

Il Giurassico di Monte Nerone (Appennino marchigiano, Italia Centrale): biostratigrafia, litostratigrafia ed evoluzione paleogeografica

FABRIZIO CECCA* STEFANO CRESTA* GIOVANNI PALLINI** & MASSIMO SANTANTONIO*

* Servizio Geologico d'Italia, Largo di S. Susanna 13, 00187 Roma - ** Dipartimento di Scienze della Terra, Università "La Sapienza" di Roma, P. A. Moro 5, 00100 Roma.

Dedichiamo questo lavoro a Don Domenico Rinaldini, Curato di Piobbico, per averci mostrato durante tutto il lungo lavoro di terreno come si può amare, conoscere e rispettare il Monte Nerone.

RIASSUNTO

Lo studio di 15 sezioni nei sedimenti giurassici di Monte Nerone, compiuto effettuando osservazioni sedimentologiche e raccolte di ammoniti strato per strato, è alla base di questo lavoro. Dal Sinemuriano superiore al Titonico è stata riconosciuta la maggior parte delle zone ad ammoniti utilizzate nell'area mediterranea, rendendo possibile l'individuazione di una notevole lacuna di sedimentazione in gran parte del monte, compresa tra il Bajociano superiore ed il Kimmeridgiano inferiore. La datazione, a livello di zona e talvolta di sottozona, dei sedimenti giurassici, permette di calcolare le velocità di sedimentazione: per i sedimenti che precedono la lacuna tale velocità è di circa tre volte maggiore di quelli che la seguono. All'interno delle formazioni costituenti la serie giurassica di Monte Nerone e di alcune aree limitrofe, abbiamo distinto alcune litofacies precisandone i limiti nello spazio e nel tempo. Si sono evidenziati così, ove possibile a livello di zona ad ammoniti, i rapporti stratigrafici tra le litofacies delle zone riconosciute come alti strutturali con quelle delle zone più profonde. Su questa base stratigrafica assumono particolare rilievo sia la presenza di diversi fossili di facies (coralli, bivalvi, gasteropodi, brachiopodi, echinidi e crinoidi) che i fenomeni di risedimentazione riconosciuti a più livelli della serie. L'area di studio si è così delineata come un sistema di piattaforma pelagica a partire dal Carixiano medio (M. Nerone) - margine (Pieia) - bacino (Bosso) di cui è stata chiarita nel dettaglio l'evoluzione tettonico-sedimentaria nel corso del Giurassico.

I dati ottenuti, nella loro proiezione regionale, consentono qualche considerazione sul regime dinamico di questo settore dell'Appennino durante una parte dell'Era Mesozoica.

ABSTRACT

A detailed (litho- and bio-) stratigraphic work has been carried out in the Jurassic pelagic sequences exposed in the Monte Nerone, Pieia-Fondarca and Bosso valley areas. These Jurassic outcrops represent a beautifully preserved platform-platform margin/slope-basin system. Fifteen key localities were sampled bed by bed and thousands of ammonites were collected along with the additional information being obtained from the remaining outcrop areas. The complicated pattern of vertical and lateral facies changes was resolved at the ammonite zone level. The sedimentological and biostratigraphic data were thereafter utilized as forceful constraints for our palinspastic reconstructions and the final remarks concerning the tectonic and sedimentary history of this fragment of the so called Umbria-Marche geologic region.

Bosso (Basin): highly distinctive facies and thickness patterns testify the tectonics-induced birth and rapid collapse of the Bosso Basin in Late Sinemurian times (Turneri Zone). While the Mt. Nerone area was remaining in shallow water conditions as a carbonate-producing, small isolated platform, impressive volumes of carbonate sands and larger lithic fragments were transported downwards, via a faulted bypass margin (not exposed at present), into the newly formed basin. Here these were deposited as graded turbidite beds and slumped and associated debris flow deposits. Slumped turbidite beds document the highly unstable setting at the foot of the inferred fault scarp, while micritic, sometimes ammonite-bearing levels represent the "background" basinal sedimen-

tation. From the Middle Carixian onwards also the resedimented deposits of the Bosso Valley sequence became pelagic, following the drowning event which affects the Monte Nerone area causing the neritic carbonate production to be halted. In the Toarcian and Aalenian the widespread slumped beds testify a period of instability in the basin, possibly related to minor adjustments in the fault-block system. The greater part of the Toarcian (namely the Rosso Ammonitico umbro-marchigiano fm.) displays sharply lowered sedimentation rates (few mm/s/1000 years). A hardground marks the base of the unit in both platform and basinal areas, followed by more clayey and marly lithotypes. From the Middle Jurassic onwards the sedimentation reflects more stable conditions at the sea-bottom, being mainly made up of current-laminated or diluted turbidity current deposits. The Late Bajocian-Earliest Kimmeridgian sediments contain a high proportion of secondary cherts and represent a prolonged period of crisis in the production of pelagic carbonate (and in its preservation at the sea bottom) as well as in the overall diversity of carbonate-shelled organisms. Ammonites are totally absent, thin-shelled "Posidonids" are dominant up to somewhere in the Callovian; then they almost totally disappear and radiolarian tests are virtually the only sediment being deposited and preserved in Callovian (p.p.) to earliest Kimmeridgian times. In this interval the ages could only be detected by means of radiolarian stratigraphy. Then pelagic carbonates follow again and in the Late Tithonian the passage to the white calcipionellid-rich Maiolica Fm. can be seen.

Pieia-Fondarca (platform margin/slope). This area remained in shallow water during the first recognizable, Sinemurian extensional event leading to the creation of the Bosso basin: it was part of the Monte Nerone platform, where Calcare Massiccio-type sedimentation continued until the base of the Pliensbachian. Thin pelagic, ammonitiferous and bioclastic micrites were then deposited, as a result of widespread drowning of the platform, which turned into a pelagic carbonate platform at the end of the Early Carixian. Soon after, however, the Pieia-Fondarca area collapsed, following another tectonic phase which restricted the platform area and created a stepped margin towards the Bosso basin (SE). This younger fault can be traced in the field as an approximately NNE-trending line. The remainder of the Pliensbachian sedimentation is made up of soft pebble conglomerates with occasional fallen blocks of "Calcare Massiccio", reflecting instability of this intermediate step, at the foot of the new, fault-related, bypass margin. Toarcian and Aalenian sediments seem to be missing in this area. Bajocian to Early Kimmeridgian deposits are remarkably similar to those of the basinal Bosso section, being composed by well bedded and laminated "Posidonia"-rich, then Radiolarian-rich limestones, cherty limestones and cherts reaching some 40 metres in thickness. The following Late Kimmeridgian-Early Tithonian sediments display, on the other hand, rather unique characters. They make up a prism of variable thickness (thinning towards the platform as well as towards the Bosso area) which is mainly constituted by red calcareous turbidites, slumped beds and associated debris flow deposits, interbedded with nodular, ammonitiferous limestones and marls, non-turbiditic sands with abundant aptychi, echinoids and brachiopods and hummocky cross-bedded storm deposits. The rese-

dimented beds are clearly slope deposits; they appear to be interbedded with pelagic platform deposits. In our interpretation this means that the relief between the Mt. Nerone and Pieia-Fondarca areas was progressively attenuated. A slope was thus created, following the burial of the submarine escarpment, and the platform margin was switched from bypass to accretionary mode. The nodular beds, the storm deposits and the levels rich in well preserved benthic faunas testify a phase of progradation of the pelagic carbonate platform. Noteworthy some of this beds are well dated (Semiforme Zone - Early Tithonian) and they can be exactly correlated to a maximum in hermatypic coral development on Mt. Nerone (see below). This phase was apparently disturbed by seismic activity occurring on the structural step causing pronounced slope instability.

Monte Nerone (platform). The platform deposits differ from the above described facies in that they are: 1) devoid of any kind of gravity flow deposits; 2) rich in macrofaunas, especially ammonites; 3) they make up a markedly thinner and abbreviated sequence. On Mt. Nerone the "Calcare Massiccio" facies persisted until the Early Carixian, indicating a high energy, sand shoal environment in intertidal and (chiefly) shallow subtidal conditions. This is followed by a sequence of cephalopod-rich pelagic limestones with various amounts of accompanying shelly faunas, including mostly bivalves, gastropods, brachiopods and echinoderms. These characterize the pelagic carbonate platform facies which developed following drowning to lower photic or aphotic depths. The limestones are often noticeably nodular, mainly due to bioturbation (Thalassinoides, Chondrites, etc.) and/or early diagenetic lithification (Bugarone inferiore Fm, Late Toarcian to Early Bajocian). Dolomitization can further enhance this texture. A very important hiatus affects the platform, causing the Lower Kimmeridgian (Divisum Zone) to be paraconformably resting over the Lower Bajocian (Humphriesianum Zone). This about 22 My long gap corresponds strikingly to hiatuses detected in other similar intrabasinal highs throughout the Umbria-Marche region. The cause for such a gap is still uncertain as it is neither associated to clear traces of submarine omission or erosion nor to distinctive signs of subaerial exposure. In the Early Kimmeridgian to Tithonian Bugarone Superiore Fm. benthic faunas (mostly brachiopods) co-occur with well preserved ammonites. The computed sedimentation rates are now as low as about 0.5 mm/1000 years, clearly reflecting alternating deposition and short diastems, undetectable by means of ammonite biostratigraphy. In the Lower Tithonian encrusting hermatypic corals can be relatively frequent, especially in the Darwini and Semiforme Zones. The transition to the Maiolica Formation is here extremely gradational and dolomitized and a clear lithologic change occurs only in the Lower Neocomian. The base of the unit was investigated by means of calpionellid stratigraphy.

Towards the northern edge of the Mt. Nerone platform, there is a clear evidence for a gradual transition towards another basin. In the Infernaccio-Ranchi area there are slump deposits in the Aalenian (filling an erosional - scars? - surface) and a thin wedge of radiolarian cherts and cherty limestones is sandwiched between the Bugarone Inferiore and Bugarone Superiore Formations. The cherts are partly coeval to the hiatus seen on top of the platform (where the wedge thins out) as well as to the first Kimmeridgian deposits (Divisum and Compsum Zones), to which they are clearly interfingered (Campo al Bello). Thus it appears that the pelagic carbonate platform facies was restricted in the Aalenian (slope deposits over platform deposits at Infernaccio-Ranchi). The northern part of the Mt. Nerone area then remained a gently sloping area until, in Early Late Kimmeridgian times, the platform facies, rich in cephalopods, was able to spread over the thin (few metres) siliceous sequence. It is unclear at present whether the creation of this slope can be related to an even modest tilting of the Mt. Nerone block towards the North (also responsible for bed sliding) or (less probably) to purely morphological causes, that is it follows erosion (or failure?) of part of the northern edge of the platform.

The results we achieved in our study area, coupled with our general knowledge of the Umbria-Marche region, allow us to do some general geological remarks.

The main rifting phases in our region probably took place in Late Triassic and Earliest Jurassic times, as evidenced by relevant, long known, thickness changes in the Calcare Massiccio Formation. The high carbonate production rates, however, were able to keep the whole area in shallow water conditions. In Late Sinemurian (Turneri Zone)-Lotharingian times rifting created a strong submarine relief as well as drastic differences in thickness and facies which are recorded in the various sedimentary sequences. As an example, the vertical offset of the liassic border fault separating Mt. Ner-

one from the Bosso basin had to be in the order of 600-700 metres. The Bosso was an asymmetric basin, due to block rotation towards NW and it was connected, via a gentle slope, to another submarine high area lying SE (Monte Acuto). The other, Pliensbachian, tectonic phase, responsible for the backstepping of the Mt. Nerone platform, created offsets in the order of about 100 metres. For the rest of the Jurassic clues for relevant sin-sedimentary faulting are missing in our study area, though evidence for marked slope instability can be detected in the Aalenian and in the Kimmeridgian and Lower Tithonian. Local rejuvenations of liassic faults have been reported in our region usually as a cause for explaining rockfall and mass flow deposits. We do not know at present to which extent could these inferred movements have modified the gross morpho-structural pattern of the affected areas. As already noticed by other Authors, most of the Jurassic sequences appear as filling sequences tending (though with no full success) to smooth the liassic relief out. This is clearly seen at the observed platform-basin transitions in our area. Importantly, submarine high areas (pelagic carbonate platforms), like the Mt. Nerone area, were able to stay at moderate depths (say 50-200 metres) through most of the Jurassic. They were at photic depths and in the reach of storm waves at least during the Early Tithonian. Also, Tithonian hermatypic corals are widespread in condensed pelagic sequences throughout the Umbria-Marche region.

We may then conclude that there was virtually no regional thermal subsidence during most of the Jurassic following the tectonic pulses of the Lias; the classic "stretching" model, used for rifted basins, is not entirely valid here. A widespread deepening of depositional sites only occurred, in our view, in Early Cretaceous times, accompanied by local rejuvenations of the liassic faults or creation of new elements. This contrasts with models developed for other, adjacent, Tebtyan regions (e.g. eastern Southern Alps) and calls for different explanations. As suggested by some Authors, the thick evaporitic substrate may have played a role.

KEY WORDS

Jurassic, Lithostratigraphy, Biostratigraphy, Paleogeography, Ammonites, Central Apennines.

INDICE

- 1 - Introduzione e scopi del lavoro
- 2 - Studi precedenti.
- 3 - Litostratigrafia
 - 3.1 - Settore del Torrente Bosso
 - 3.2 - Settore di Pieia.
 - 3.2.1 - Sezione di Pieia-strada.
 - 3.2.2 - Sezione di Pieia-cava
 - 3.2.3 - Sezione della Fondarca.
 - 3.2.4 - Sezione di Pieia-paese.
 - 3.3 - Settore Bugarone - Fosso Pisciarelli.
 - 3.4 - Settore Infernaccio - Campo al Bello.
 - 3.5 - La formazione della Maiolica nei settori Bugarone - Fosso Pisciarelli e Infernaccio - Campo al Bello.
- 4 - Biostratigrafia.
 - 4.1 - Velocità di sedimentazione e biostratigrafia.
 - 4.2 - Inquadramento biostratigrafico dei sedimenti del Giurassico inferiore.
 - 4.2.1 - Sinemuriano.
 - 4.2.2 - Lotharingiano.
 - 4.2.3 - Carixiano.
 - 4.2.4 - Domeriano.
 - 4.2.5 - Torciano.
 - 4.3 - Inquadramento biostratigrafico dei sedimenti del Giurassico medio
 - 4.3.1 - Aaleniano.
 - 4.3.2 - Bajociano inferiore.
 - 4.4 - Inquadramento biostratigrafico dei sedimenti del Giurassico superiore-Berriasiano
 - 4.4.1 - Considerazioni sulla biostratigrafia ad ammoniti del Giurassico superiore.
 - 4.4.2 - Berriasiano.

- 4.4.3 - Dati biostratigrafici ottenuti in base ai calpionellidi
- 5 - Evoluzione paleogeografica.
- 5.1. - Tettonica e sedimentazione.
- 5.1.1 - Sinemuriano superiore - Carixiano inferiore.
- 5.1.2 - Carixiano medio-Domeriano.
- 5.1.3 - Toarciano-Bajociano inferiore.
- 5.1.4 - Bajociano superiore - Kimmeridgiano inferiore p.p.
- 5.1.5 - Kimmeridgiano inferiore p.p. - Titonico inferiore.
- 5.2 - Discussione e interpretazione.
- 5.2.1 - Tempi e modalità del rifting.
- 5.2.2 - Sedimentazione e paleobatimetria.
- 5.2.3 - Disponibilità e conservazione del Carbonato di Calcio.
- 5.2.4 - Variazioni faunistiche.
- 5.2.5 - La lacuna.
- 5.2.6 - Considerazioni regionali.
- 6 - Conclusioni
- Riferimenti bibliografici.

1. INTRODUZIONE E SCOPI DEL LAVORO

La grande quantità di affioramenti naturali, generalmente di facile accesso, la varietà di facies e l'ottima esposizione delle serie stratigrafiche che permettono di ricostruire i rapporti tra zone di alto strutturale e di bacino, fanno del settore di M. Nerone un'area classica, di riferimento per il Giurassico umbro-marchigiano. In molti lavori dedicati a questo argomento, oggetto a tuttoggi di dibattiti e dispute a carattere scientifico, compaiono infatti riferimenti a sezioni studiate in questo settore dell'Appennino marchigiano.

Benché le ottime condizioni di esposizione delle serie favoriscano studi di dettaglio a carattere biostratigrafico e sedimentologico, un lavoro monografico sull'area di M. Nerone basato sul rilevamento strato per strato e sulla corretta datazione dei vari livelli per mezzo delle ammoniti (quando presenti), non era finora mai stato proposto. Abbiamo quindi sentito l'esigenza di affrontare questo lungo studio, iniziato nel settembre 1984, allo scopo di:

- perfezionare le nostre conoscenze della successione biostratigrafica delle ammoniti giurassiche dell'Appennino marchigiano, con particolare riguardo per quelle ancora poco conosciute del Dogger - Malm;
- ottenere un quadro litostratigrafico basato su rilevamenti stratimetrici precisi, datazioni fini e raccolte del maggior numero di osservazioni possibili sui sedimenti e sui risedimenti;
- inquadrare nel tempo le fasi dell'evoluzione tettonico-sedimentaria di questo settore dell'Appennino.

Il modello di evoluzione paleogeografica proposto ed in particolare la ricostruzione dei rapporti tra un alto strutturale ed un bacino, entrambi caratterizzati da sedimentazione pelagica, è stato costruito su queste basi. Questo tipo di analisi è stato condotto in corrispondenza del margine sud-orientale della struttura; le osservazioni ed i dati raccolti nelle altre aree di bacino che circondano l'alto strutturale del M. Nerone (Cecca *et al.* 1987a; Kálin & Ureta, 1988) non sono stati integrati nei modelli palinospastici proposti.

2. STUDI PRECEDENTI

Molte delle serie esposte nel settore di M. Nerone sono state menzionate in lavori di carattere generale sulla

geologia del Giurassico umbro-marchigiano (Spada Lavinì & Orsini, 1855; Zittel, 1869; Bonarelli, 1893; Principi, 1921; Selli, 1954; Centamore *et al.* 1969, 1971; Colacicchi *et al.* 1970; Colacicchi & Piali, 1971, 1973; Bernoulli, 1971, 1972; Piali, 1971; Jacobacci *et al.*, 1974; Elmi, 1981a, b; Farinacci *et al.*, 1981b; Immerz, 1985; Cecca & Santantonio, 1986; Cresta & Pallini, 1986; Cresta *et al.*, in stampa).

Le serie del M. Nerone sono note anche per il loro contenuto paleontologico (Zittel, 1870; Bonarelli, 1893; Ferretti, 1970, 1972, 1975; Pallini & Schiavinotto, 1981b; Santantonio 1986b, c; Manni & Nicosia 1986, 1987; Cecca, questo vol.; Cecca & Santantonio, in stampa; Cresta, in stampa; Cresta *et al.*, in prep.).

Tra i lavori a carattere geologico - stratigrafico meritano particolare menzione quelli di Centamore *et al.* (1971), Elmi (1981b) e Immerz (1985).

Centamore *et al.* presentano un primo studio lito-biostratigrafico di un certo dettaglio del Giurassico umbro-marchigiano. Molte delle sezioni di M. Nerone note in letteratura e da noi studiate nel presente lavoro furono esaminate da questi Autori. Le datazioni si basavano essenzialmente su dati micropaleontologici, senza alcun controllo per mezzo delle faune ad ammoniti.

Elmi, sulla base anche di datazioni effettuate per mezzo delle ammoniti, studia i rapporti esistenti nel Lias e nel Dogger fra le aree del M. Nerone, del M. Catria e del Bacino di Valdorbia. Egli evidenzia anche la causa paleotettonica del brusco cambiamento di facies e di spessori esistente tra l'alto strutturale di M. Nerone e l'attiguo bacino del T. Bosso. L'Autore propone quindi il nome di "linea di Pianello" per designare l'accidente giurassico da lui individuato.

Immerz, in uno studio esclusivamente dedicato all'area di M. Nerone, riconosce quattro tipi di facies: facies di alto strutturale, di pendio superiore, di pendio inferiore e di bacino, prendendo in considerazione le variazioni di spessore e i depositi risedimentati. Il non riconoscimento di lacune di sedimentazione sull'alto strutturale è da imputarsi alla mancanza di dati biostratigrafici originali.

3. LITOSTRATIGRAFIA

La sedimentazione giurassica che caratterizza l'appennino umbro-marchigiano, cui l'area di M. Nerone appartiene, è dominata nel suo insieme dai carbonati, dapprima di origine neritica come prodotti dell'attività di una piattaforma carbonatica di tipo bahamiano e in seguito di origine pelagica.

Ai carbonati si associano sedimenti argillosi e sedimenti organogeni a radiolari che, in precisi intervalli stratigrafici, danno luogo a litotipi che interrompono la sedimentazione calcareo-prevalente. A questi corrispondono le formazioni delle Marne del M. Serrone e del Rosso Ammonitico nel Toarciano, in relazione all'apporto argilloso, e la formazione dei Calcari diasprigni nell'intervallo Calloviano-Kimmeridgiano quando, in assenza quasi totale di apporto carbonatico, si realizza una preponderante sedimentazione organogena a radiolari.

