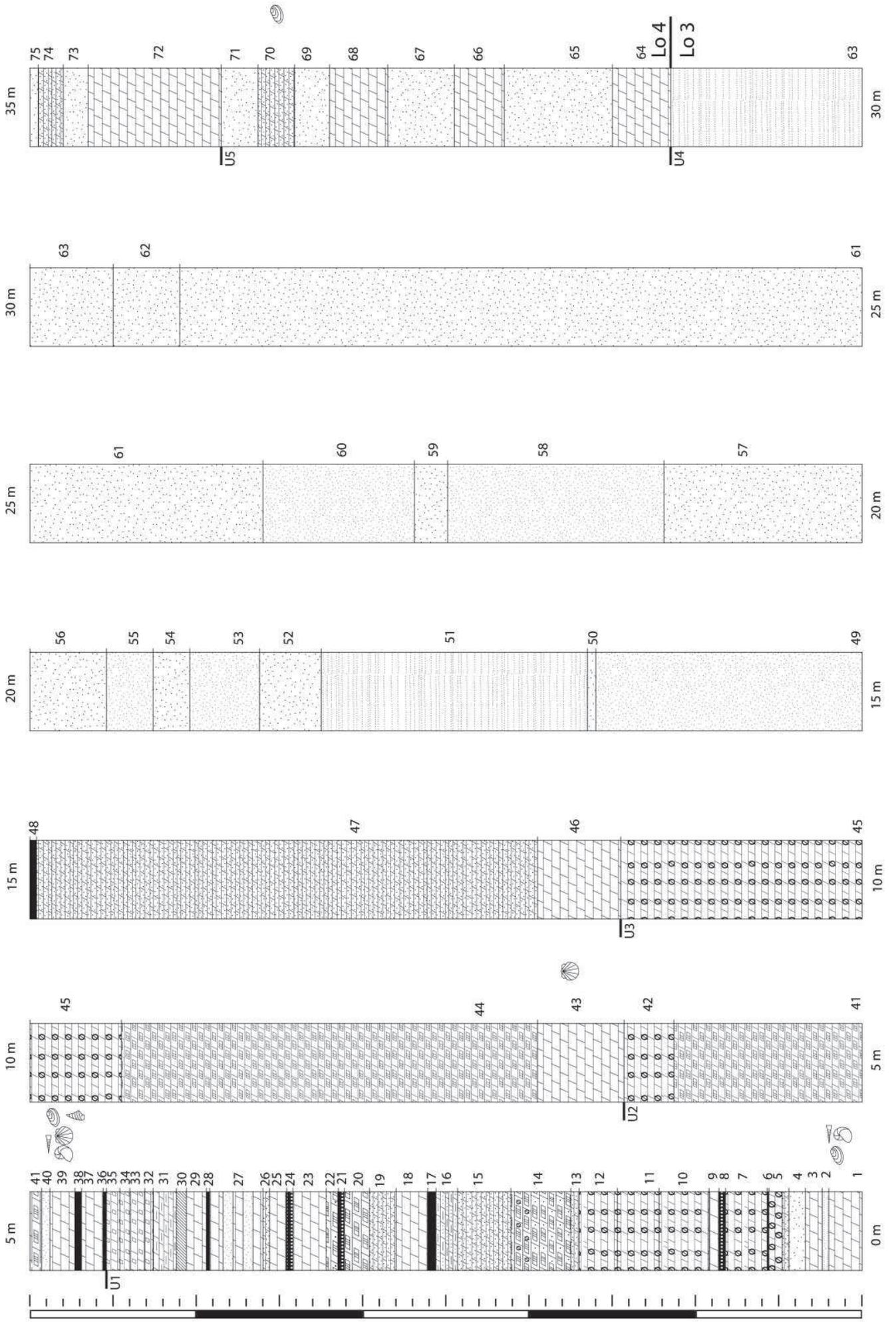
Legenda

	Marna		Arenaria gossolana
	Calcarea chiaro		Arenaria fine
	Calcarea scuro		Calcarea arenaceo scuro
	Calcarea marnoso		Marna arenacea