Lo studio più recente riguardante le unità litostratigrafiche della successione giurassica umbro-marchigiana è quello di Cresta *et al.* (in stampa) al quale si rimanda per i caratteri generali delle formazioni. Le differenze esistenti tra lo schema stratigrafico proposto da questi autori e

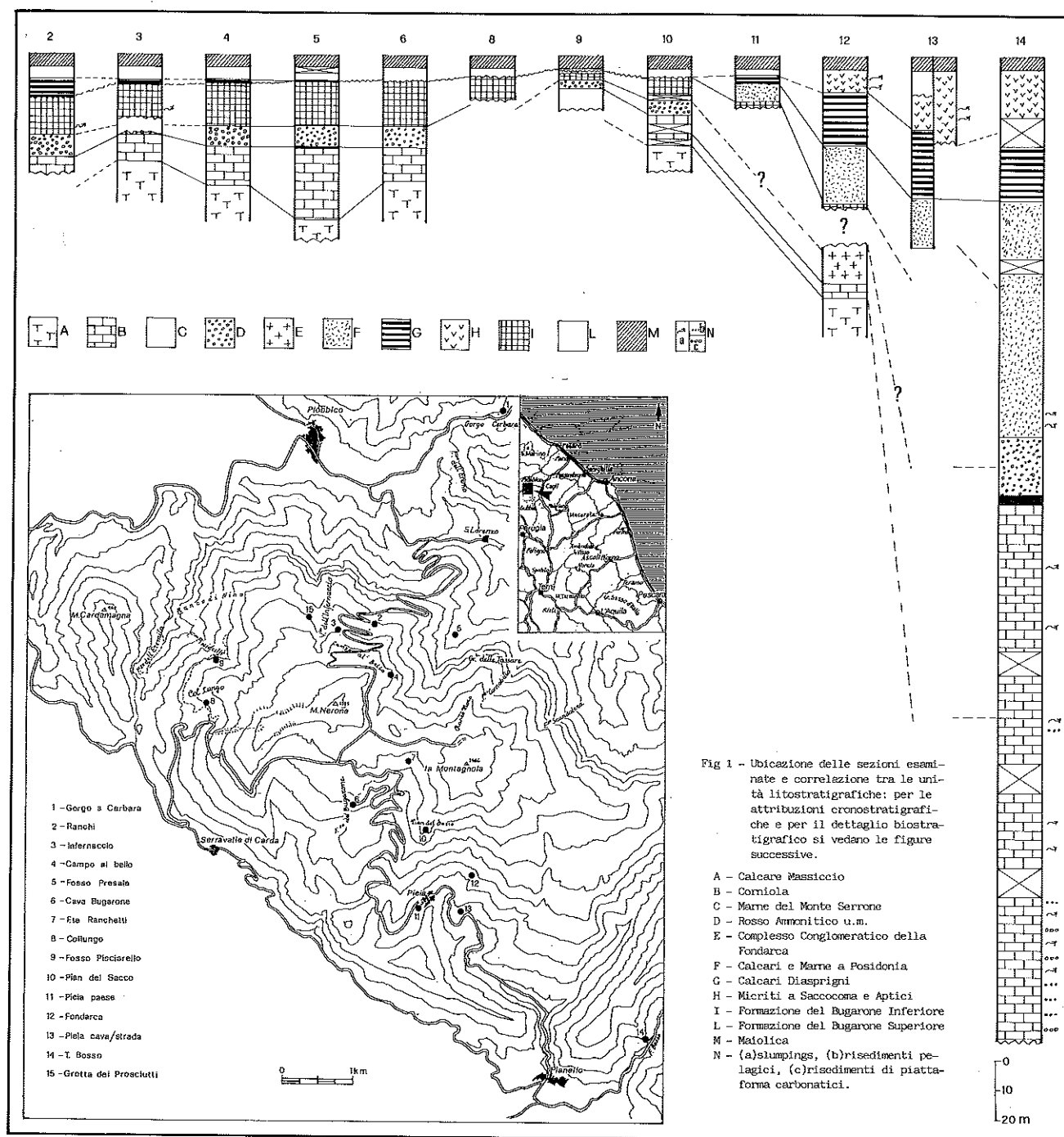


Fig. 1 - Correlazioni litostратigrafiche e ubicazione delle sezioni studiate.

quelli utilizzati nella cartografia geologica in scala 1:50.000 riguardano le età delle formazioni e la minore contrapposizione nomenclaturale tra le serie di alto strutturale e le serie di bacino.

In questo capitolo vengono sinteticamente esposti gli aspetti litostратigrafici delle serie esaminate; gli aspetti biostratigrafici, essenzialmente riguardanti le successioni ammonitifere delle zone di alto strutturale, saranno trattati in un capitolo specifico. La gran parte delle informazioni, ottenute dalle osservazioni effettuate strato per strato nelle diverse sezioni, è rappresentata graficamente nelle colonne stratigrafiche; il testo sarà quindi limitato a dati di carattere generale e alle descrizioni di

quei particolari sedimentologici di difficile rappresentazione grafica. Una maggiore enfasi viene data alle caratteristiche sedimentologiche dei depositi risedimentati in virtù delle indicazioni che essi forniscono rispetto all'evoluzione tettonico-sedimentaria del margine sud-orientale dell'area studiata. Ne consegue un sensibile sbilanciamento a favore delle aree del T. Bosso e di Pieia rispetto alle zone di alto strutturale nelle quali la sedimentazione si presenta meno disturbata e più omogenea.

In questo lavoro viene utilizzato il termine "piattaforma carbonatica pelagica" (PCP) nell'accezione proposta da Santantonio (1987). Tale termine, che si riferisce ad alti intrabacinali a sedimentazione calcarea pelagica, viene

preferito a "seamount", a "plateau" ed altri simili (pelagic swell, ecc.) in quanto questi termini vengono utilizzati estesamente in letteratura soprattutto oceanografica per rilievi di origine vulcanica, generalmente impostati su crosta oceanica.

Le piattaforme carbonatiche pelagiche (PCP) sono normalmente elementi morfostrutturali individuatisi su crosta continentale in tempi di rifting, generalmente per annegamento di piattaforme carbonatiche produttive. Essi possono persistere anche per lunghi periodi dello stadio "post rift" configurandosi come altotondi a sedimentazione condensata costituenti l'area sorgente di depositi di crollo e di flusso gravitativo.

Le PCP possono essere fondamentalmente suddivise in due grandi categorie. L'appartenenza o all'una o all'altra categoria riflette la storia tettonica e deposizionale dei singoli elementi:

1. PCP s.s., in cui l'interfaccia deposizionale è pressoché orizzontale (es. horst);
2. rampe carbonatiche pelagiche, in cui l'interfaccia deposizionale è inclinato di qualche grado (es. blocchi ruotati) e nelle quali la facies di piattaforma pelagica occupa le zone meno profonde. In questo secondo caso esistono transizioni graduali alle facies bacinali, definite attraverso il loro maggiore spessore e la presenza di depositi risedimentati.

L'uso di un termine come "piattaforma carbonatica pelagica" (vedi anche Vai, 1980) serve a qualificare appropriatamente un vero e proprio sistema deposizionale. Questo, tra le molte, fondamentali, differenze, può condividere con le classiche piattaforme carbonatiche produttive la natura e la nomenclatura dei margini (di bypass, accrezionale ecc.) e la loro dinamica spazio-temporale (progradazione, stazionarietà ecc.).

Le descrizioni delle sezioni sono ripartite in funzione dell'ubicazione di queste rispetto a quattro settori a distinto regime sedimentario. I quattro settori sono:

- settore del T. Bosso, corrispondente ad un'area di bacino;
- settore di Pieia, corrispondente ad un'area di margine;
- settore Bugarone-Fosso Pisciarelli, corrispondente ad un'area di PCP;
- settore Infernaccio-Campo al Bello, corrispondente ad un'area di PCP caratterizzata però della presenza di intercalazioni dei litosomi siliceo e argilloso.

3.1. SETTORE DEL T. BOSSO

Il rilevamento della sezione, conosciuta in letteratura con il nome di sezione del T. Bosso, inizia lungo la strada che da Secchiano conduce a Pianello (fig. 1). La serie inizia con la parte basale della Corniola; il contatto con il sottostante Calcare Massiccio non è esposto. A causa di lacune di osservazione (faglie?) la sezione è composta da diversi spezzoni, contraddistinti da lettere maiuscole nel testo e nella colonna stratigrafica sintetica di fig. 2, in successione stratigrafica come confermano le faune presenti nei vari livelli.

Corniola - Lo spessore totale misurabile supera i 200 metri; bisogna però tenere conto del fatto che la base della formazione non è esposta.

A - Per uno spessore di oltre 75 metri comprende gli spezzoni illustrati nelle figg. 3-5. Nella prima parte della sezione (circa 25 metri) si hanno pebbly e cobbly mudstones/wackestones (fig. 6), con ciottoli di materiale pelagico e di materiale proveniente da zone a produttività carbonatica, intercalati a mudstones e wackestones a radiolari e spicole di spugne e a livelli torbiditici silicizzati alla base (figg. 7-9). Successivamente si intercalano ai mudstones potenti slumpings (fig. 10) ed ancora torbiditici silicizzati alla base. I livelli ad *Arnioceras* datano questa parte della sezione alla sommità del Sinemuriano,

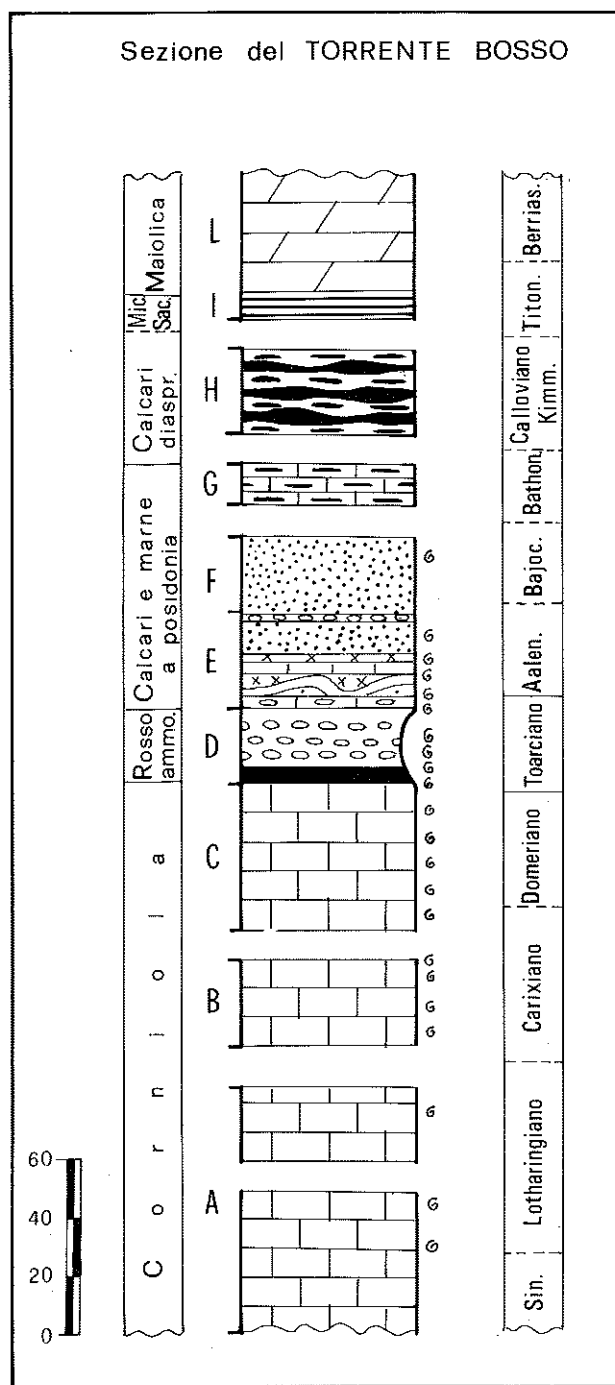


Fig. 2 - Sezione schematica raffigurante la successione giurassica nella valle del Torrente Bosso, lungo la strada Secchiano-Pianello di Cagli. A-C, Corniola; D, Marne del M. Serrone-Rosso Ammonitico; E-G, Calcarei e Marne a Posidonia; H, Calcarei Diasprigni; I, Micriti a Saccocoma e Aptici; L, Maiolica.

Zona a Turneri. La fauna ad *Asteroceras* dello strato 24 dello spezzone di fig. 5 segna l'inizio del Lotharingiano, Zona a Obtusum.

B - avente uno spessore di circa 30 metri. Alla base si registra un livello con abbondanti *Diotis*; subito prima del livello ad ammoniti segnato in figura 2, contenente una fauna del Carixiano medio, Zona a Ibex, c'è uno slumping mostrante vergenza verso Sud-Est. Sono presenti livelli argillosi. L'età complessiva dello spezzone è carixiana.

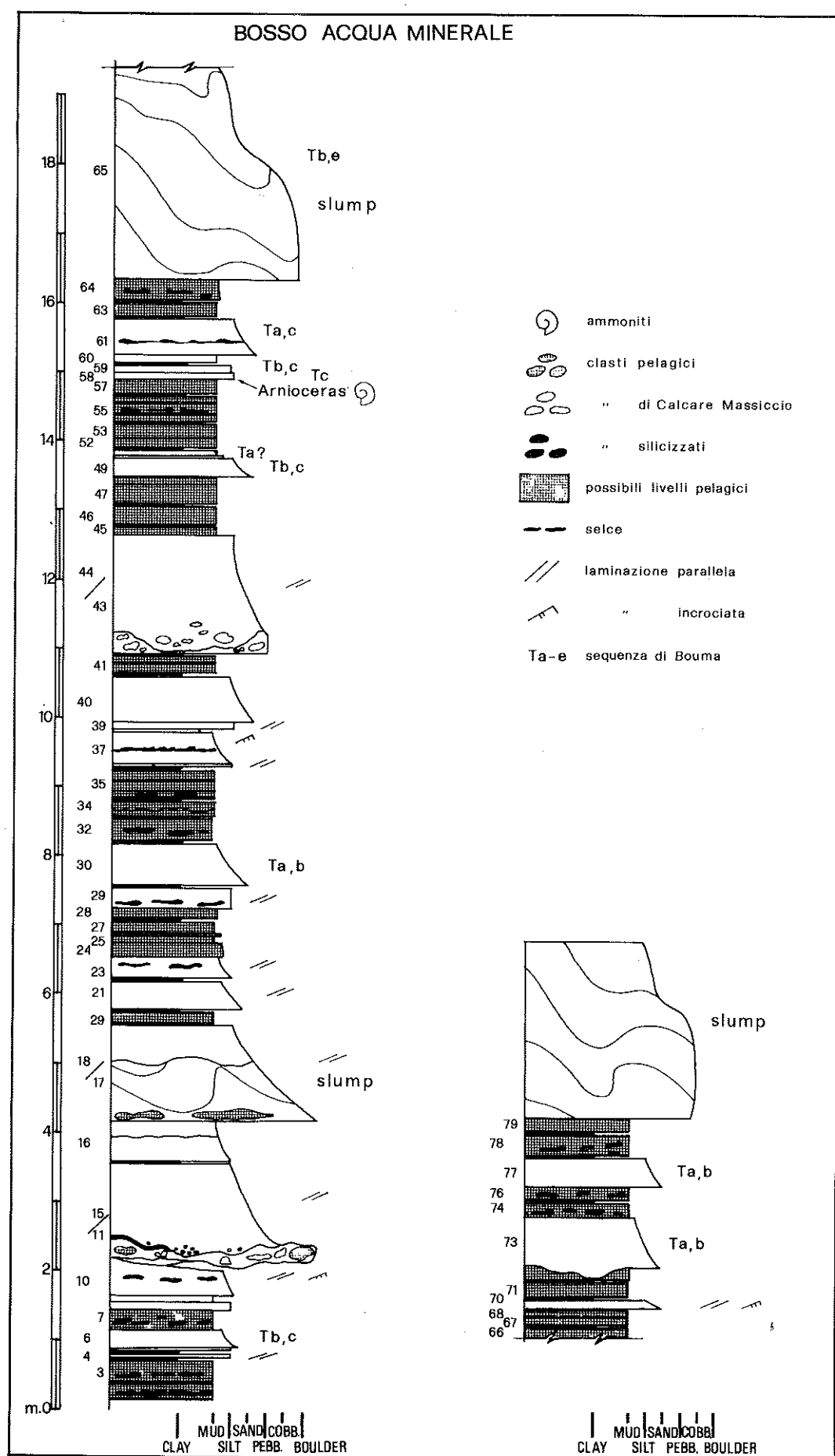


Fig. 3 - Formazione della Corniola, strada da Secchiano a Pianello di Cagli, Sinemuriano superiore, Zona a Turneri.

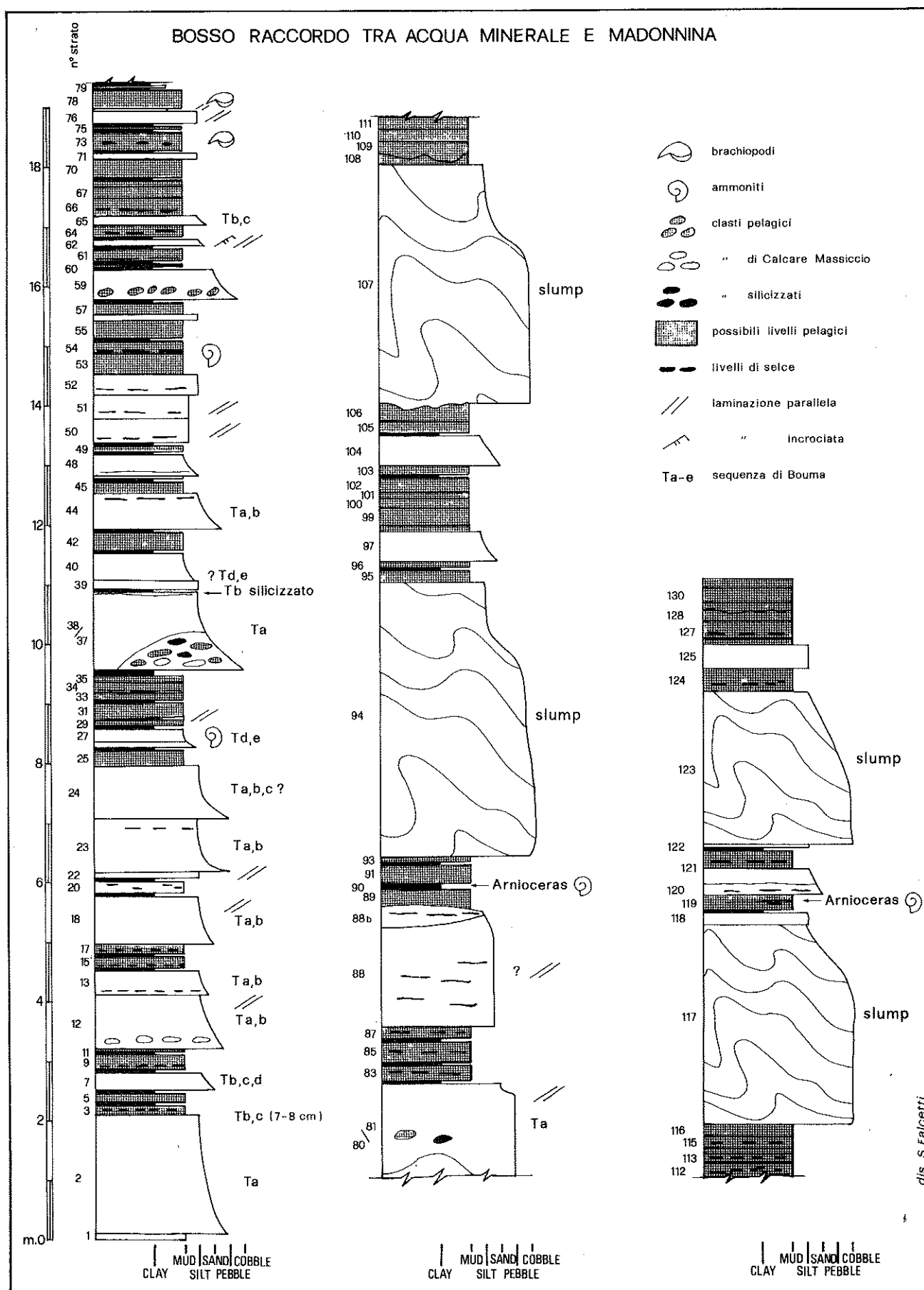


Fig. 4 - Formazione della Corniola, strada da Secchiano a Pianello di Cagli, Sinemuriano superiore, Zona a Turneri.

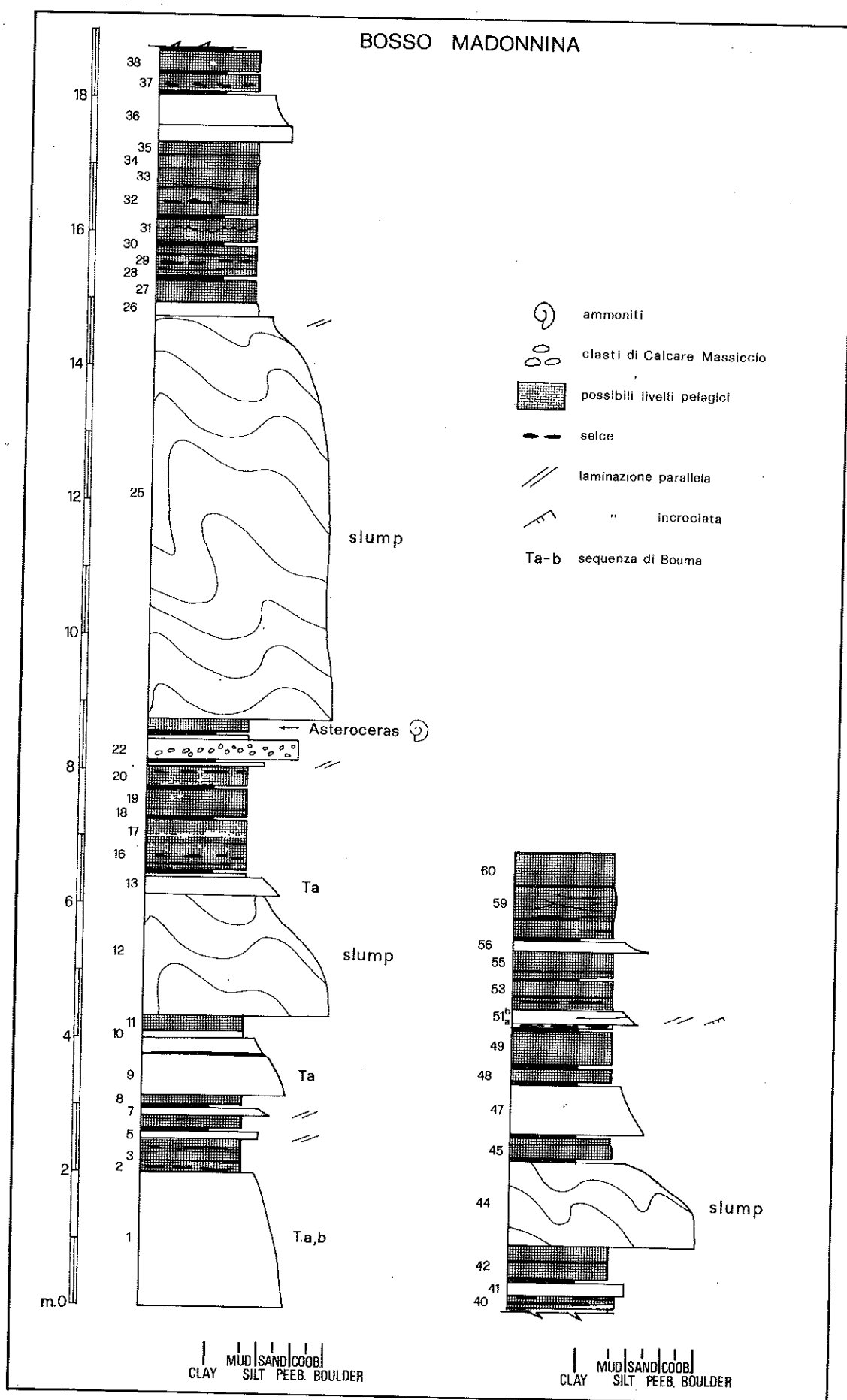


Fig. 5 - Formazione della Corniola, strada da Secchiano a Pianello di Cagli, Lotharingiano inferiore, Zona a Obtusum.