	Calcarea marnoso scuro		Dolomia gessoso arenacea
	Calcarea cariato		Dolomia gessosa
	Calcarea cariato scuro		Dolomia con noduli di gesso
	Calcarea oolitico scuro		Dolomia arenacea
	Calcarea nodulare		Dolomia marnoso arenacea
	Calcarea con noduli di selce		Dolomia
	Calcarea dolomitizzato		Dolomia carciata
	Calcarea dolom. cariato		Dolomia marnosa
	Calcarea dolom. arenaceo		Marna dolomitica
	Copertura		
	Noduli		Stiloliti
	Mud cracks		Oncoidi
	Bioturbazione/ tane orizzontali		Ostracodi
	Tane verticali		Rizocorallium
	Pettinidi		Resti di pesci
	Altri bivalvi		Inclusi dolomitici
	Nautiloidi		Peloidi
	Nautiloidi ortoconi		Noduli di carico
	Bellerophon		Aculei di echinoidi
	Gasteropodi		Radici
	Comelicania		Resti vegetali
	Ombonia		Alghe calcaree
	Lingula		

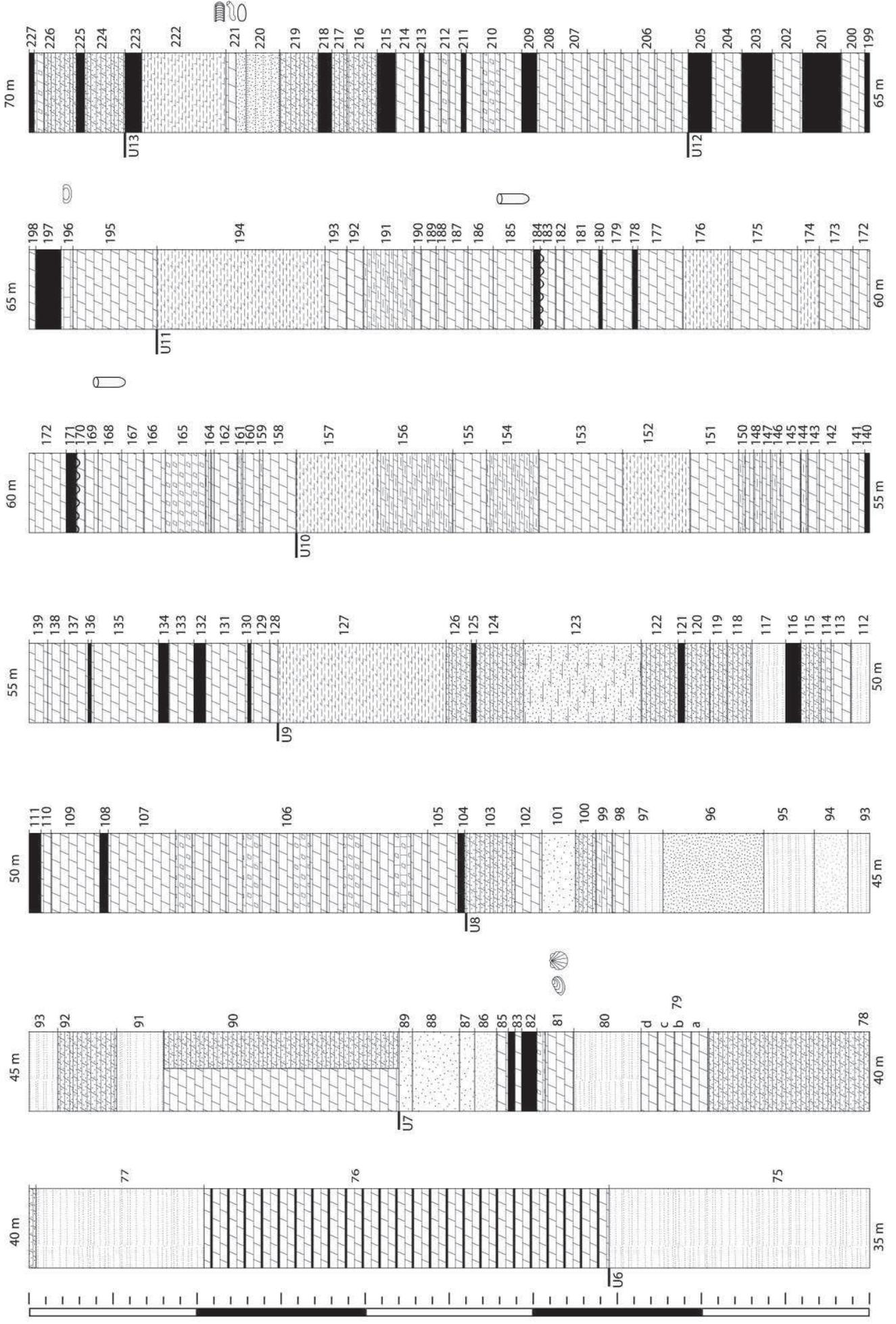
Sezione: Bulla



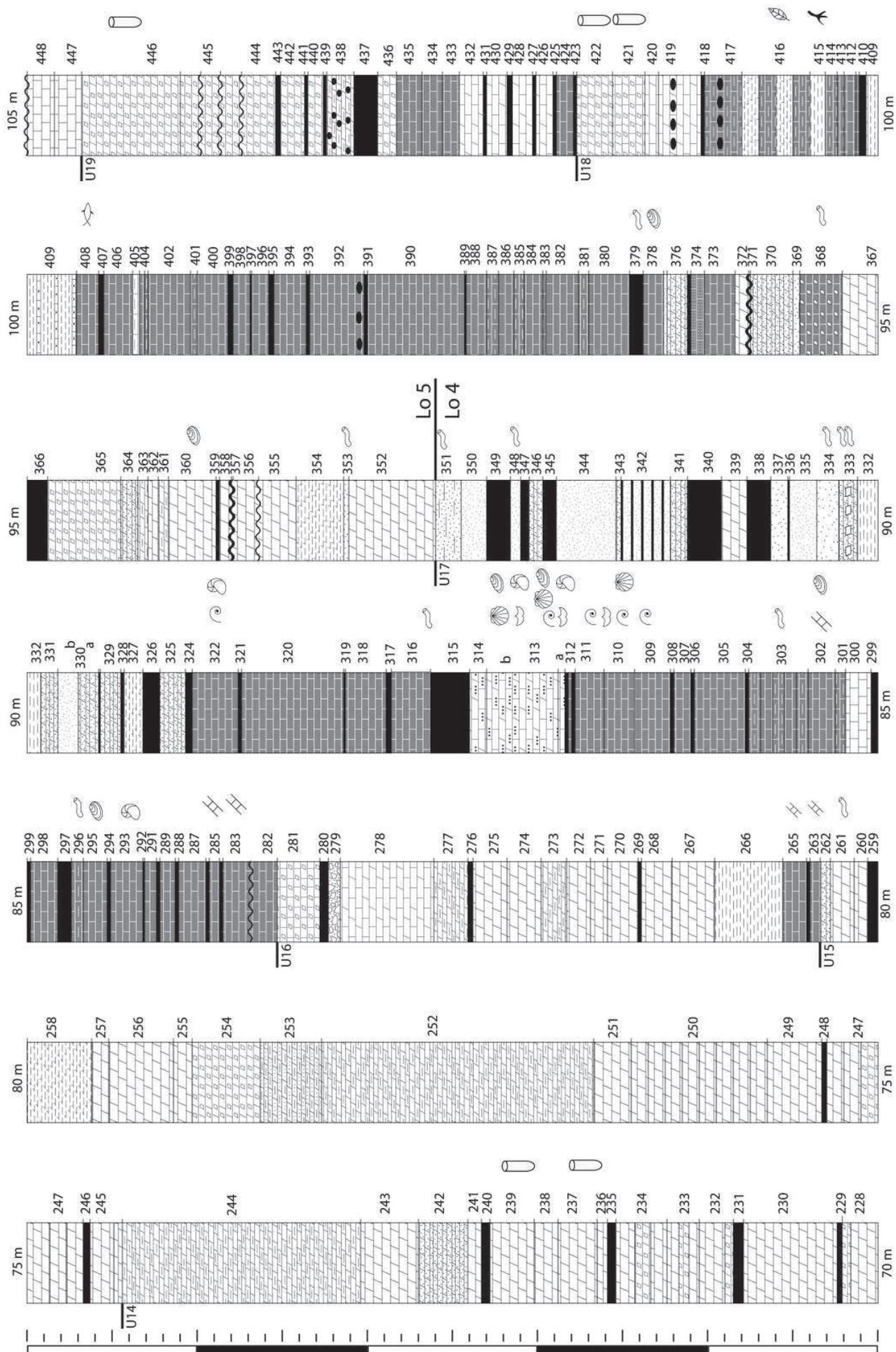
Sezione: Balest 1



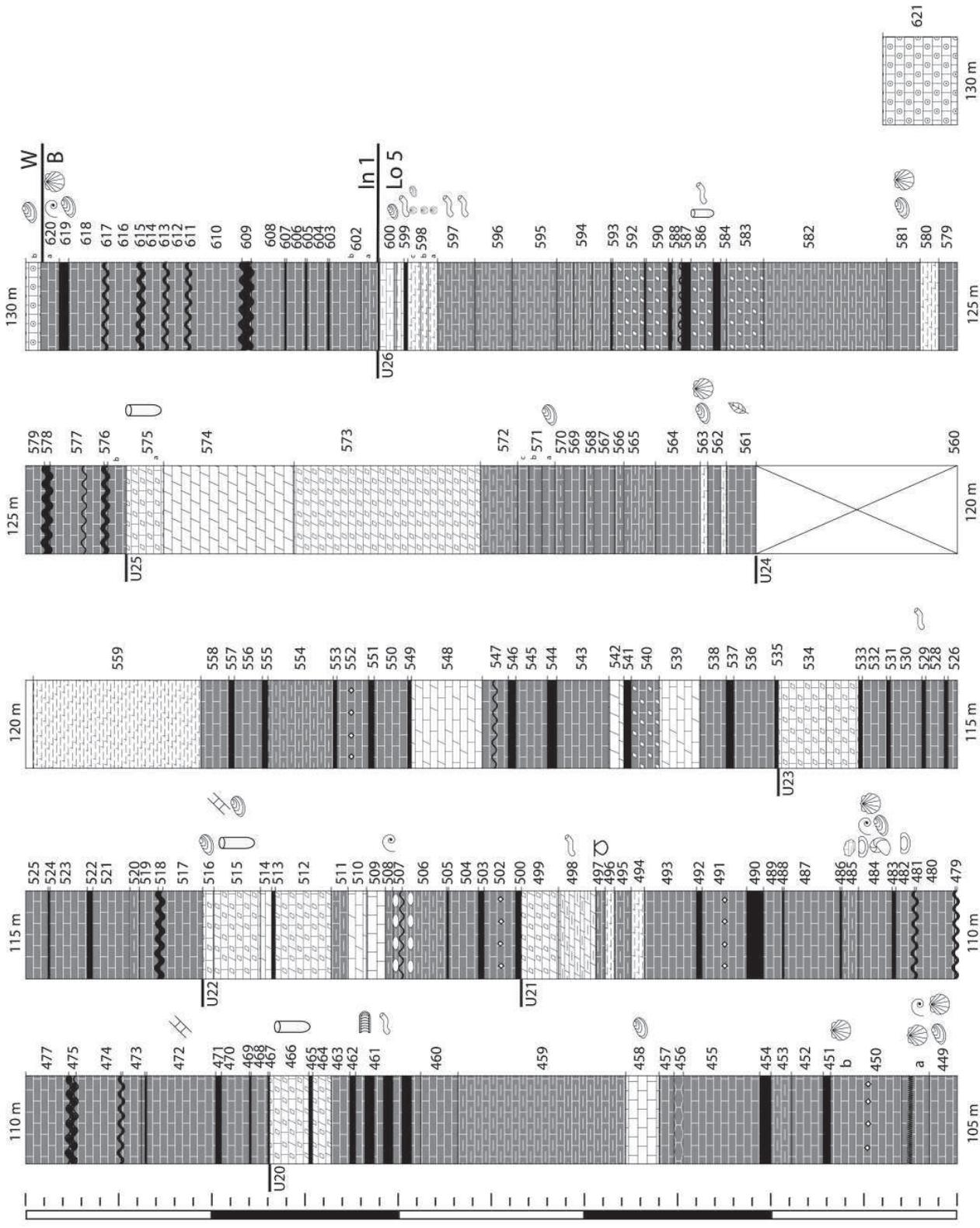