Fig. 6 - Corniola, sezione del T. Bosso; Sezione Acqua Minerale, strato 44. Conglomerato a ciottoli molli associato a slumping.

C - avente uno spessore di circa 50 metri. All'interno di questo spezzone si osservano due strutture di slumping entrambe di età domeriana; al tetto dello spezzone, e di conseguenza della formazione della Corniola, si rinviene un livello potente circa 1 metro contenente una associazione a *Dactylioceras* gr. *pseudocommune* e *D. mirabile* indicante la base del Toarciano, Zona a *Tenuicostatum*.

Marne del M. Serrone - La formazione, non nella sua

facies tipica, è esposta per circa 3 metri. Si tratta di argille marnose e marne non nodulari, di colore rosso, nelle quali è stato possibile riconoscere *Hildaites* sp. indicante il Toarciano inferiore Zona a *Serpentinus*.

Rosso Ammonitico - Lo spessore, stimato, raggiunto da questa unità, è di circa 20 metri. Si tratta di calcari e calcari marnosi, marne nodulari rosse con intercalazioni di episodiche torbiditi pelagiche di spessore centimetrico.

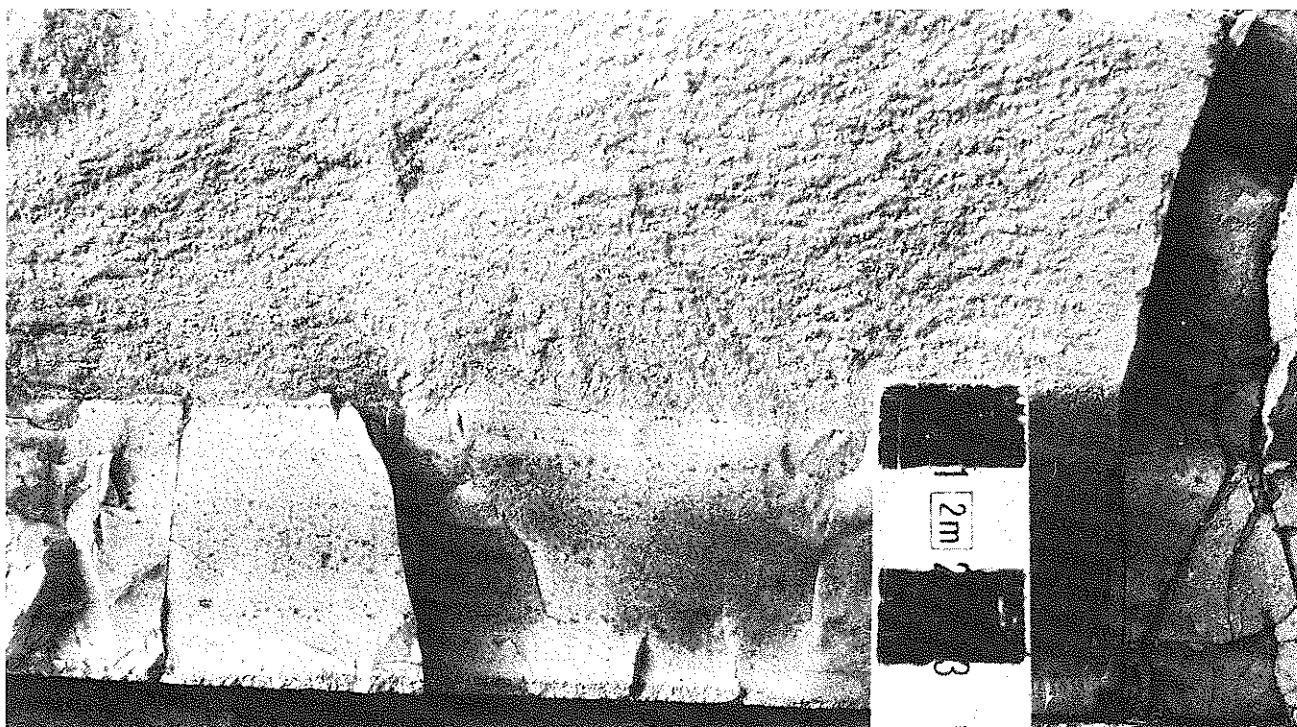


Fig. 7 - Corniola, Torrente Bosso; sezione Raccordo, strato 13, base silicizzata di torbidite gradata.



Fig. 8 - Corniola, Torrente Bosso, sezione Raccordo, strato 24: tetto bioturbato di torbidite gradata.

All'interno di questi sedimenti, noti fin dal secolo scorso per le numerose ammoniti che vi si rinvenivano, sono state riconosciute le Zone a Bifrons e a "Erbaense" s.l.

Calcari e Marne a Posidonia - Caratterizzata dal ripristino di una sedimentazione calcareo prevalente, viene qui considerata suddivisa in tre parti: una inferiore (spezzone E), una intermedia (spezzone F) e una superiore (spezzone G). L'esposizione di questi sedimenti lungo la

strada non è sempre soddisfacente e in particolare non ci è stato possibile descrivere i limiti tra i tre differenti spezzoni visibili in parete sulla sponda destra del T. Bosso.

E - una trentina di metri di calcari e calcari marnosi nodulari con intercalati livelli risedimentati aventi spessori variabili da centimetrici (torbiditi pelagiche) a metrici (pebbly mudstones) e anche slumpings (fig. 11). L'intervallo, compreso tra le Zone a Meneghinii e Mur-

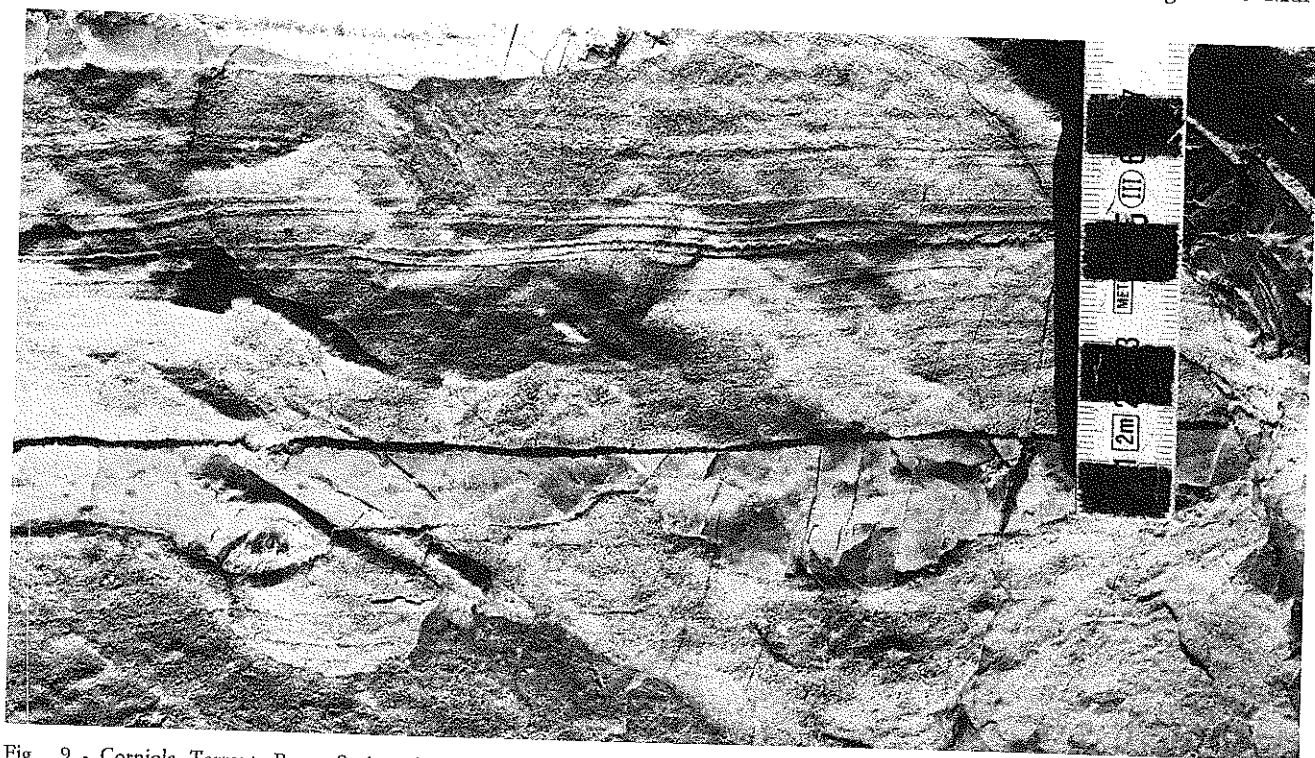


Fig. 9 - Corniola, Torrente Bosso. Sezione Acqua Minerale, strato 61: laminazioni piano parallele ed incrociate in torbiditi con sequenze incomplete di Bouma (Tb-c/Tb).



Fig. 10 - Slumpings alla base del Lotharingiano della formazione della Corniola. Torrente Bosso, sezione Madonnina corrispondente alla colonna stratigrafica in fig. 5.

chisonae, è quindi manifestamente ispessito da depositi di frana sottomarina.

F - 25 metri di calcari contenenti resti filamentosi che si presentano talvolta in sottili lamine; scompare la struttura nodulare; la quantità di matrice, comunque sempre micritica, è variabile. A circa 5 metri dal tetto dello spezzone è stato rinvenuto uno *Stephanoceratide* del Bajociano inferiore.

G - di questa unità non si vede il contatto con la precedente a causa di una copertura legata forse ad una faglia; lo spessore stimato è di circa 20 metri. La caratteristica di questo intervallo è data dalla presenza di livelli di selce nera intercalati negli strati calcarei contenenti resti filamentosi. Nei primi 5 metri lo spessore degli strati varia tra i 20 e i 30 cm e sono presenti degli interstrati costituiti da argille; nei successivi 5 metri gli strati dimi-

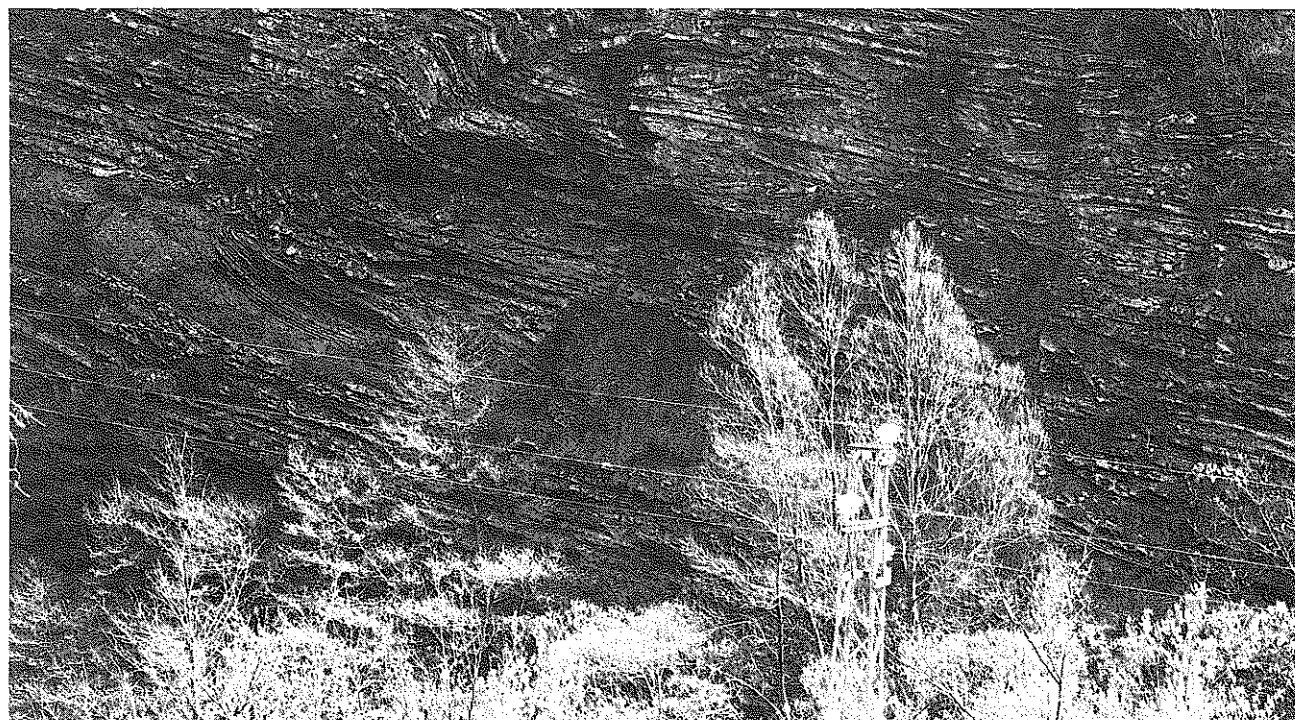


Fig. 11 - Sezione del Torrente Bosso. Slumpings nella porzione inferiore della formazione dei Calcari e Marne a Posidonia (Toarciano sommitale-Aaleniano basale). La sezione è interessata da una piccola piega appenninica (centro-sinistra in alto del fotogramma).

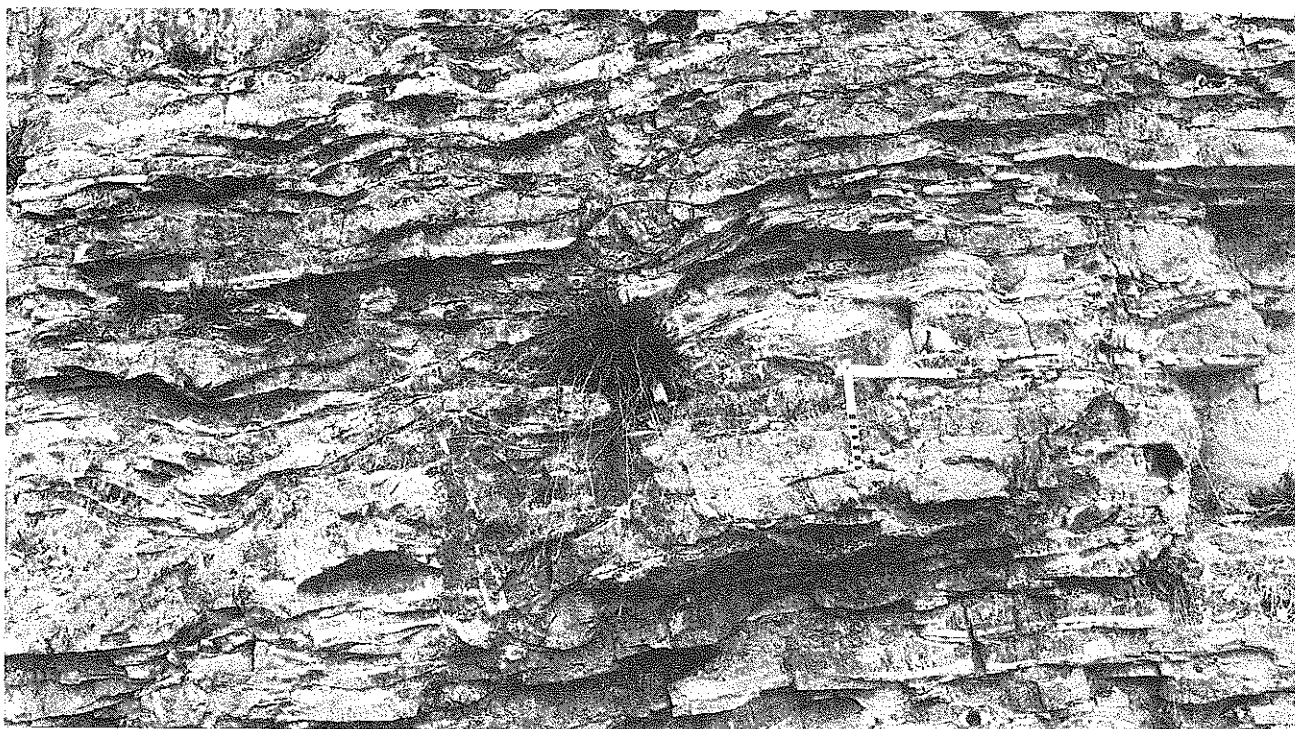


Fig. 12 - Sezione del Torrente Bosso. Selci di tipo "pinch and swell" nella formazione dei Calcari Diasprigni.

nuiscono di spessore e i resti filamentosi diminuiscono fino a scomparire.

Gli ultimi 10 metri sono costituiti da calcari con selce nella cui matrice mancano i resti filamentosi, carattere che distingue questo intervallo dal precedente. A questo si deve aggiungere la presenza saltuaria di livelli costituiti da selce prevalente. Separati da una faglia seguono circa 5 metri di alternanze fra selci amorfe e calcareniti sili-

cizzate laminate; negli interstrati sono visibili argilliti nere fogliettate. Secondo i dati riportati da Baumgartner (1984; 1987) l'età dello spezzone G è compresa tra il Bajociano superiore ed il Bathoniano.

Calcari Diasprigni - Sono caratterizzati da una trentina di metri di sedimenti silicei interrotti da alcuni disturbi tettonici a carattere locale; dal basso si riconoscono i seguenti litotipi: 2 metri di selci tipo "pinch and swell";



Fig. 13 - Sezione del T. Bosso, particolare della fig. 12, mostrante, in alcuni punti, lamine parallele ben conservate.

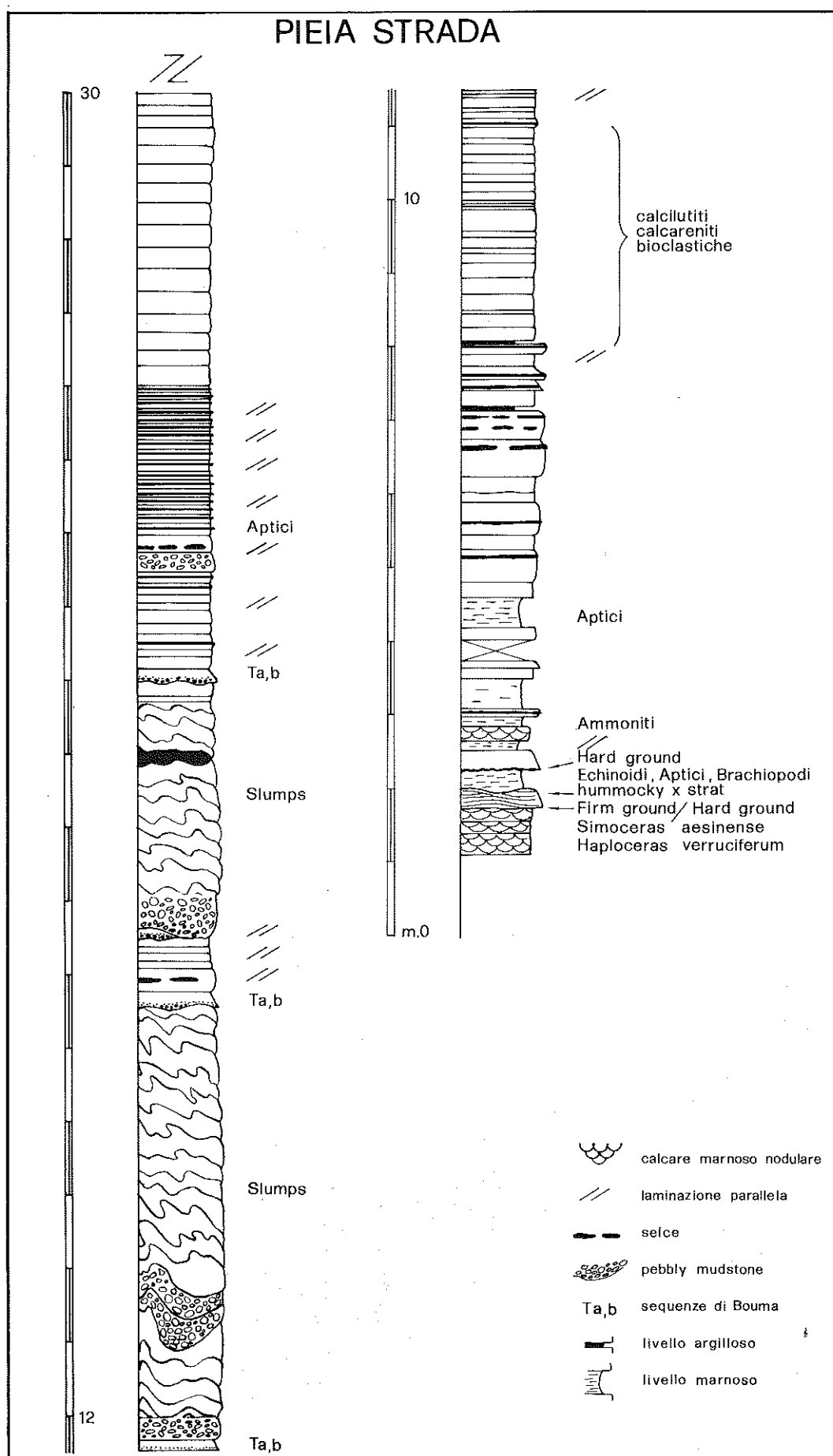


Fig. 14 - Colonna stratigrafica della sezione di Pieia-strada, Tortonico.

5 metri di selci tipo "ribbon cherts" da cui è stato preso un campione contenente radiolari del Calloviano (Baumgartner, op. cit.); 10 metri di selci tipo "pinch and swell" (fig. 12) con rari fantasmi di calcari laminati silicizzati (fig. 13); 11 metri di selci e calcari selciferi laminati e gradati, ben stratificati in strati anche spessi, di colore grigio; sono presenti sottili interstrati marnosi. Il passaggio alla successiva unità è segnato da uno stacco morfologico.

Micriti a Saccocoma e Aptici - È composta da 5 metri di calcari bianchi bioclastici, spesso laminati, in strati da 5 a 20 centimetri talvolta amalgamati, con abbondanti liste di selce, seguiti da 11 metri di calcari rosa con selce, aptici, *Saccocoma*. I primi 6 metri di quest'ultimo intervallo sono costituiti da strati di potenza da 15 a 35 centimetri con straterelli più sottili di marne rosse intercalati; i successivi 5 metri sono costituiti da torbiditi con base calcarenitica, gradate, laminate. Spesso la parte più grossolana delle torbiditi si presenta silicizzata.

Maiolica - La base di questa unità viene presa convenzionalmente al di sopra dell'ultimo livello di selce rossa dell'unità precedente; nella parte iniziale della formazione sono presenti livelli torbiditici (intervalli Tb-Tc) e all'undicesimo metro dalla base un primo livello di slump.

3.2. SETTORE DI PIEIA

Riferiamo a quest'area le sezioni di Pieia cava, Pieia strada, Pieia paese e Fondarca. Tra queste sezioni quella più completa, nella quale sono esposte le formazioni della Corniola, dei Calcari e Marne a Posidonia, dei Calcari Diasprigni e delle Micriti a Saccocoma e Aptici, è quella della Fondarca (fig. 22); nella sezione di Pieia cava sono visibili le Micriti a Saccocoma e Aptici, con intercalati livelli nodulari; nella sezione di Pieia strada è visibile il contatto tra le formazioni delle Micriti a Saccocoma e Ap-

tici e la Maiolica; nella sezione di Pieia paese sono visibili le formazioni del Bugarone inferiore, dei Calcari e Marne a Posidonia, dei Calcari Diasprigni, del Bugarone superiore e della Maiolica.

3.2.1 Sezione di Pieia strada.

Di questa sezione è stata esaminata solamente la porzione titonica, così come riportato in fig. 14. Probabilmente lo strato contenente la fauna ad ammoniti della Zona a Semiforme si correla con lo strato della stessa età riconosciuto nella sezione di Pieia Cava (fig. 21). Alla base della sezione, non rappresentati in figura, sono presenti dei pebbly mudstones contenenti come clasti dei coralli hermatipici. Sopra si rinvengono dei livelli rossi, nodulari, nei quali sono stati rinvenuti altri coralli hermatipici di tipo incrostante; essi terminano con una superficie di litificazione sinsedimentaria con caratteri transizionali tra gli stadi di firmground e hardground (Fürsich, 1979). Seguono circa 20-30 cm di calcareniti a prevalente detrito di echinodermi, con lamine incrociantisi a basso angolo. La superficie superiore dello strato presenta delle ampie ondulazioni mammellonari separate da depressioni e distanziate di circa 1 metro l'una dall'altra: questa forma stratale è riferibile alla "hummocky cross stratification" (Dott & Bourgeois, 1982 *cum bibl.*) (fig. 15, 16).

Al di sopra sono presenti calcari bioclastici di aspetto nodulare e calcareniti, caratterizzati da esemplari di echinoidi che pur non avendo conservati gli aculei, ed essendo schiacciati per compattazione, hanno spesso tutte le placche in connessione (fig. 17); nello stesso strato sono presenti anche aptici e brachiopodi. Seguono alcuni centimetri di calcareniti con aptici ricoperte da una superficie di hardground di aspetto minutamente mammellonare. Le parti depresse di questa superficie sono rive-



Fig. 15 - Serie di Pieia strada, m 2, strato con hummocky cross bedding. Si nota: sulla sezione frontale le lamine calcarenitiche incrociantisi a bassissimo angolo e, in secondo piano, la superficie superiore dello strato con ampie ondulazioni (hummocks) a sezione subcircolare (una in corrispondenza del martello ed un'altra in alto a sinistra). Titonico inferiore.

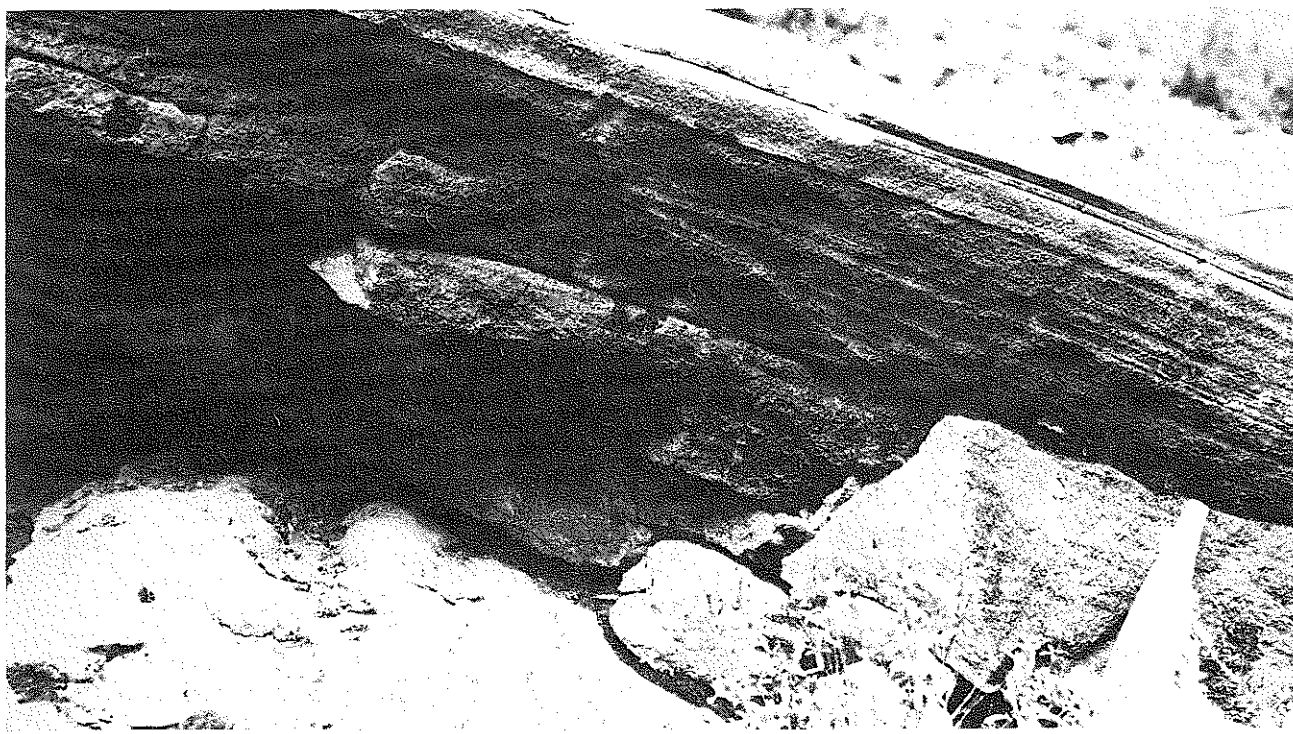


Fig. 16 - Particolare della fotografia precedente dove si nota la laminazione incrociata a bassissimo angolo e la notevole lunghezza d'onda delle laminazioni. Si distinguono chiaramente due sets di lamine. Martello in basso a destra per la scala. Titonico inferiore.

stite da mineralizzazioni (fig. 18). Facendo riferimento alla fig. 14, a 4,5 metri la sedimentazione diventa più calcarea; da qui al primo slump si osservano calcareniti e calcisiltiti spesso gradate, in strati da 20 a 50 cm contenenti liste e noduli di selce, talvolta separati da sottilissimi livelli argillosi.

Il primo slump presente ha una potenza di circa 5 me-

tri e coinvolge sia mudstones/wackestones a *Saccocoma*, radiolari ed aptici sia pebbly mudstones. Lo slump è preceduto da un pebbly mudstone dello spessore di circa 30 cm ed è ricoperto da un altro pebbly mudstone di spessore assai variabile, in relazione laterale con una piccola piega singenetica vergente verso i quadranti orientali. Segue circa un altro metro di calcareniti e calcisiltiti torbi-

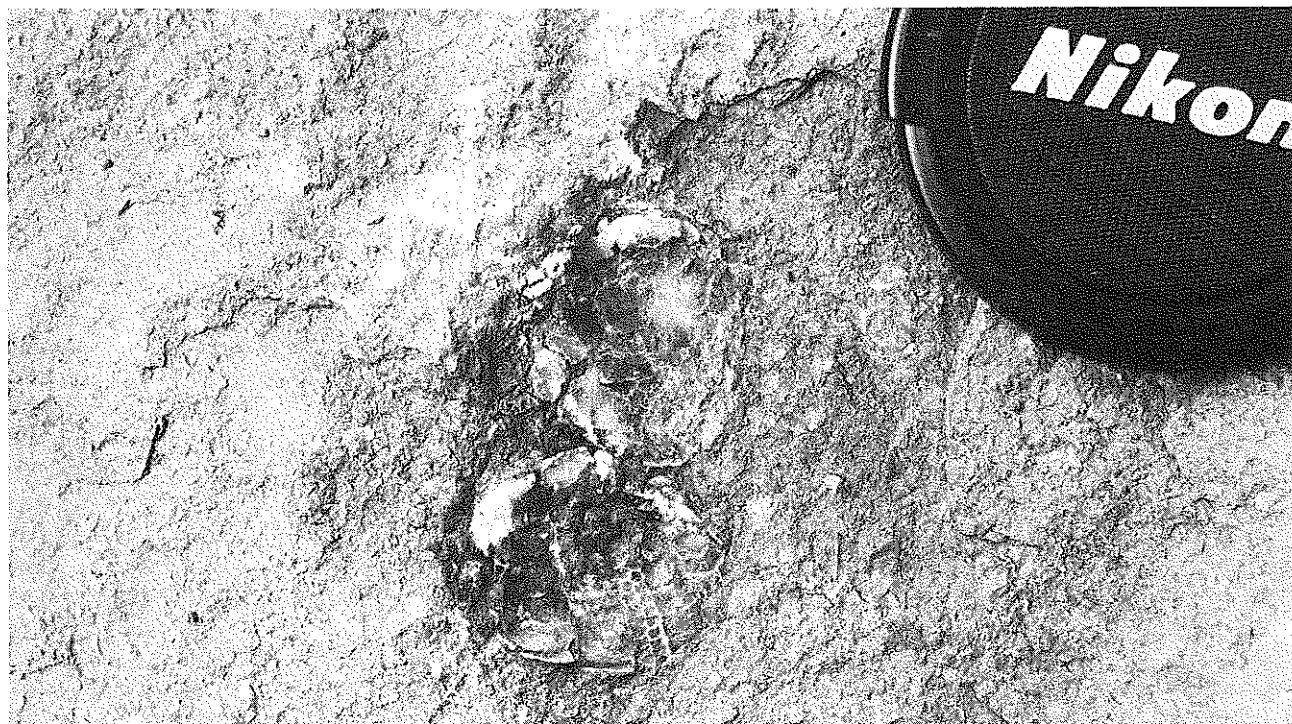


Fig. 17 - Sezione di Pieia strada, m. 2.10. Echinoidi ben conservati, anche se schiacciati per compattazione, su superficie di strato calcarenitico (composto da tritume di aptici ed echinodermi). Titonico inferiore.

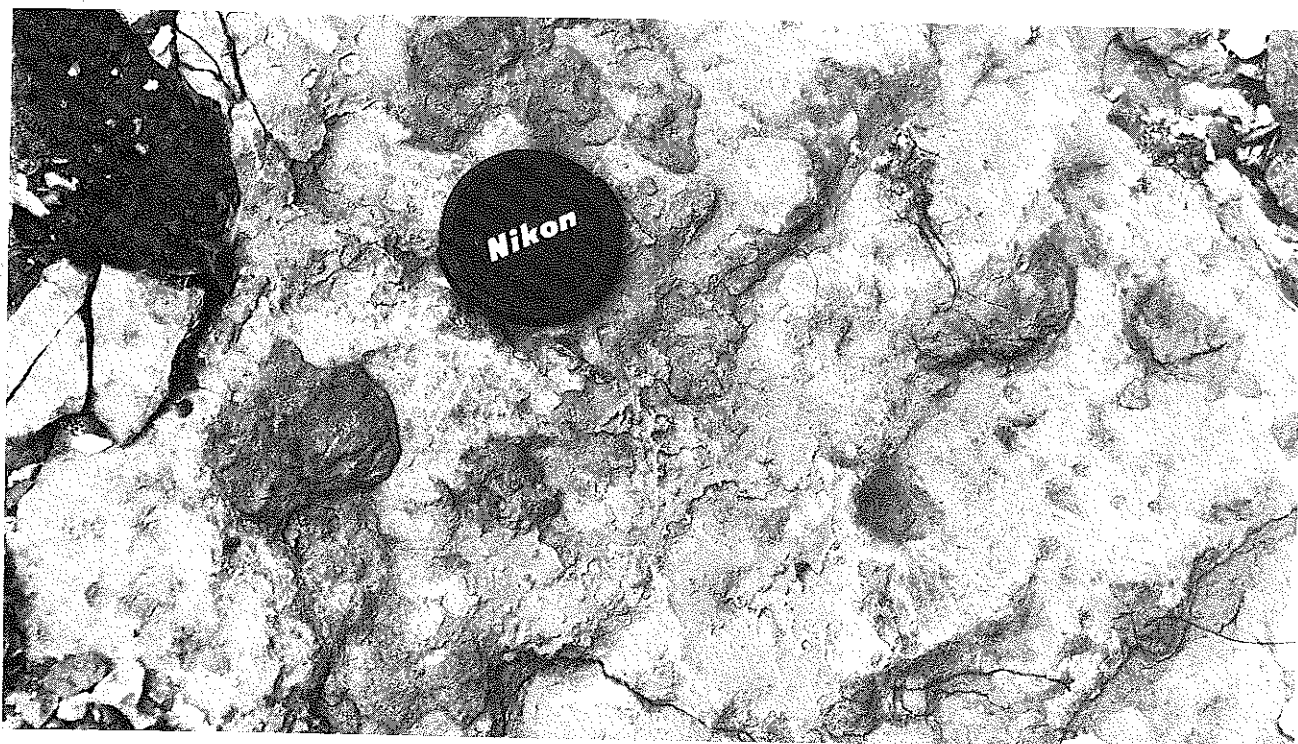


Fig. 18 - Serie di Pieia strada, m 2,20, superficie di hardground parzialmente mineralizzata. Titonico inferiore.

ditiche laminate e parzialmente silicizzate. Sembra, qui come nel resto di questa sezione titonica, che esista una correlazione positiva tra lo spessore degli strati e la loro granulometria. Segue una lente torbiditica di spessore da 0 a 15 cm cui si sovrappone un pebbly/cobbly mudstone/wackestone dello spessore massimo di 55 cm. Nei clasti, che raggiungono anche la taglia massima di 10 cm e sono prevalentemente costituiti da wackestones, si rin-

vengono embrioni di ammoniti spesso abbondanti, a differenza di quanto avviene nella matrice. Segue un altro complesso slumpizzato dello spessore di circa 2,5 metri, anch'esso mostrante pieghe sin-genetiche con vergenza analoga a quelle precedentemente menzionate. In questo slumping sono coinvolti anche brandelli di strati calcarenitici completamente silicizzati (figg. 19, 20). Segue un complesso dello spessore di circa 4 metri, regolarmente

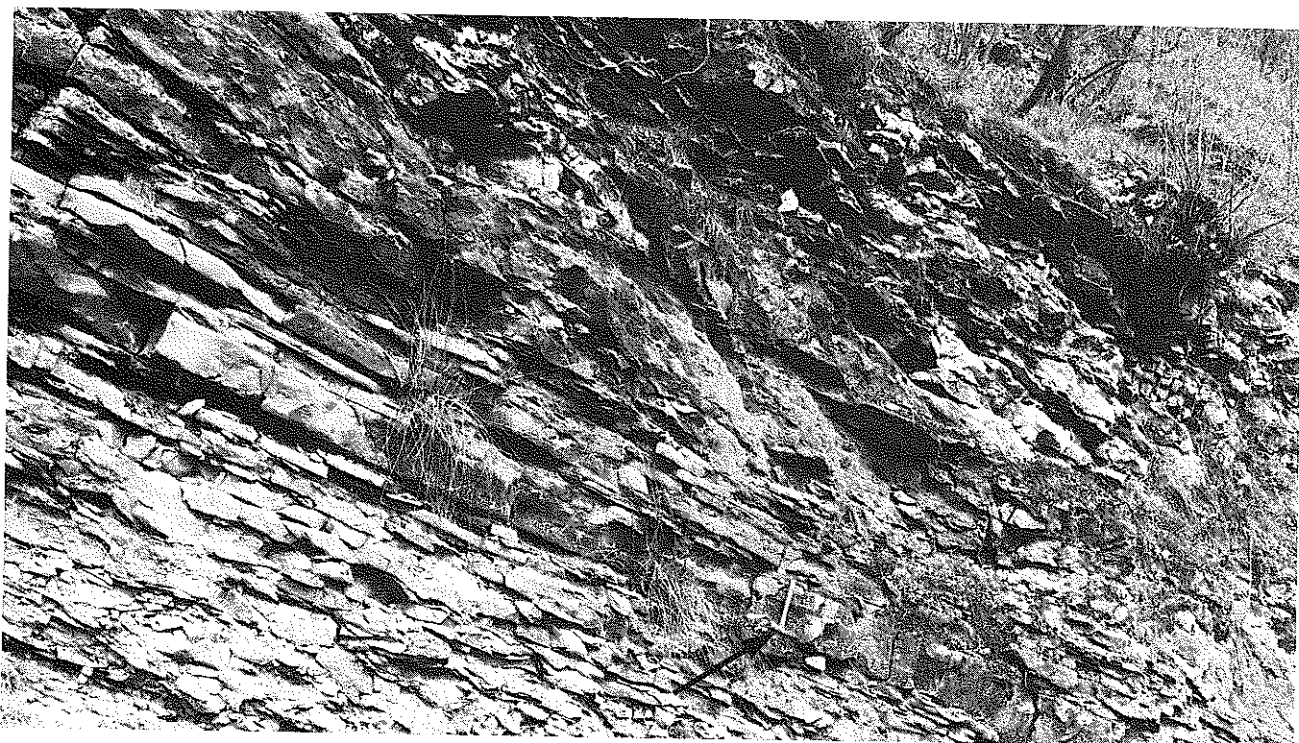


Fig. 19 - Serie di Pieia strada, da 16 a 22 m circa, veduta dei due slumpings e pebbly mudstones associati, separati da strati torbiditici indisturbati (su cui è appoggiato il martello, indicato dalla freccia, per la scala). Titonico inferiore.

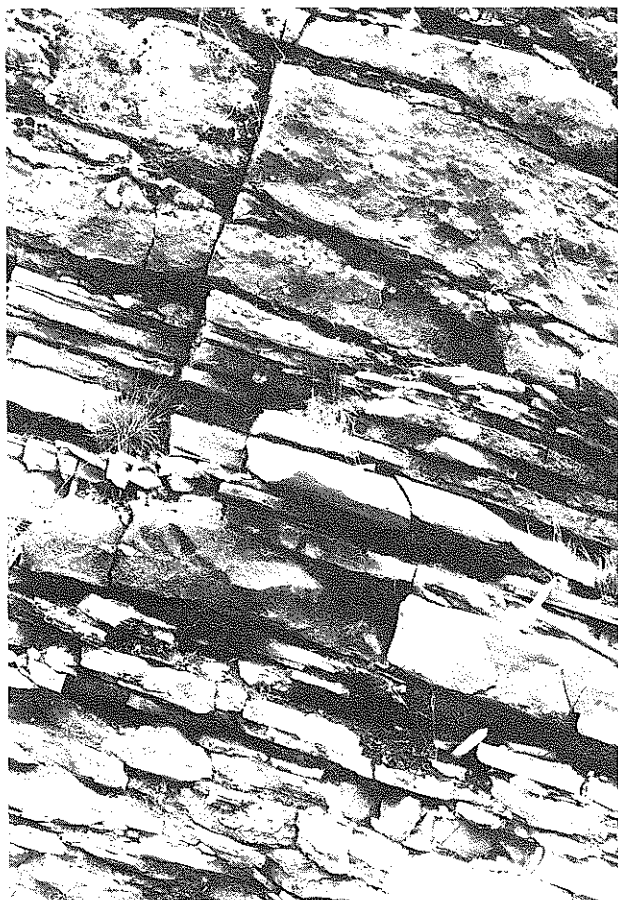


Fig. 20 - Serie di Pieia strada, da 16.5 a 19.5 m circa, particolare della figura 19; si osserva dal basso: il tetto di uno slumping; livelli torbiditici gradati e laminati, ben stratificati, su cui poggia il martello; uno spesso banco di pebbly mudstone; il successivo slumping. Titonico inferiore.

stratificato, di strati di spessore da 5 a circa 30 cm comprendente torbiditi laminate, spesso silicizzate, talvolta con base microconglomeratica; alcune volte si osserva come gli strati più spessi siano in realtà il risultato dell'amalgamazione di diversi flussi gravitativi. In questo intervallo la granulometria media diminuisce progressivamente anche se si osserva la presenza di un pebbly mudstone con clasti della taglia massima di 1,5 cm e contenente aptici ben conservati. Poco sopra questo deposito il colore del sedimento passa da rosa/rosso a biancastro. Gli ultimi due metri dell'intervallo esaminato sono caratterizzati da torbiditi in strati da 8-10 cm contenenti listarelle centimetriche di selce rossa. Al di sopra inizia la formazione della Maiolica presto disturbata da una piccola faglia. Al di là di questo disturbo la formazione si presenta come torbiditica, generalmente con granulometria massima corrispondente al granulo; sono abbondantissimi al suo interno gli aptici, il cui allineamento marca spesso le laminazioni, abbondante la selce, normalmente concentrata nelle porzioni calcarenitiche delle torbiditi.