Sezione: Balest 2



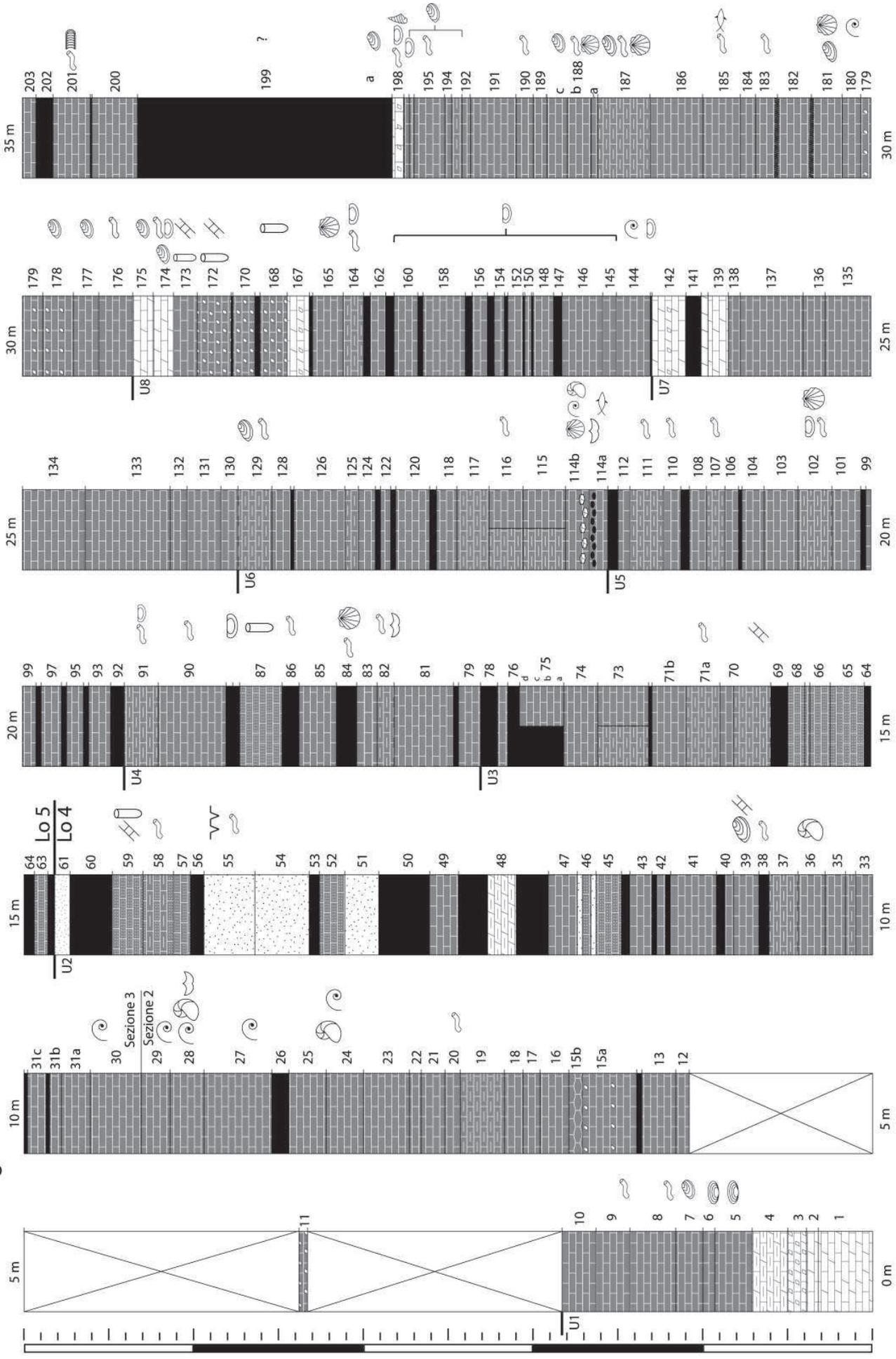
Sezione: Balest 3



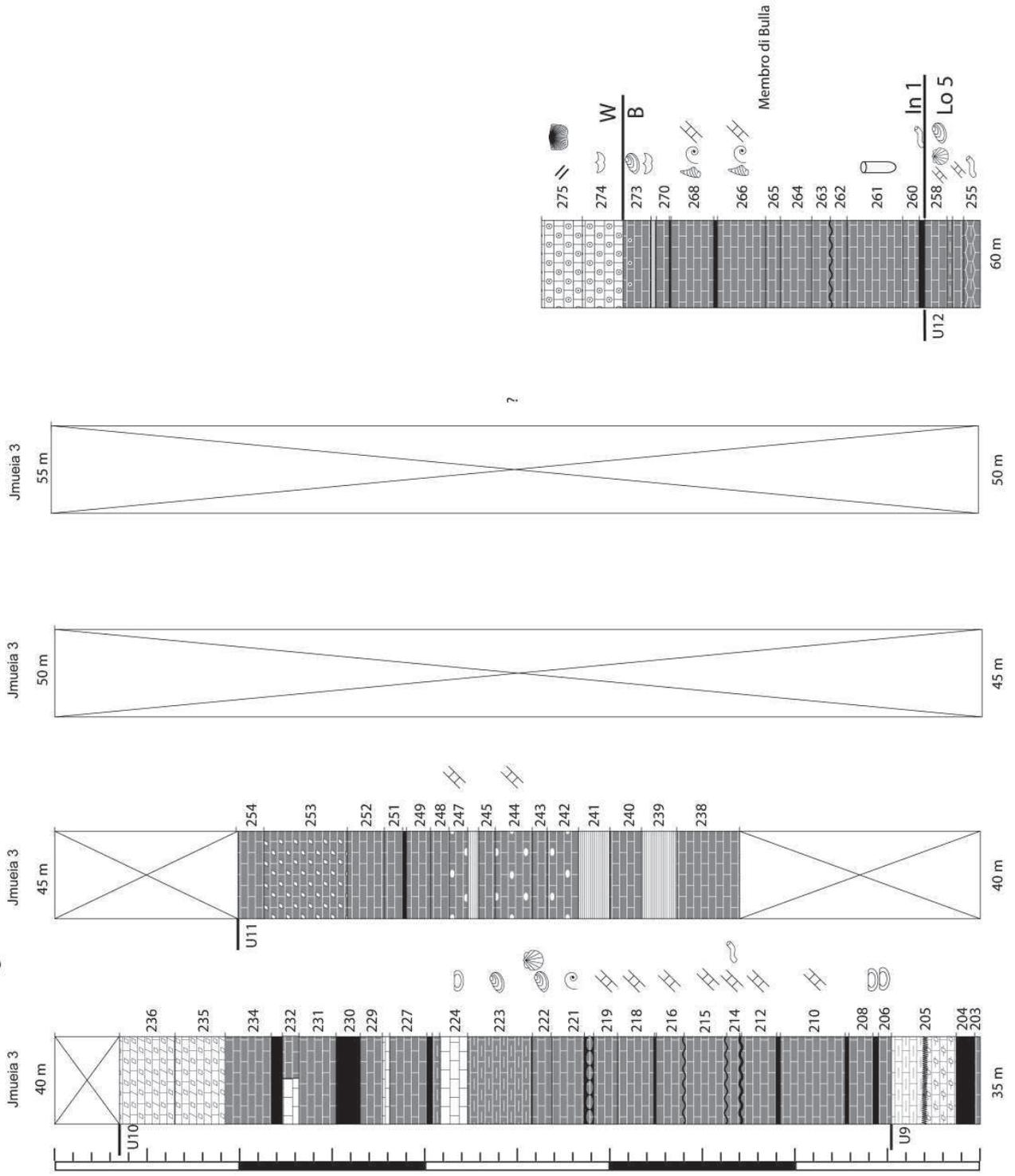
Sezione: Balest 4



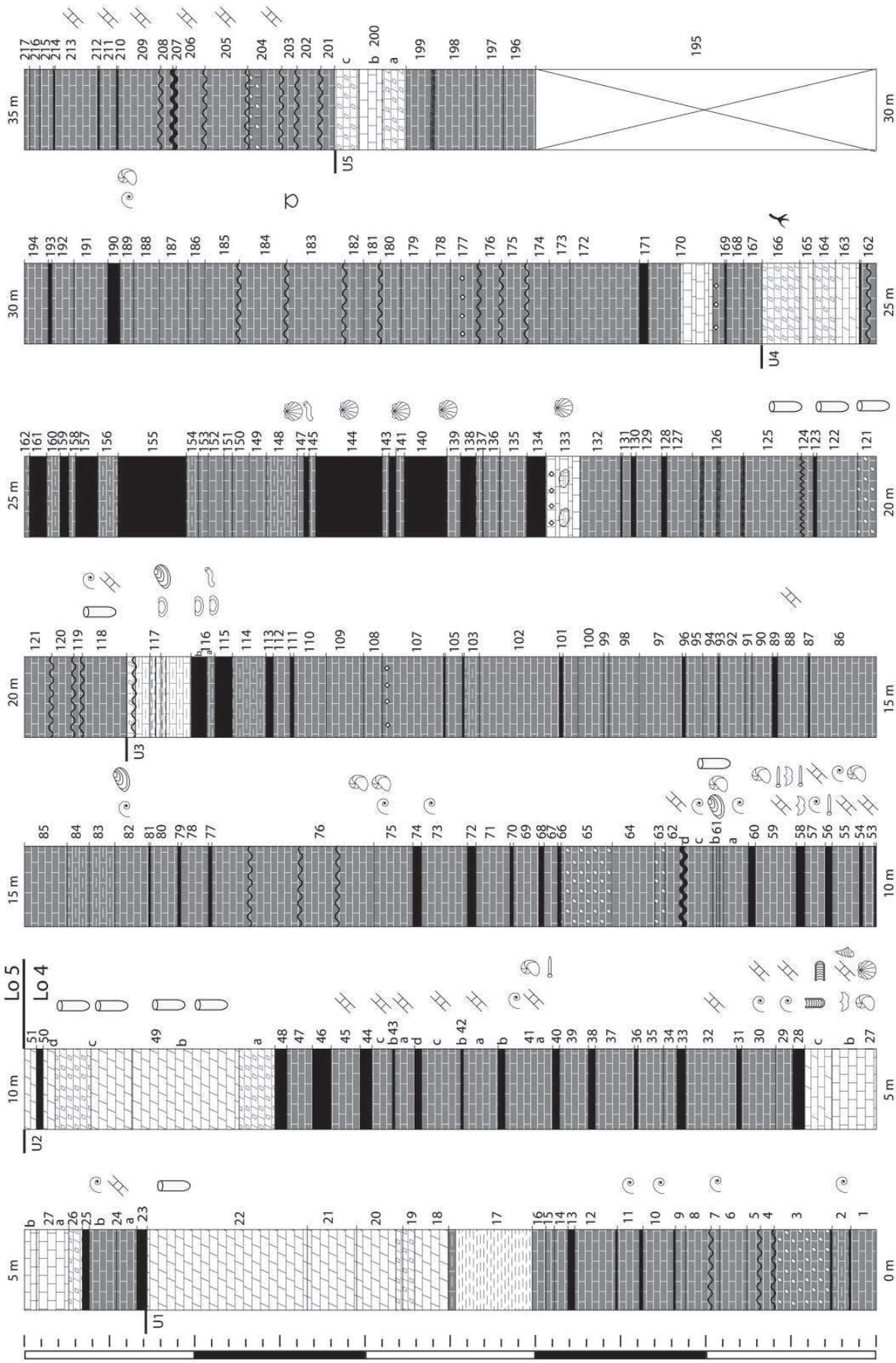