3.2.2 Sezione di Pieia cava

Al di sopra di strati appartenenti alla formazione dei Calcarei Diasprigni, non osservabile nel dettaglio a causa della copertura vegetale, è stata rilevata la colonna stratigrafica riportata in fig. 21. La successione inizia con strati che hanno fornito esemplari di *Hybonoticer* gr. *bec-*

keri (Neumayr), indicanti la Zona a Beckeri del Kimmeridgiano terminale. Analogamente alla successione precedentemente descritta, di cui in buona parte risulta essere l'equivalente laterale meno spesso, i litotipi prevalenti consistono in: calcareniti bioclastiche, bioturbate, più o meno chiaramente torbiditiche contenenti noduli o liste di selce, mudstones nodulari con ammoniti, belemniti ed aptici, interstrati centimetrici marnosi. Facendo riferimento alla fig. 21, nella metà superiore del log si fanno più evidenti gli strati gradati e diventa più abbondante la selce permanendo però sempre i livelli nodulari. Al tetto della colonna stratigrafica un pebbly mudstone di circa 40 cm di spessore e la base di un complesso slumpizzato potrebbero fornire, secondo noi, la correlazione con il diciottesimo metro della sezione precedentemente descritta. Questa possibilità di correlazione sarebbe avvalorata dalla presenza in entrambe le sezioni di uno strato nodulare contenente una fauna della Zona a Semi-forme. Per quanto riguarda la sezione in esame lo strato ad ammoniti ha fornito *H. (V.) verruciferum*, *S. aesinense*, *P. geron*, "*S.*" *mediterraneus* e numerosi lytoceratidi. Va menzionato che in questa cava si osserva molto bene l'ispessimento degli strati verso SE cui corrisponde un ispessimento dell'intero corpo sedimentario come si evince dalla correlazione proposta con la sezione di Pieia strada, distante un centinaio di metri. Lo spessore di questa unità sembra inoltre ridursi gradualmente verso il M. Nerone, come è possibile osservare confrontando i dati della sezione della Fondarca.

3.2.3 Sezione della Fondarca

Nelle vicinanze del punto in cui è stata rilevata la sezione riprodotta in fig. 22 sono stati scoperti dei filoni sedimentari sotto forma di riempimenti di crepacci aperti nel Pliensbachiano entro il Calcare Massiccio. L'orientazione di tali fratture sinsedimentarie è di circa N20E, ed è quindi parallela al margine meridionale della piattaforma di M. Nerone. I riempimenti sono costituiti da micriti rosa con abbondanti foraminiferi bentonici, resti di echinodermi, piccoli gasteropodi, ostracodi e *Vidalina martana* Farinacci e frammenti di valve che in sezione si presentano come resti filamentosi. Talvolta questi ultimi si rinvenivano all'interno di clasti: in questo caso i gusci sono interessati da fenomeni di cementazione marina precoce.

La sezione è stata rilevata in due spezzoni affioranti nella vallecchia posta immediatamente ad occidente della cava di Pieia. Il primo spezzone, situato sulla sponda destra dell'incisione, comprende terreni appartenenti al Lias. Dalla base abbiamo 4,5 metri di mudstones a packstones accentuatamente bioclastici con ammoniti in tre livelli: dal primo proviene *Galaticeras* sp., dal secondo *Juraphyllites* sp. e *Protogrammoceras* sp., tutte forme indicanti un'età carixiana; il terzo livello, costituito da una crosta marnosa al tetto di uno strato, contiene una fauna a *Protogrammoceras* attribuibile al passaggio Carixiano-Domeriano. La fauna accompagnante in questi livelli è costituita da piccoli brachiopodi, frammenti di criinoidi e *Atractites* sp. Le strutture geopete, che a volte si possono osservare all'interno dei gusci di brachiopodi e di ammoniti, hanno una orientazione che esclude fenomeni di rimaneaggiamento dopo la cementazione.

A questi strati fa seguito un complesso di circa 12 metri

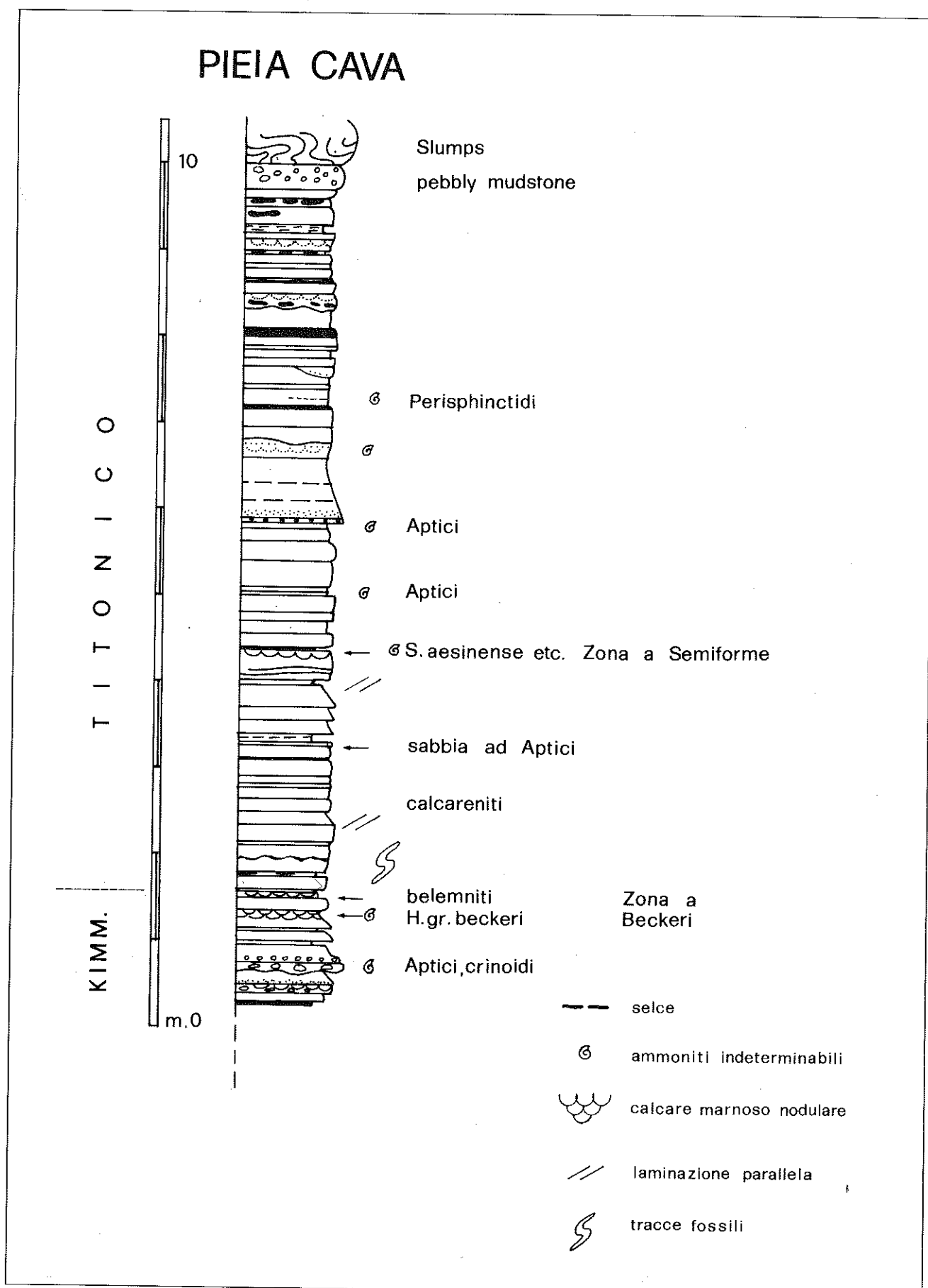


Fig. 21 - Colonna stratigrafica della sezione di Pieia-cava, Kimmeridgiano superiore-Titonico.

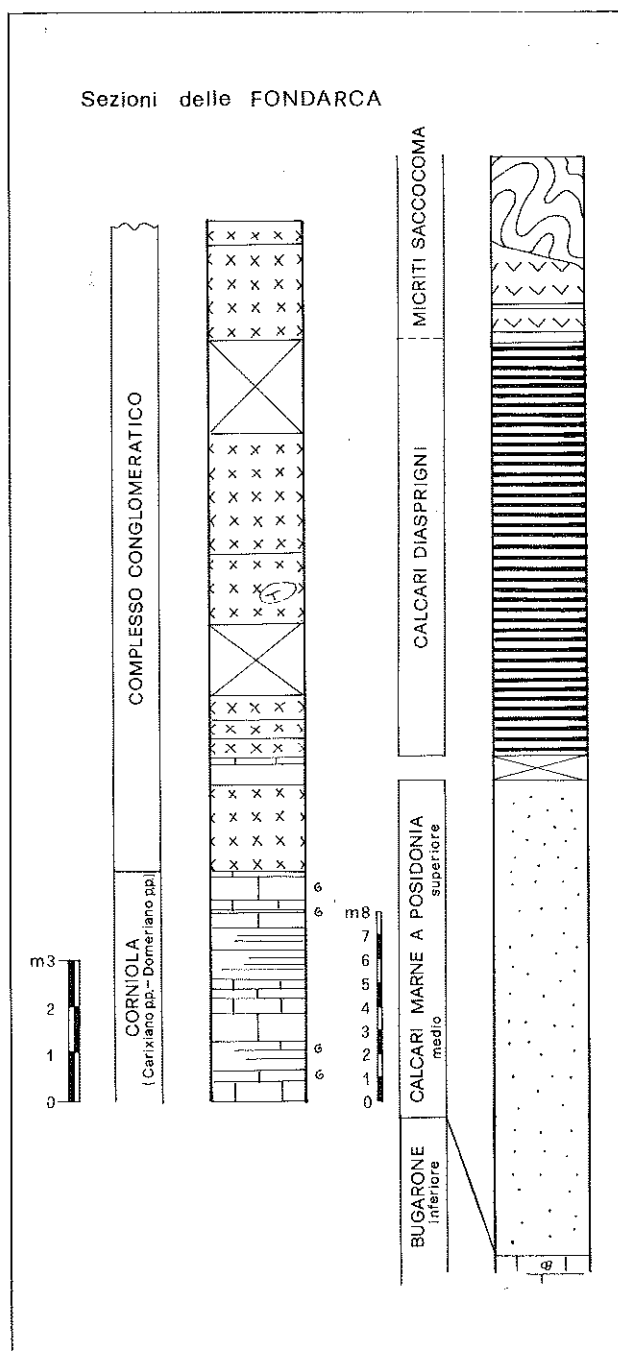


Fig. 22 - Sezione schematica della sezione della Fondarca, Carixiano-Titonico.

di potenza costituito da strati di spessore da 35 a 250 cm di conglomerati a ciottoli molli. Il deposito è clasto-sostenuto. Talvolta gli interstizi tra i clasti, i quali normalmente hanno dimensione massima di pochi centimetri, sono riempiti da cemento spatico; in altri casi è presente una matrice micritica molto simile al materiale costituente i clasti stessi. All'interno del primo banco conglomeratico abbiamo rinvenuto una lente di micrite bioclastica: tra i clasti è stato rinvenuto anche un frammento di *Protogrammoceras* sp.

Questo complesso è da interpretare come prevalentemente generato da movimenti gravitativi del tipo "debris flow" interessanti materiale semiconsolidato. Nei livelli apparentemente senza matrice il forte arrotondamen-

to dei clasti farebbe pensare a forti contatti dispersivi durante il trasporto, e quindi a meccanismi vicini al "grain flow". All'incirca a metà del deposito abbiamo trovato un masso della dimensione massima di un metro circa, appartenente alla formazione del Calcare Massiccio (figg. 23, 24). Per giustificare questa presenza occorre ipotizzare una scarpata sottomarina soggetta a fenomeni di crollo.

Il secondo spezzone di serie è stato campionato sulla riva sinistra della vallecchia a partire da un banco di 140 cm appartenente alla formazione del Bugarone inferiore. Il riferimento a questa unità è stato possibile grazie al ritrovamento di una microfacies a *Globigerina oxfordiana* e *Bositra* (Giovagnoli & Schiavinotto, 1987): la base di questo primo strato è costituita da un pebbly wackestone. Seguono 20.5 metri appartenenti ai Calcari e Marne a Posidonia e in particolare alle porzioni media p.p. e superiore dell'unità così come sono state osservate nella sezione del T. Bosso. Si tratta di strati decimetrici (normalmente da 10 a 30 cm), mostrandoti alternanze di calcari e selci, queste ultime progressivamente più frequenti, parallelamente all'incremento in radiolari. Le selci, in genere di colore nero, si presentano in liste e solo raramente in lenti; talvolta gli strati sono separati da sottili livelli marnosi. Tra le strutture sedimentarie si osserva la laminazione parallela; i "resti filamentosi" spesso abbondantissimi, si mostrano deformati per compattazione. All'osservazione sulle superfici di strato nella parte inferiore i "resti filamentosi" sono riferibili a valve di *Bositra* s.l. Negli ultimi tre metri di questa unità si registra la scomparsa dei "resti filamentosi".

Seguono almeno 18 metri di Calcari Diasprigni talvolta male esposti a causa della vegetazione: si tratta di livelli dominati da selci verdastre della varietà "pinch and swell", separati tra loro da argilliti millimetriche.

Dopo questo intervallo il litotipo ridiviene progressivamente carbonatico - prevalente: la litologia dominante è costituita, per circa 1.5 metri di spessore, da calcisiltiti e calcareniti bioclastiche, giallastre alla base e rosso mattone più in alto, in alternanza con sottili interstrati marnosi e rare liste di selce. Si rinvencono talvolta in questi livelli resti di brachiopodi, echinoidi, aptici, *Saccocoma* e rare ammoniti: questi livelli sono riferibili alle Micriti a Saccocoma e Aptici.

La serie giurassica osservata in questa sezione prosegue con un complesso di slumpings ed associati pebbly mudstones. Gli slumpings tagliano in vari modi la stratificazione e coinvolgono litologie appartenenti alle stesse Micriti a Saccocoma e Aptici ed anche alla formazione del Bugarone superiore con ammoniti del Titonico inferiore: *Haploceras carachtbeis*, *Semiformiceras darwini* e *Virgatosimoceras* gr. *albertinum*. Lo spessore della sequenza compresa tra i Calcari Diasprigni e la Maiolica si aggira intorno agli 8 metri.

Nella zona della Fondarca si osservano in diversi casi appoggi stratigrafici di formazioni pelagiche sul Calcare Massiccio; talvolta sembra però ipotizzabile che ci si trovi di fronte a grossi olistoliti di tale formazione.

Il complesso di slumpings osservati nel Titonico del secondo spezzone di serie continuano lateralmente fino al prolungamento verso monte del primo spezzone.

La sequenza silicea mostra infine uno spessore lateralmente costante come evidenziato da misure effettuate direttamente sotto gli strati del Kimmeridgiano terminale



Fig. 23 - Sezione della Fondarca: olistolite della formazione del Calcare Massiccio (Hettangiano-Carixiano inf. p.p.) rinvenuto all'interno del complesso conglomeratico (Domeriano?). Le frecce indicano il contatto clasto-incassante. Per la scala vedi la penna in fig. 24 (in alto a sinistra).

- T'ittonico della cava di Pieia. Questo contrasta visibilmente con le rapide variazioni laterali esibite dal corpo carbonatico affiorante dalla Fondarca alla sezione di Pieia strada.

3.2.4 Sezione di Pieia paese

Lungo il sentiero che dal paese di Pieia, situato di fronte alla Fondarca, conduce verso Sud-Ovest, affiora un'in-

teressante serie del Giurassico medio-superiore (fig. 25).

Alla base troviamo calcari riferibili alla formazione del Bugarone Inferiore, sia pure rappresentati da un litotipo meno dolomitizzato e meno nodulare che sul M. Nerone, per uno spessore visibile di circa 2,5 metri; questi strati contengono faune ad ammoniti del Bajociano inferiore Zone a Sauzei (*Emileia* cfr. *contrahens*) e a *Humphriesium* (*Stephanoceras* sp.). È inoltre visibile, all'interno di



Fig. 24 - Sezione della Fondarca: particolare della fig. 23 in cui si vede il contatto inferiore tra l'olistolite di Calcare Massiccio (CM) ed i conglomerati incassanti (CG).

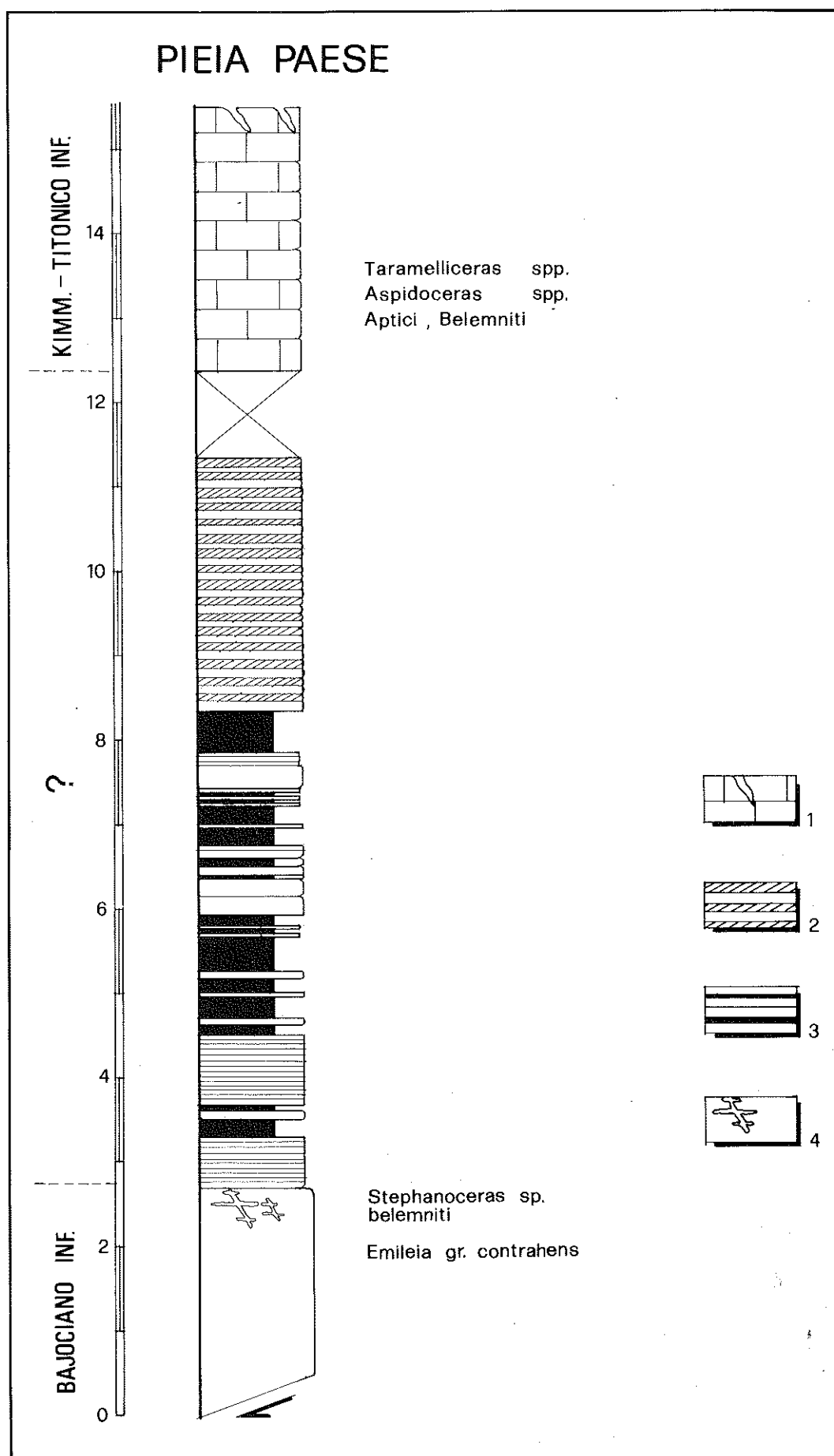


Fig. 25 - Colonna stratigrafica della sezione di Pieia-paese, Bajociano inferiore-Titonico. 1) Formazione del Bugarone Superiore con filoni sedimentari di Maiolica. - 2) Calcarei Diasprigni. - 3) Calcarei e Marne a Posidonia. - 4) Formazione del Bugarone Inferiore con piccoli filoni sedimentari.

sedimenti, un fine reticolo di filoncelli sedimentari riempiti da micriti rosate. Segue per circa 6 metri un'alternanza di livelli calcarei talvolta costituiti esclusivamente da accumuli ben sciacquati di valve di lamellibranchi in straterelli, con livelli argillosi decimetrici alternati (fig. 26). Al di sopra troviamo circa 3 metri di calcari con selce e selci in liste e lenti cui si sovrappongono nuovamente calcari, questa volta contenenti abbondante detrito di aptici. La serie continua con circa 2 metri di calcari riferibili alla formazione del Bugarone superiore, nei quali si trovano filoni riempiti da micriti appartenenti alla formazione della Maiolica.

Sotto al paese di Pieia si osserva a contatto laterale con il Calcare Massiccio un deposito caotico costituito da clasti e brandelli di strati di Maiolica, clasti dello stesso Calcare Massiccio e selci nere, in una matrice di Maiolica.

3.3. SETTORE BUGARONE - FOSCO PISCIARELLO

Fanno parte di questo settore le sezioni di Fosso Bugarone, Cava Bugarone, Pian del Sasso, Collungo e Fosso Pisciarello. A queste vanno aggiunte le sezioni Fonte dei Ranchetti e Grotta dei Prosciutti/Passo della Madonna che però non sono state esaminate nel dettaglio.

Le unità litostratigrafiche riconosciute sul M. Nerone, a causa della loro posizione paleostrutturale, mancano ovviamente di alcuni di quei caratteri che le caratterizzano nei settori precedentemente trattati. Si riscontra in particolare la totale assenza di depositi risedimentati per flussi gravitativi; gli spessori delle formazioni, sono nettamente inferiori (fig. 1);

Corniola - La formazione non è sempre ben esposta in questo settore e solo nella sezione di Fosso Bugarone si è potuto misurare con certezza uno spessore di 12 metri. Altri caratteri che differenziano la Corniola di questo set-

tore rispetto a quella vista nell'area di bacino del T. Bosso sono la mancanza di selce e l'età della base della formazione che qui è riferibile al Carixiano medio Zona a Ibex.

Al tetto della Corniola si osserva un hardground con concentrazioni ferruginose (Centamore *et al.*, 1971), immediatamente preceduto da uno strato di aspetto nodulare contenente una fauna a *Dactyloceras* spp. della Zona a Tenuicostatum del Toarciano inferiore.

Marne del M. Serrone - La formazione è assente in questo settore.

Rosso Ammonitico - Questa unità si presenta in una facies molto regolare, costituita da calcari marnosi nodulari associati a livelli argilloso-marnosi, con potenze comprese tra i 3 metri (Fosso Pisciarello) e i 9 metri (Ranchi). Il colore varia da giallastro a verdastro anziché essere rosso come nelle successioni di bacino. Oltre alla mancanza di livelli risedimentati, rispetto all'area del T. Bosso la formazione mostra delle differenze nell'estensione stratigrafica che è qui compresa tra le Zone a Serpentinus e ad "Erbaense". Notiamo che nella sezione del T. Bosso il Rosso Ammonitico è ristretto alle Zone a Bifrons a "Erbaense", la Zona a Serpentinus essendo rappresentata nella formazione delle Marne del Serrone.

Formazione del Bugarone - La formazione è caratterizzata da litotipi calcarei e calcareo-marnosi a struttura nodulare, generalmente bioturbati, localmente intensamente dolomitizzati. L'età della base è Toarciano superiore Zona a Meneghinii, il tetto è Titonico inferiore Zona a Volanense. Nella sezione tipo del Fosso Bugarone lo spessore di questa unità è di 20 metri.

Grazie agli studi biostratigrafici effettuati in base alle ammoniti è stato possibile riconoscere una lacuna all'interno della formazione (fig. 27). Mancano infatti i sedimenti del Bajociano superiore, del Bathonian, del



Fig. 26 - Pieia paese: litotipo costituito da alternanze tra argille e marne con *Posidonia* e livelli laminati e ben sciacquati a *Posidonia* (? equivalente delle parte superiore della formazione dei Calcari e Marne a *Posidonia*).

Calloviano, dell'Oxfordiano e delle prime due zone del Kimmeridgiano inferiore. Questo conduce ad una suddivisione della formazione in due unità (Cresta *et al.*, in stampa):

- *Formazione del Bugarone Inferiore* (Toarciano superiore, Zona a Meneghinii - Bajociano inferiore, Zona a Humphriesianum), per la porzione inferiore;

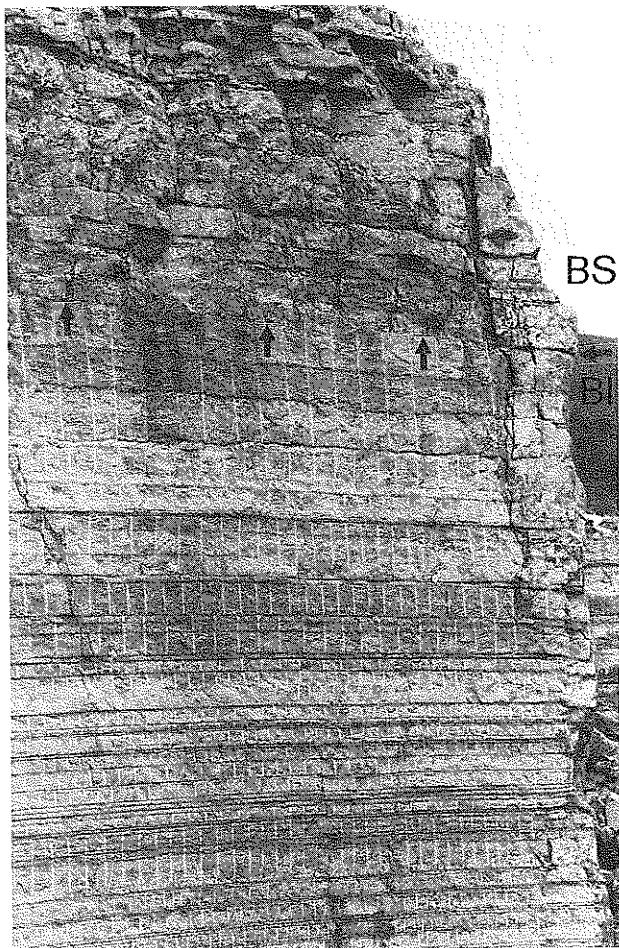


Fig. 27 - Cava del Fosso Bugarone: vista panoramica delle formazioni del Bugarone Inferiore e Superiore. Le frecce indicano il contatto tra le due unità e di conseguenza la posizione della lacuna stratigrafica comprendente i sedimenti del Bajociano superiore, Bathoniano, Calloviano, Oxfordiano e Kimmeridgiano inferiore p.p.

- *Formazione del Bugarone Superiore* (Kimmeridgiano inferiore, Zona a Divisum - Titonico inferiore, Zona a Volanense), per la porzione superiore.

Si precisa che rispetto alla definizione originale di Jacobacci *et al.*, (1974), la Formazione del Bugarone non include i membri dei Calcarei Stratificati Grigi (= Corniola) e dei Calcarei Nodulari e Marne verdi p.p. (= Rosso Ammonitico).

Lo hiatus individuato tra le due porzioni della formazione corrisponde ad un intervallo di tempo di circa 21 milioni di anni, secondo la scala proposta da Westermann (1984) o 25 milioni di anni secondo la scala di Kent & Gradstein (in Palmer, 1983). La superficie di strato che separa le due formazioni, in perfetta concordanza angolare,

non mostra evidenti tracce sedimentarie che possano, ad una prima osservazione, far supporre l'esistenza di una lacuna di questa entità.

In corrispondenza dello hiatus è interposto localmente un sottile livello marnoso a radiolari (Pian del Sasso) o un sottilissimo livello argilloso (Fosso Bugarone, Cava Bugarone). Inoltre, alla base del primo strato kimmeridgiano sono presenti dei singoli oggetti: si tratta di palle del diametro di qualche centimetro, di colore grigio verdastro scuro, aventi al nucleo materiale argilloso, analogo a quello del livello prima menzionato, circondato da una crosta isopaca di calcite (0.3 - 0.5 cm) i cui cristalli costituenti appaiono essere cresciuti in modo centripeto, cioè verso la cavità sferica, delle pareti del calcare incassante. È presente anche abbondante pirite.

La superficie superiore del calcare bajociano, che si presenta dolomitizzato e con un aspetto nodulare dovuto all'intensa bioturbazione, presenta tracce modeste di litificazione sinsedimentaria ma non di erosione né di cospicua mineralizzazione. Nella sezione del Fosso Pisciareello le porzioni bajociana (Zona a Humphriesianum) e kimmeridgiano-titonica presentano una facies diversa da quella osservata nelle altre sezioni di questo settore. Si tratta di micriti caratterizzate da spessori ridottissimi, da abbondanti resti di cefalopodi tra i quali le ammoniti sono sempre ricoperte da uno pseudoguscio formato da calcite secondaria, di colore verdastro a causa della presenza di glauconite. Le palle nere precedentemente menzionate sono abbondantissime in questa litofacies più volte contrassegnata con il nome di "Micriti a Cefalopodi" (Cecca *et al.*, 1985, 1986; Cecca & Santantonio, 1986; Cresta *et al.*, in stampa). Nella sezione di Fosso Pisciareello si segnala anche una lacuna all'interno della formazione del Bugarone Inferiore in quanto non sono stati rinvenuti né sedimenti aaleniani né sedimenti appartenenti alle prime tre zone del Bajociano inferiore.

3.4. SETTORE INFERNACCIO - CAMPO AL BELLO

Fanno parte di questo settore le sezioni dell'Infernaccio, dei Ranchi, di Fosso del Presale/Grotte del Borghetto e Campo al Bello (fig. 28).

Rispetto al settore precedente si registra nell'Aaleniano superiore la presenza di depositi dovuti a scivolamento gravitativo (Infernaccio, Ranchi) e l'intercalazione di spessore variabile, tra i calcari nodulari del Bugarone Inferiore e Superiore, del litosoma siliceo e di una sottile intercalazione, nelle sezioni dei Ranchi e dell'Infernaccio, di Calcarei e Marne a Posidonia. Questi caratteri, unitamente alla sottile intercalazione del litosoma argilloso toarciano inferiore, analoga a quella riscontrata nella sezione del T. Bosso in corrispondenza della formazione delle Marne del M. Serrone, indicano una graduale transizione ad un regime sedimentario di tipo bacinale.

Corniola - Presenta gli stessi caratteri visti nel settore precedente. Bisogna soltanto segnalare l'ispessimento della formazione, da parte di frequenti livelli encrinetici, nella sezione di F. Presale. Qui la porzione plienschachiana è spessa 25 metri. Al tetto della formazione si ritrova [un hard-ground simile a quello descritto nel settore precedente] si tratta di una superficie molto irregolare, mineralizzata da ossidi. Negli avvallamenti di questa superficie si rinvennero, all'Infernaccio, delle faune a Dactyloceratidi della Zona a Tenuicostatum

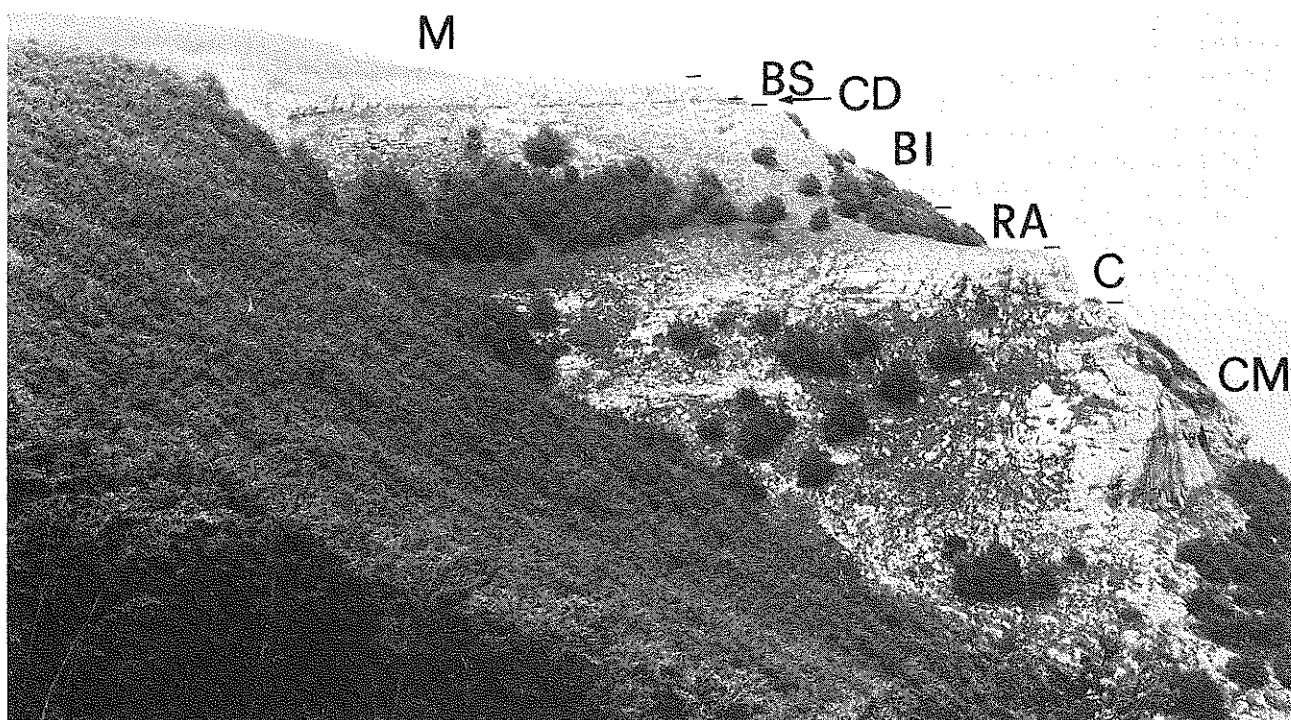


Fig. 28 - Vista panoramica della sezione di Campo al Bello (settore Infernaccio-Ranchi). CM) Formazione del Calcare Massiccio; C) formazione della Corniola; RA) formazione del Rosso Ammonitico; BI) formazione del Bugarone Inferiore; CD) Formazione dei Calcari Diasprigni; BS) formazione del Bugarone Superiore; M) formazione della Maiolica.

In altre sezioni, come quelle di F. Presale o di Campo al Bello, le prime faune a Dactylioceratidi si rinvennero anche poco sotto l'hardground, generalmente in uno strato di aspetto nodulare, analogamente a quanto osservato nella sezione del Bugarone.

Marne del M. Serrone - Riferiamo a questa unità un episodio argilloso che è presente nella parte settentrionale di M. Nerone, con spessore ridotto e minore estensione stratigrafica che nel bacino del T. Bosso. Gli spessori vanno da circa 70 cm (Fosso del Presale) a un sottile livello

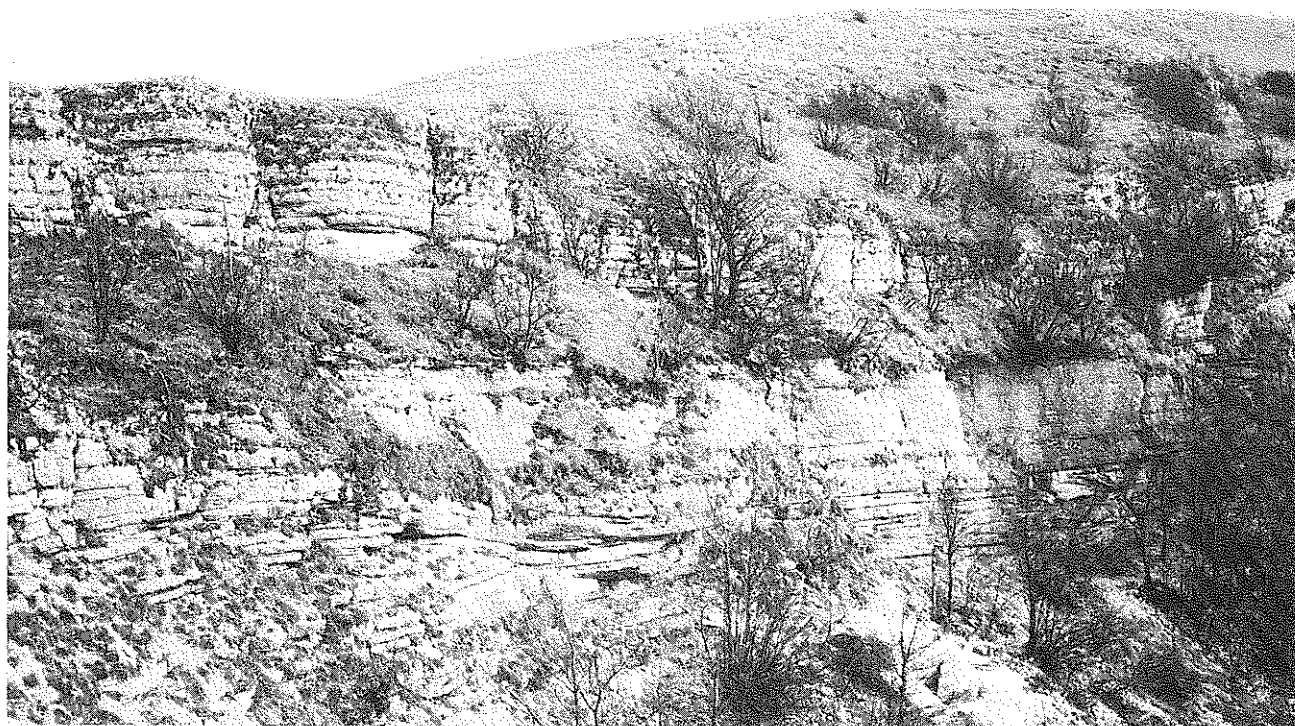


Fig. 29 - Sezione dell'Infernaccio, formazioni del Bugarone Inferiore, Calcari Diasprigni, Bugarone Superiore e Maiolica. Si notino, al di sopra di una superficie di erosione concava o subplanare, gli splumpings dell'Aaleniano medio e superiore della formazione del Bugarone Inferiore. Si confronti per il dettaglio biostratigrafico la sezione in fig. 49.

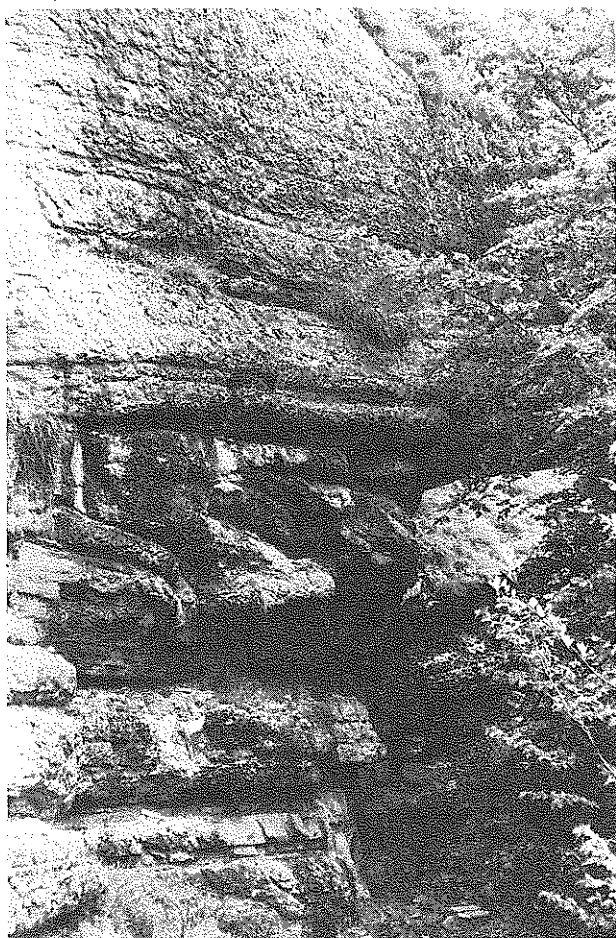


Fig. 30 - Sezione dell'Infernaccio, particolare degli slumpings dell'Aaleniano medio e superiore nella formazione del Bugarone Inferiore.

centimetrico (Infernaccio); da questo livello non provengono faune significative ma è compreso tra strati ben datati della base della Zona a *Tenuicostatum* e della Zona a *Serpentinus*.

Rosso Ammonitico - Presenta gli stessi caratteri osservati nel settore precedente; lo spessore sembra però essere più costante, compreso tra i 7 e i 10 metri.

Bugarone Inferiore - I caratteri litologici e l'estensione stratigrafica sono analoghi a quanto osservato nel settore precedente; la facies di Micriti a Cefalopodi è però del tutto assente. Nelle sezioni dei Ranchi e dell'Infernaccio sono ben esposti depositi di scivolamento gravitativo nell'Aaleniano superiore. In quest'ultima sezione si osservano diversi complessi ripiegati al di sopra di una superficie di discontinuità (erosione?, cicatrice di slump?) il cui profilo, all'affioramento, è da subplanare a concavo (figg. 29-32).

Calcarei e Marne a Posidonia - Attribuiamo a questa formazione un livello calcareo di spessore variabile da 50 a 10 cm, contenente abbondanti resti filamentosi, senza strutture nodulari, talvolta con mineralizzazioni, riconoscibile nella sezione dei Ranchi (fig. 34) intercalato tra la formazione del Bugarone Inferiore e i Calcarei Diaspri (fig. 33). Questo stesso livello occupa la medesima posizione stratigrafica nella sezione dell'Infernaccio dove è però rappresentato da un solo strato potente 10 centimetri.

Calcarei Diaspri - Tra le formazioni del Bugarone Inferiore e Superiore si intercalano degli strati radiolaritici costituiti da calcareniti fogliettate a radiolari, selci in liste e noduli, calcari selciferi e silicizzati (fig. 35); le successioni di selci del tipo "pinch and swell" come esposti nelle sezioni del T. Bosso e della Fondarca, si osservano nella sola sezione dei Ranchi. Questa intercalazione del litosoma siliceo è di spessore molto variabile: da circa 6 metri



Fig. 31 - Sezione dell'Infernaccio. Troncatura al tetto di un livello slumpizzato (freccia in alto a sinistra). Qui la base dello slump è paraconcordante sopra gli strati indisturbati (freccia in basso al centro) ma diventa una superficie concava poche decine di metri più a Nord (verso sinistra nella fotografia, in cui il cappuccio dell'obiettivo fotografico funge da scala, freccia piccola).



Fig. 32 - Sezione dei Ranchi (vedi colonna stratigrafica di fig. 34), formazioni del Bugarone Inferiore, dei Calcari Diasprigni e del Bugarone Superiore. Si notino gli slumpings nell'Aaleniano superiore della formazione del Bugarone Inferiore.