Sezione: Pic - foglio 1



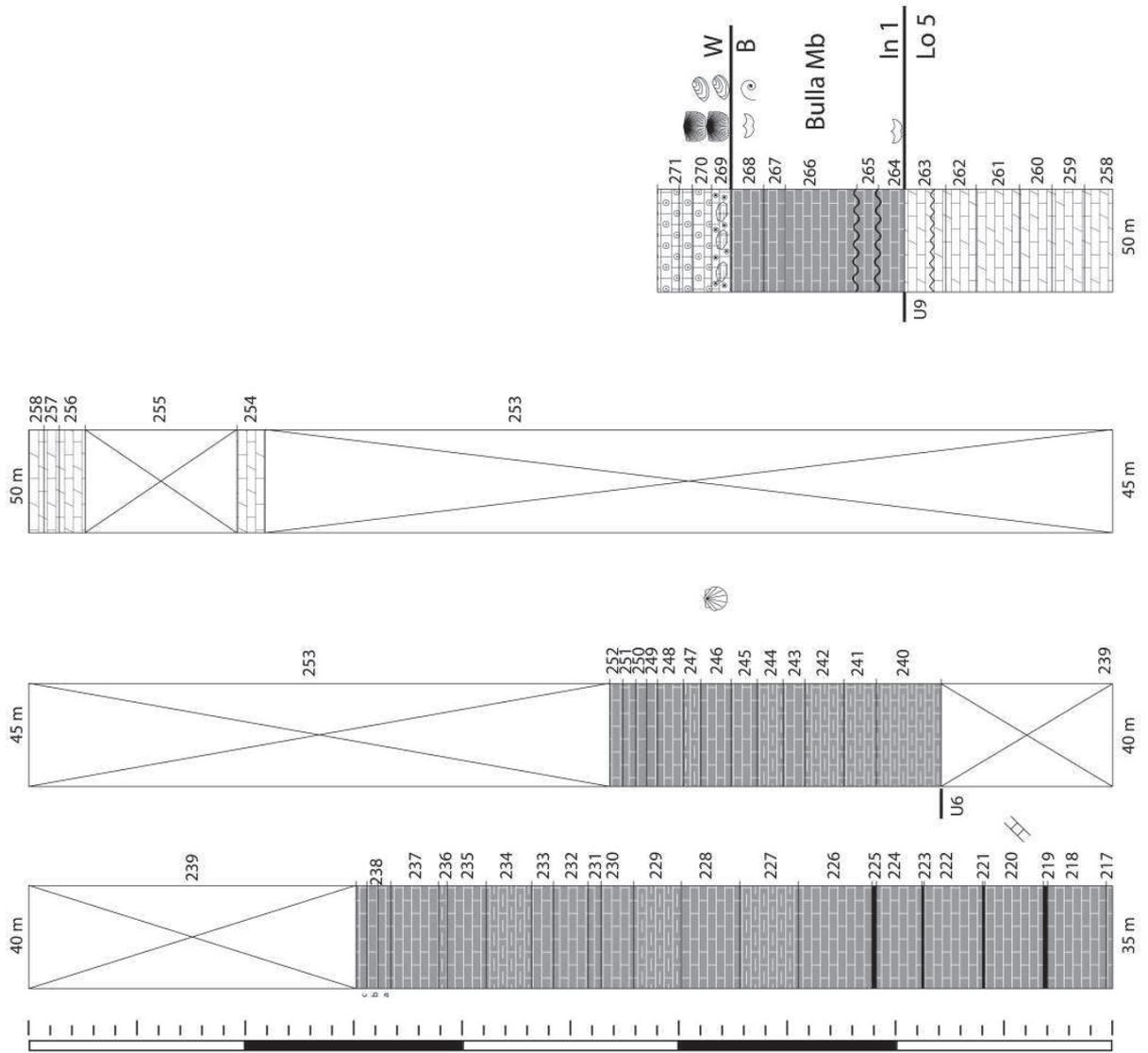
Sezione: Pic - Foglio 2



Sezione: Preroman, foglio 1



Sezione: Pre Roman, foglio 2



Sezione: Seres