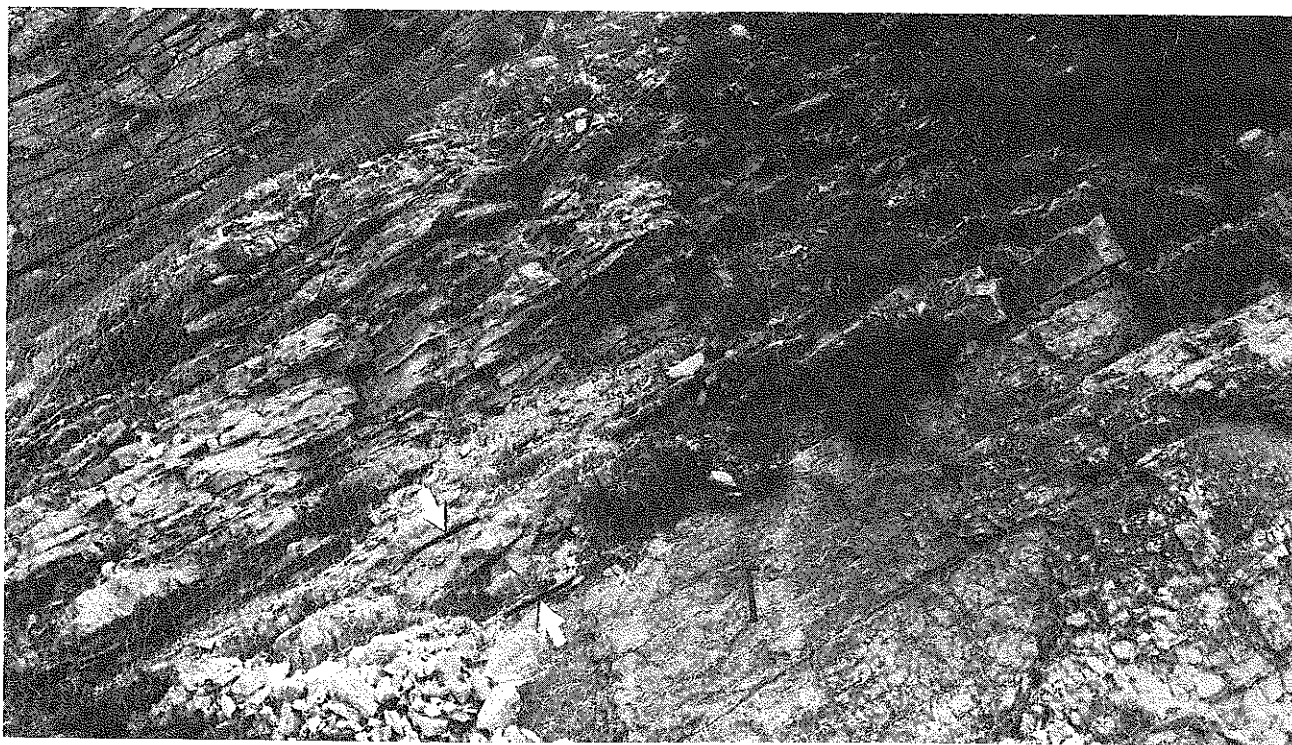
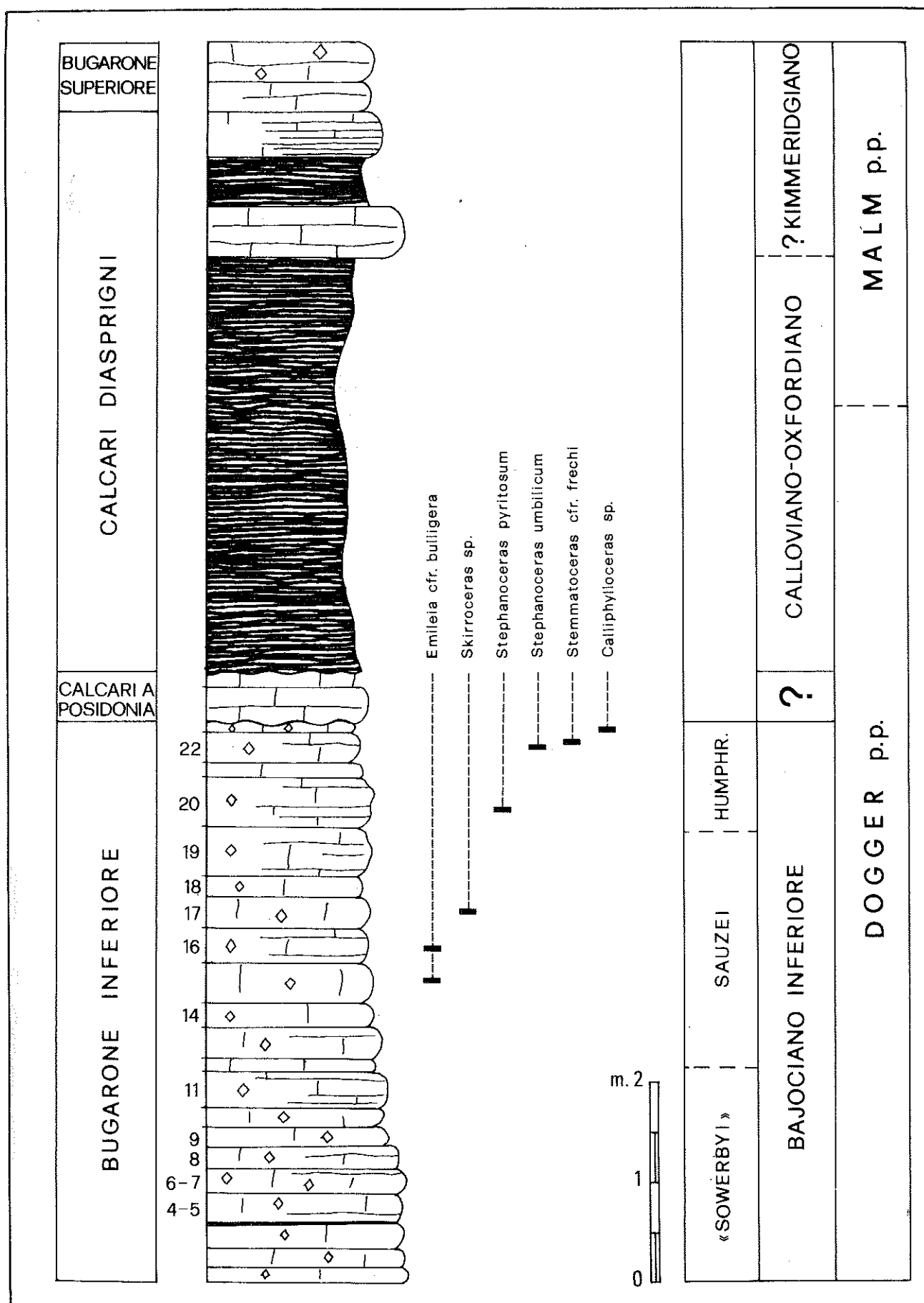


Fig. 33 - Sezione dei Ranchi: sottile intercalazione (frecche) della formazione dei Calcari e Marne a Posidonia tra il tetto della formazione del Bugarone Inferiore (Bajociano inf., Zona a Humphriesianum) e la base dei Calcari Diasprigni (Calloviano). Il martello per la scala è appoggiato sui calcari nodulari dolomitizzati della Zona a Humphriesianum.

Fig. 34 - Colonna stratigrafica della sezione dei Ranchi (settore Infernaccio-Campo al Bello) mostrante l'intercalazione di un sottile spessore di Calcari e Marne a Posidonia e dei Calcari Diasprigni tra il tetto della formazione del Bugarone Inferiore (Bajociano inferiore) e la base della formazione del Bugarone Superiore (Kimmeridgiano superiore).



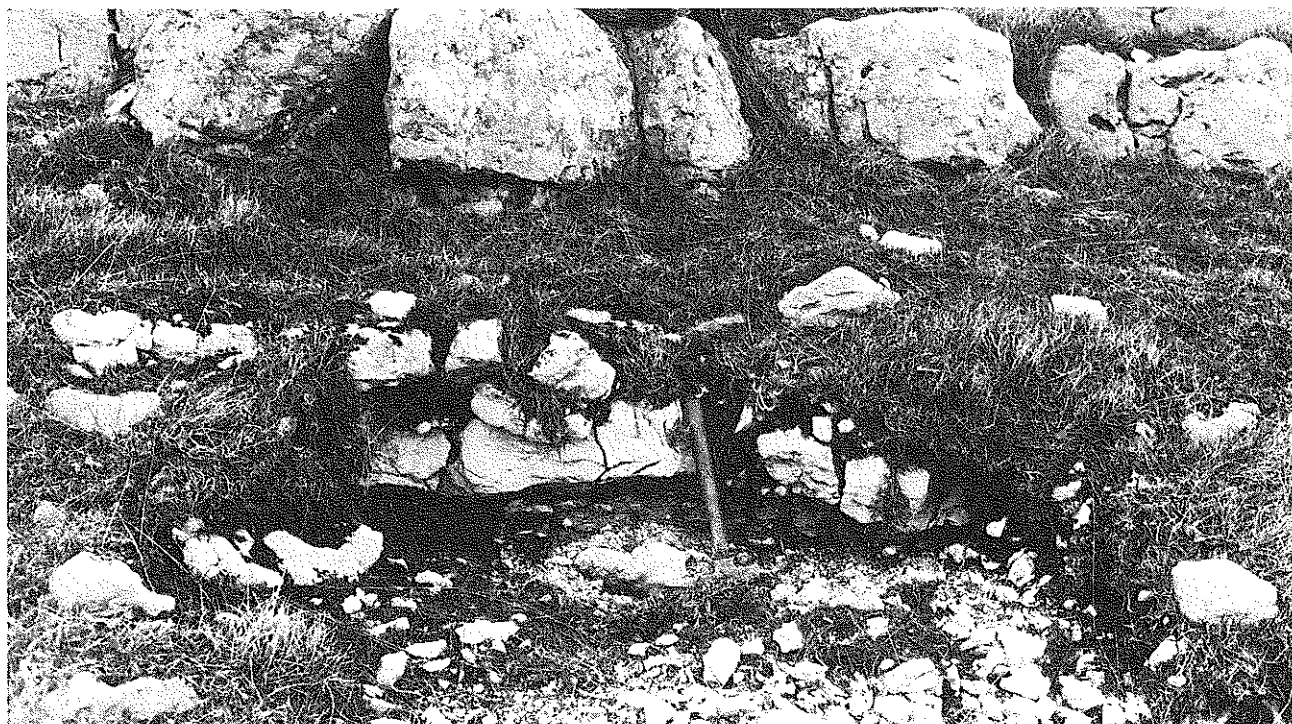


Fig. 35 - Sezione di Campo al Bello: intercalazione di radiolariti e calcari con selce. Kimmeridgiano inferiore, Zona a Divisum.

nella sezione dei Ranchi a circa 70 cm nella sezione di Fosso del Presale/Grotte del Borghetto.

Le faune a radiolari della sezione dei Ranchi (Baumgartner, in questo volume) indicano un'età Calloviana per la parte inferiore e oxfordiano-kimmeridgiana per quella superiore.

In tutte le sezioni esaminate il primo strato calcareo

direttamente sovrapposto alle radiolariti appartiene alla Zona a Cavouri del Kimmeridgiano superiore.

Nelle sezioni di Campo al Bello (fig. 28), di Fosso del Presale/Borghetto e dei Ranchi, si rinvengono uno strato calcareo intercalato nelle radiolariti. Nella sezione di Campo al Bello in particolare, questo strato ci ha fornito una fauna della Zona a Divisum del Kimmeridgiano inferi-



Fig. 36 - Sezione di Campo al Bello: particolare della fig. 35 mostrante i calcari bioclastici con selce del Kimmeridgiano inferiore nei quali si nota una struttura a lamine incrociate ed un livello selcifero discontinuo.

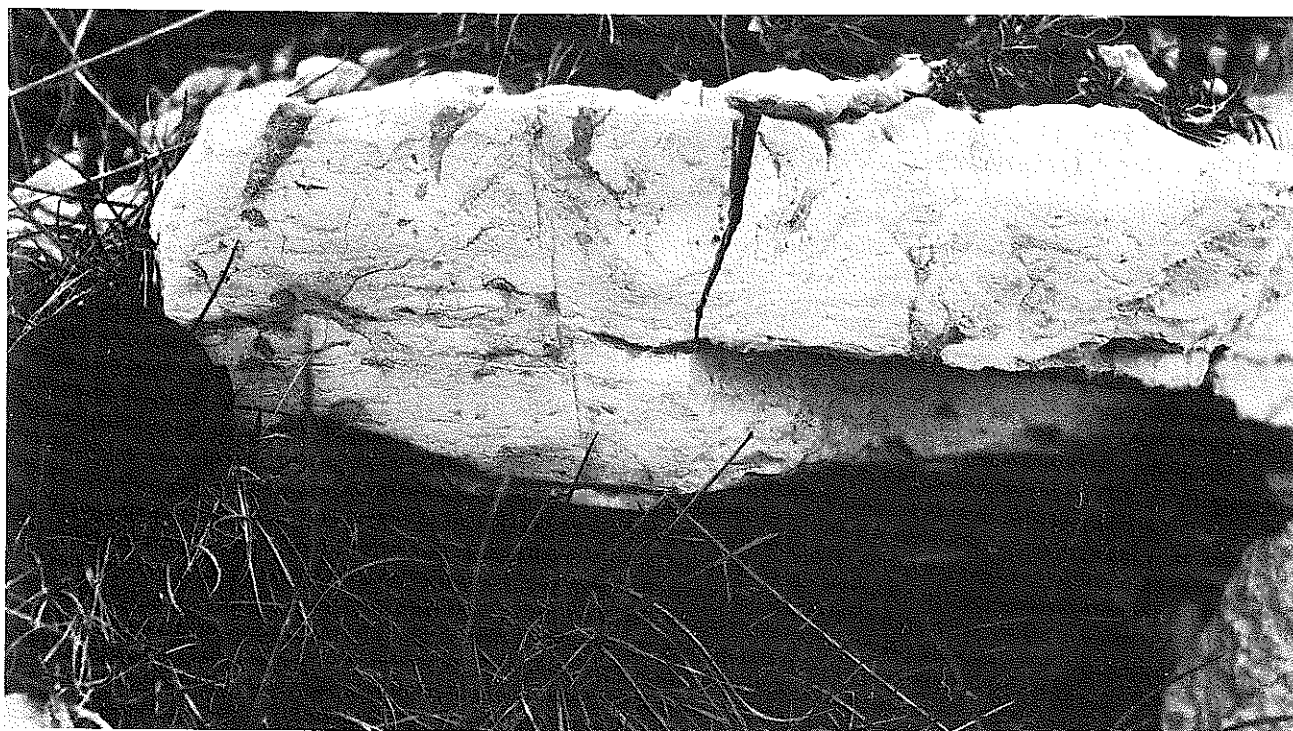


Fig. 37 - Sezione di Campo al Bello: particolare dei calcari con selce (Kimmeridgiano inferiore). Si osservano lamine disturbate, intraclasti molli e bioturbazioni verticali.

ore. Come rappresentato nelle figure 36 e 37 a Campo al Bello le radiolariti, sia sopra l'ultimo strato bajociano che sopra al succitato strato kimmeridgiano intercalato, presentano laminazioni incrociate alla base.

Va segnalato che nella sezione Grotta dei Prosciutti/Passo della Madonna, situata di fronte a quella dell'Infernaccio, sul lato sinistro dell'omonima valle, le radiolariti scompaiono e la formazione del Bugarone Superiore è direttamente sovrapposta a quella del Bugarone Inferiore, come nel settore Bugarone-Fosso Pisciarelo.

Bugarone Superiore - In questo settore non si registra la presenza della litofacies delle Micriti a Cefalopodi; si hanno quindi calcari dolomitizzati, bioturbati e, soprattutto nella Zona a Beckeri, di aspetto nodulare. Gli spessori sono più costanti che nel settore precedente.

3.5. LA FORMAZIONE DELLA MAIOLICA NEI SETTORI BUGARONE - F. PISCIARELLO E INFERNACCIO - CAMPO AL BELLO

Micarelli *et al.* (1977) hanno istituito il termine di "Maiolica di seamount" in contrapposizione a quello di "Maiolica di bacino" ad indicare i calcari micritici biancastri, porcellanacei, da dolomitizzati ad intensamente dolomitizzati, di aspetto più o meno nodulare e con stratificazione incerta e mal definita, presenti sugli alti strutturali al di sopra della formazione del Bugarone Superiore. Se si esclude la perdita di una stratificazione ben definita, evidenziata nella figura 50, è in realtà molto difficile tracciare un limite litologico tra questi livelli e gli ultimi livelli ben stratificati della formazione del Bugarone Superiore. Vorremmo inoltre notare che al di sopra dei sedimenti attribuiti da Micarelli *et al.* alla "Maiolica di seamount" esiste una successione mostrante gli stessi caratteri litologici della cosiddetta "Maiolica di bacino".

Non essendo quindi possibile riconoscere in modo chiaro ed univoco il limite tra la formazione del Bugarone Superiore e la "Maiolica di seamount" è lecito chiedersi se sugli alti strutturali non sia più logico spostare verso l'alto il limite della formazione del Bugarone Superiore, fino alla base dei livelli chiaramente appartenenti alla Maiolica.

Questo problema non può essere risolto in questa sede perché il dettaglio delle nostre osservazioni si spinge fino ai primi metri della cosiddetta "Maiolica di seamount". Riteniamo sia auspicabile una revisione della formazione della Maiolica sulla base di un confronto dettagliato fra aree di bacino ed aree di PCP; tale confronto dovrà essere sostenuto da precise datazioni per mezzo di faune a Calpionelle nonché da osservazioni sedimentologiche che dovranno tenere conto anche degli aspetti legati alla dolomitizzazione.

4. BIOSTRATIGRAFIA

In questo capitolo vengono presentati e sinteticamente discussi i dati biostratigrafici in gran parte relativi alle sezioni localizzate sull'alto strutturale del M. Nerone. La grande abbondanza di livelli fossiliferi ad ammoniti ci ha consentito di ottenere datazioni molto fini che ci hanno permesso, in un secondo tempo, di comprendere meglio l'evoluzione sedimentaria dell'area in esame durante il Giurassico.

La presentazione dei dati avverrà in buona parte mediante rappresentazioni grafiche indicanti in particolare la distribuzione verticale delle specie riconosciute.

Va infine specificato che dalla fine del Titonico inferiore le ammoniti si fanno rare nelle zone di alto strutturale: fino al limite Giurassico-Cretaceo le nostre osservazioni si sono avvalse delle datazioni fornite dalle Cal-

pionelle alle quali è dedicato un capitolo specifico.

4.1. VELOCITÀ DI SEDIMENTAZIONE E BIOSTRATIGRAFIA

In base alle datazioni ottenute per mezzo delle faune ad ammoniti raccolte nelle sezioni di PCP si ricavano immediatamente gli spessori dei vari piani: ciò consente di calcolare le velocità di sedimentazione medie, in questo tipo di sezioni, facendo riferimento ad una scala cronologica espressa in milioni di anni. In questo lavoro abbiamo fatto riferimento alla scala proposta da Westernmann (1984).

I valori della velocità di sedimentazione, calcolati per gli intervalli di cui sono disponibili datazioni biostratigrafiche precise, sono i seguenti:

- Carixiano - Domeriano, da 2 a 4,5 mm/1000 anni;
- Toarciano, da 1,2 a 1,4 mm/1000 anni;
- Aaleniano, intorno a 1,8 mm/1000 anni;
- Bajociano inferiore, da 0,5 a 1,3 mm/1000 anni;
- Kimmeridgiano (tenendo conto della mancanza delle zone a Platynota e a Strombecki), intorno a 0,4 mm/1000 anni;
- Titonico intorno a 0,6 mm/1000 anni.

Le velocità di sedimentazione, già esigue nel Lias, crescono quindi nel tempo; ciò comporta una condensazione dei livelli fossiliferi via via più accentuata senza arrivare però, tranne rari casi, a fenomeni di "faunal mixing" con ammoniti di età diverse poste una accanto all'altra su di una stessa superficie. Si hanno in effetti successioni coerenti di associazioni di età diverse regolarmente sovrapposte. Queste successioni sono chiaramente riconoscibili nel Lias, meno nel Dogger inferiore, a causa della riduzione della velocità di sedimentazione e della scarsità di strati fossiliferi, ancor meno nel Malm a causa dei ridottissimi spessori e della presenza (Cecca *et al.*, 1986; Cecca & Santantonio, in stampa) di piccoli diastemi.

Come più volte sottolineato, la possibilità di riconoscere i vari limiti biostratigrafici è condizionata, in queste facies, dalla cura e dalla minuzia con le quali sono realizzate le campionature.

4.2. INQUADRAMENTO BIOSTRATIGRAFICO DEI SEDI- MENTI DEL GIURASSICO INFERIORE

Introduzione

I sedimenti liassici sono rappresentati nell'area di M. Nerone, come nella restante parte dell'Appennino umbromarchigiano, da litofacies depositatesi in area di piattaforma carbonatica e da litofacies depositatesi in ambiente pelagico. All'interno delle prime non si rinvenivano che raramente faune ad ammoniti utili per un inquadramento biostratigrafico e anche quando presenti (Calcare Massiccio del F. Burano) sono soggette a processi di spatizzazione che ne rendono ardua la determinazione. Relativamente completa è invece la letteratura inerente le faune dei sedimenti pelagici che seguono la deposizione del Calcare Massiccio, dal Sinemuriano superiore al Toarciano superiore, compresi nelle formazioni della Corniola, delle Marne del M. Serrone e del Rosso Ammonitico.

I dati biostratigrafici ottenuti dalle campionature eseguite nelle successioni depostesi sull'alto strutturale di M. Nerone, nell'intervallo Carixiano medio Toarciano basale, completano i dati di Ferretti (1970, 1972, 1975) inerenti campionature effettuate nella sezione di Gorgo a Cerbara e lungo le sponde del T. Bosso. In questa medesima località, ma esaminando una sezione esposta lungo la strada Secchiano-Pianello, abbiamo effettuato osservazioni bio-

stratigrafiche per quello che riguarda l'intervallo Sinemuriano superiore-Lotharingiano inferiore.

Piano	Zone	Settozone	Orizzonti
Toarciano	Aalensis		Pleydellia
	Meneghinii		Dumortieria
	Insigne		Hammatoceras
	"Erbaense"	"Sternale" Gamma	
	Bifrons	Semipollium Lusitanicum Sublevisioni	
	Serpentinus		Hildaites
	Tenuicostatum		Dactyloceras
Pliensbachiano	Emaciatum		Emaciatoceras e Lioceratoides
	Algovianum		Arietoceras
	Lavinianum		P. Celebratum
	Davoei		P. Voluble-Pantanelli- Varicostatum
Carixiano	Ibex	Valdani	Tropidoceras
	Jamesoni		Polymorphites
	Raricostatum		Paltechioceras
Lotharingiano	Oxynotum		Oxynotoceras e Angulaticeras
	Obtusum		Asteroceras
Sin.	Turneri		Arnioceras

Fig. 38 - Zonazione ad ammoniti adottata per il Lias nel presente lavoro.

SINEMURIANO sup.-LOTHARINGIANO				
Specie riconosciute	esemplari			
	1	2-5	>5	
Arnioceras ceratitoides paucicosta FUCINI.....				
Arnioceras gr. dimorphum (PARONA in FUCINI).....				
Peltolytoceras gerontii (BONARELLI).....				
Peltolytoceras giordanii (BONARELLI).....				
Racophyllites sp.....				
Zetoceras gr. tenuistriatum (MENECHINI in RAT).....				
Galaticeras harpoceratoides (GEMMELLARO).....				
Asteroceras varians (FUCINI).....				
Asteroceras aff. margarita (PARONA in FUCINI).....				
Hypasteroceras ceratiticum (FUCINI).....				
Tmaegophioceras gr. laeve (GEYER).....				
Tmaegophioceras sp.....				
Paltechioceras bohemi (HUG).....				
Paltechioceras rothpletzi (BOSE).....				
Paltechioceras cfr. radiatum (TRUEMAN e WILL.).....				
Glaeviceras aff. doris (DUMORTIER).....				
Metoxynotoceras oppeli (SCHLOEBACH).....				
Tetraspidoceras aff. quadratum (DUMORTIER).....				
Microderoceras sp. A.....				
Microderoceras sp. B.....				
Microderoceras notum (MENECHINI in FUCINI).....				
Angulaticeras dumortieri var. etrusca (FUCINI).....				
Pseudaganides kochi (PRINZ).....				

Fig. 39 - Specie di ammoniti riconosciute nel Sinemuriano sup. - Lotharingiano delle sezioni del Torrente Bosso e di Gorgo a Cerbara.

4.2.1. Sinemuriano

Il riconoscimento di questo piano avviene grazie al ritrovamento di *Arnioceras ceratitoides paucicosta* Fucini e *Arnioceras dimorphum* (Parona) nei primi metri della Corniola nella sezione del T. Bosso. Questi dati, uniti a quelli già esposti in Ferretti (1975), consentono di at-

SEZIONE DI GORGO A CERBARA «CORNIOLA» CARIXIANO
ZONA A IBEX S.ZONA A VALDANI

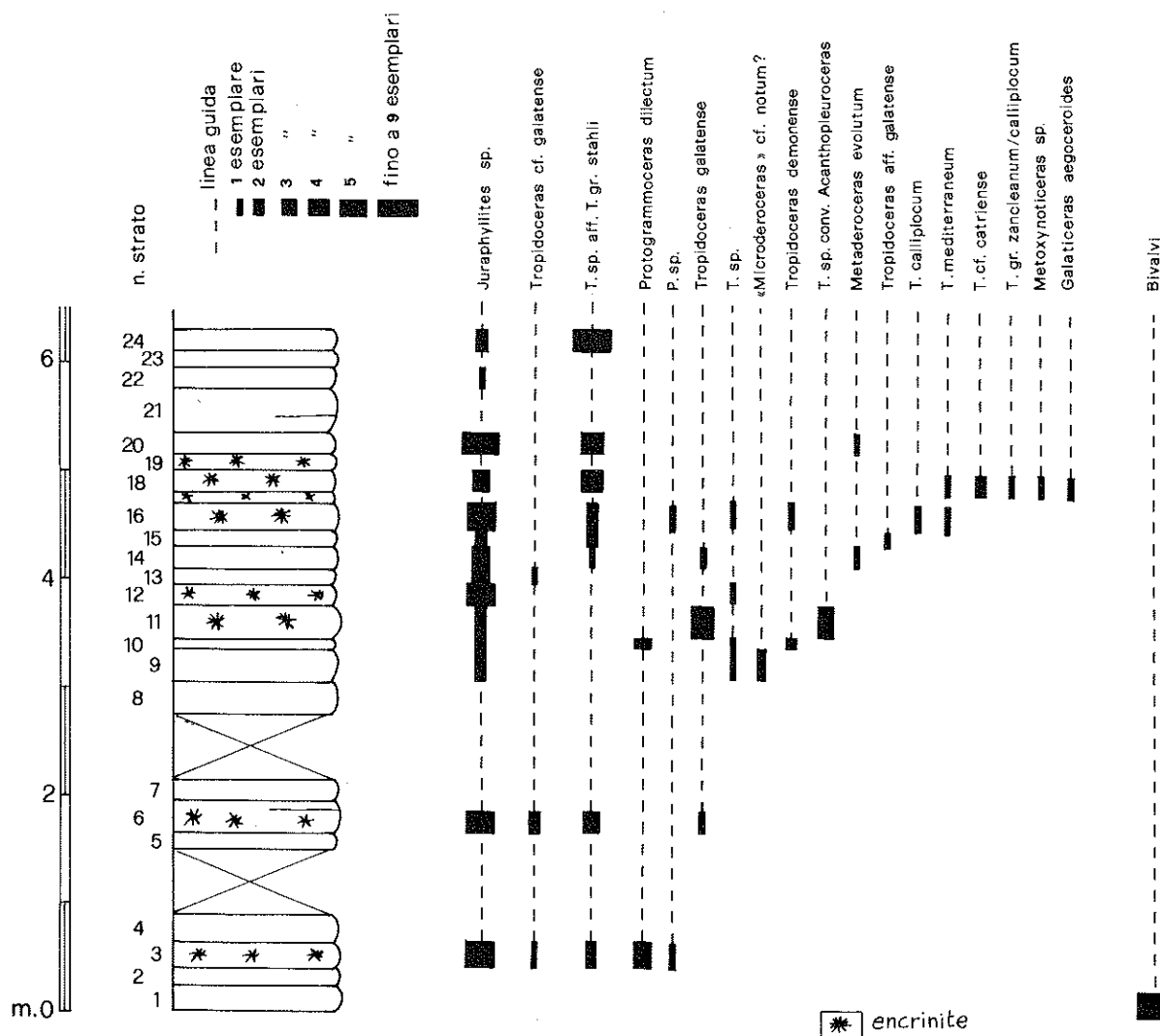


Fig. 40 - Distribuzione verticale delle specie di ammoniti riconosciute nell'intervallo Carixiano medio, Zona a Ibex p.p., nella sezione di Gorgo a Cerbara-cava.

tribuire una importanza biostratigrafica al livello con *Arnioceras* che indica nell'area Appenninica la Zona a Turneri.

4.2.2. Lotharingiano

Esistono in letteratura poche segnalazioni di faune ad ammoniti di questo sottopiano per l'Appennino umbromarchigiano. La più recente, Cecca *et al.* (1987b), è forse la più completa. L'evento faunistico che caratterizza l'inizio del Lotharingiano è, nell'area in esame, la comparsa di *Asteroceras*, associati con *Hypasteroceras*, *Tmae-*

gophioceras e *Microderoceras* (fig. 39). Oltre che nella sezione di Gorgo a Cerbara (Cecca *et al.*, 1987a), caratterizzata da sedimenti lotharingiani in facies di Micriti a Cefalopodi, faune di questo intervallo stratigrafico sono state riconosciute nella sezione del T. Bosso (fig. 5). Sono stati riconosciuti due livelli contenenti *Asteroceras varians* Fucini e uno contenente *Peltolytoceras geronzii* (Bonarelli) tutti appartenenti alla Zona a Obtusum.

Il Lotharingiano medio, a cui riferiamo la zona a *Oxy-notum*, è caratterizzato nella nostra area da livelli contenenti *Angulaticeras* e *Metoxynoticeras* (Ferretti, 1975).

Nella sezione di Gorgo a Cerbara abbiamo riconosciuto le specie *Angulaticeras dumortieri* var. *etrusca* (Fucini) e *Metoxynoticeras* cfr. *oppeli* (Schloembach).

Il Lotharingiano superiore, a cui facciamo corrispondere la Zona a *Raricostatum*, è senza dubbio l'intervallo avente la migliore rappresentazione nell'ambito del Lotharingiano. L'abbondanza di Echioceratidi: *Paltechioceras bohemi* (Hug), *P. bavaricum* (Bose) *P. cfr. radiatum* (Truemann & Williams), *P. rothpletzi* (Bose) *Leptechioceras meigeni* (Hug), *Plesechioceras delicatum* (Buckman), rende agevole la sua identificazione. Questo livello, indicato con il nome di "Orizzonte a *Paltechioceras*" oltre che nella gola del T. Bosso (Ferretti, 1975) è conosciuto anche sul M. Catria (Pallini, 1986).

4.2.3. Carixiano

Questo sottopiano, che con il successivo Domeriano costituisce il Pliensbachiano, viene suddiviso nell'area in esame nelle Zone a Jamesoni, Ibex e Davoei. Gli eventi faunistici che su scala generale consideriamo rappresentativi per il suo riconoscimento sono la sostituzione degli Echioceratidi da parte dei Polymorphitidi e la comparsa dei Dactylioceratidi con le Coeloceratine mediterranee.

Nell'area in esame esistono oggettivi problemi nell'individuare l'estensione sia della Zona a Jamesoni che, in misura minore, della Zona a Davoei. Questo è dovuto alla difficoltà di riconoscere spezzoni di serie ove esistano più orizzonti faunistici nell'ambito delle due Zone citate che permettano un controllo sull'evoluzione e lo sviluppo verticale dei markers impiegati.

Il riconoscimento della Zona a Jamesoni è legato al

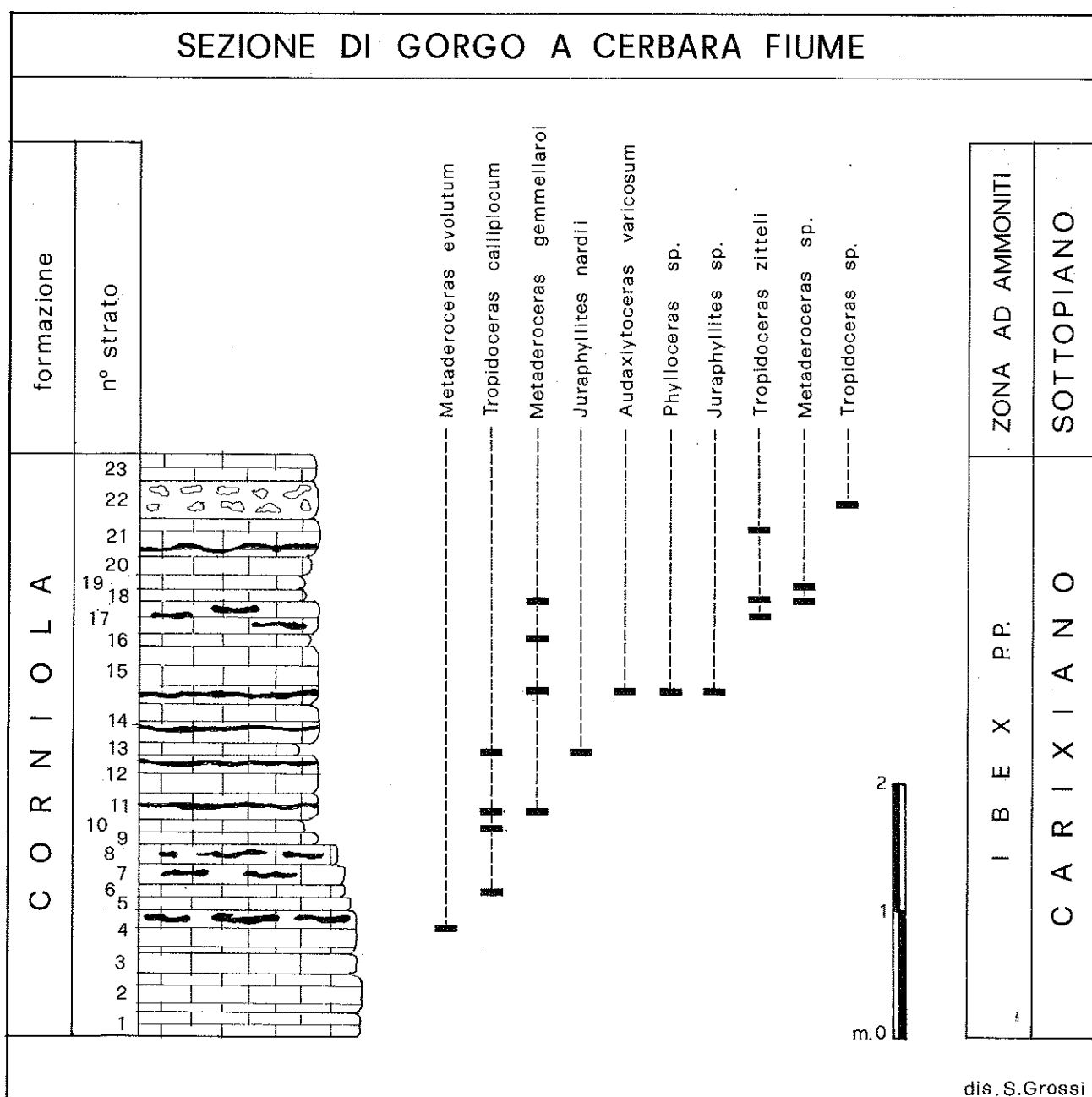


Fig. 41 - Distribuzione verticale delle specie di ammoniti riconosciute nell'intervallo Carixiano medio, Zona a Ibex p.p., nella sezione di Gorgo a Cerbara-balza di Soterio.

riconoscimento delle faune contenute nell'orizzonte a Polymorphites (Ferretti, 1975). Nell'area in esame questo non è stato possibile in nessuna sezione né di bacino né di alto strutturale. Ciononostante, nella sezione del T. Bosso, la sua presenza è testimoniata dagli studi di Ferretti (op. cit.). In particolare nell'area di alto strutturale di M. Nerone la sedimentazione pelagica, e di conseguenza le faune ad ammoniti, hanno inizio con il passaggio

dalla formazione del Calcare Massiccio alla Corniola, nel Carixiano medio, Zona a Ibex.

L'evento biostratigrafico che caratterizza le associazioni della zona a Ibex, in assenza della specie marker, è la presenza, con numerose specie e gran numero di individui, di *Tropidoceras* (figg. 40 e 41). Nella distribuzione verticale delle specie di *Tropidoceras* si assiste al passaggio da forme oxycone, a coste deboli, evanescenti al terzo esterno

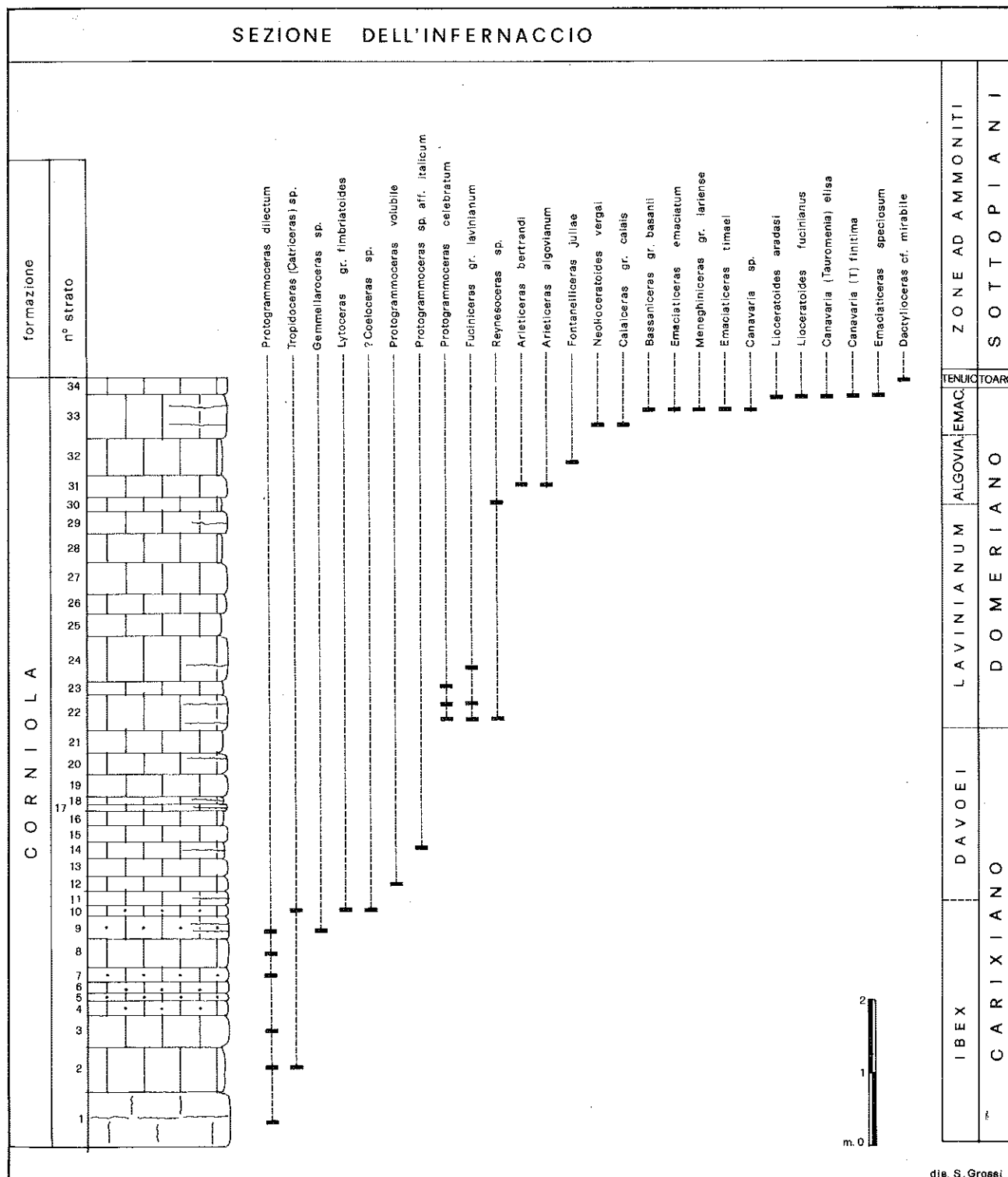
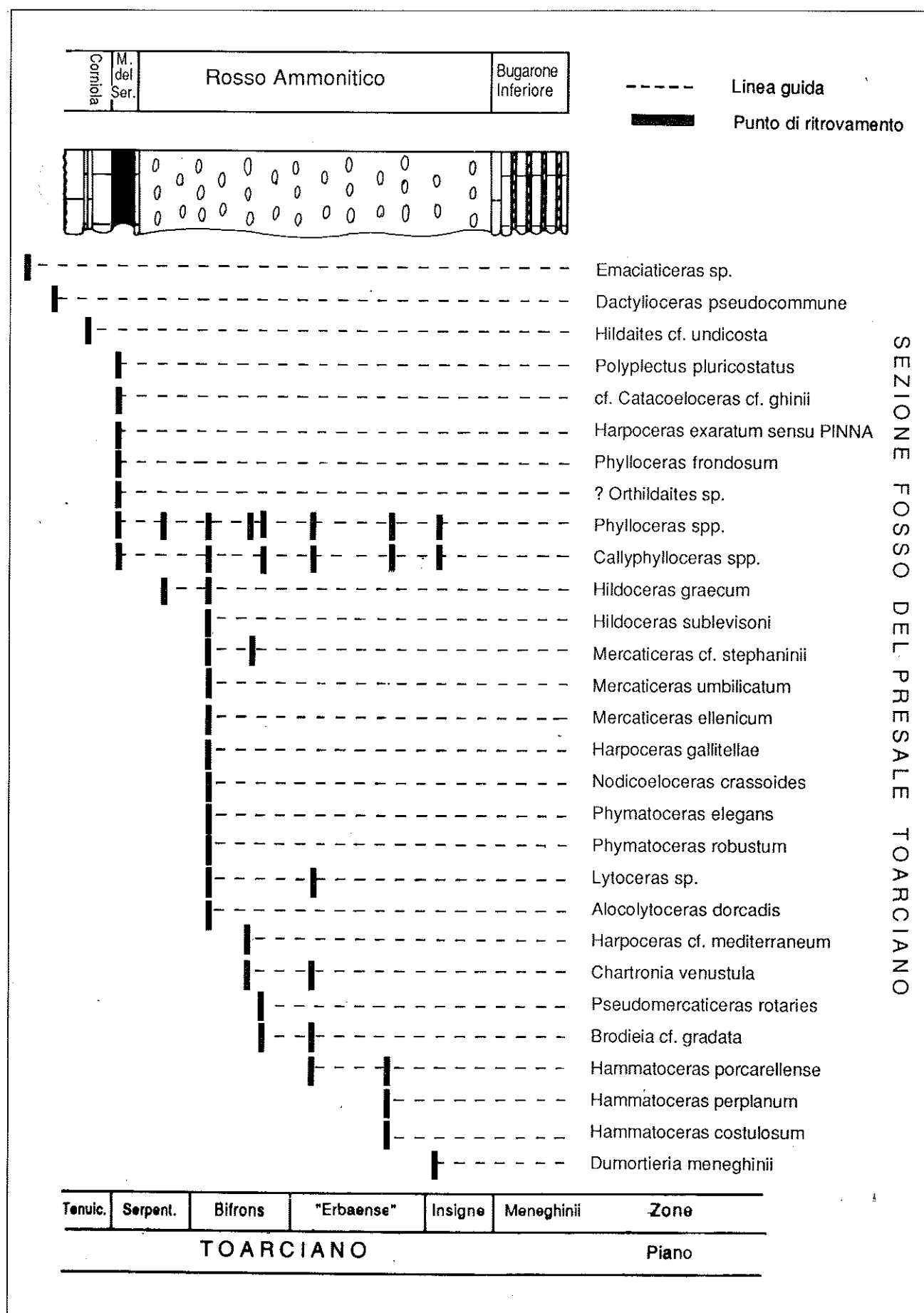


Fig. 42 - Distribuzione verticale delle specie di ammoniti riconosciute nella Corniola della sezione dell'Infernaccio, Carixiano medio-Toarciano basale.



del fianco con contemporanea presenza di coste secondarie sottili riunite in gruppi, a forme per lo più associate ai primi *Protogrammoceras dilectum* (Fucini). Tali forme sono caratterizzate da spira più evoluta, carena impostata su un'area esterna più larga, coste marcate a volte proverse nell'area esterna. Queste forme potrebbero derivare da *Catriceras* Venturi che manterrebbe la propria validità come sottogenere di *Tropidoceras*. Nel Carixiano inferiore parallelamente a *Tropidoceras*, si sviluppa *Metaderoceras* con forme, alla base della zona a Ibex, vicine a *Metaderoceras gemmellaroi* (Levi). Nella parte superiore della zona in questione, associato a *Protogrammoceras dilectum* (Fucini) e *Tropidoceras zitteli* (Fucini), questo genere raggiungerebbe morfologie vicine a *Dubariceras* prima e a *Reynesocoeloceras* (*R. indunense*) poi.

All'abbondanza di forme che caratterizzano il Carixiano medio fa riscontro una marcata diminuzione di specie e di esemplari nel Carixiano superiore. Sia nelle serie di alto strutturale che in quelle di bacino, sono presenti pochi *Protogrammoceras*, rari *Juraphyllites* e ancor più rari *Dactylioceratidi*. Secondo l'interpretazione di Dommergues *et al.* (1983) la sola possibilità di riconoscere la Zona a Davoei è legata all'interpretazione dell'evoluzione di specie appartenenti al genere *Protogrammoceras* del gruppo *volubile-pantanellii-varicostatum*.

4.2.4. Domeriano

È il sottopiano che occupa la parte superiore del Plienbachiano; viene indifferentemente diviso in 2 o 3 zone e nel presente lavoro adotteremo la suddivisione proposta da Braga (1983) corrispondente alle Zone a Lavinianum, a Algovianum e a Emaciatum.

L'evento faunistico che caratterizza il Domeriano è rappresentato dalla diversificazione dei *Dactylioceratidi* e dalla evoluzione degli *Hildoceratidi*. Il limite inferiore di questo sottopiano è posto in corrispondenza della comparsa di *Cetonoceras psiloceroides* (Fucini).

Nonostante i problemi paleontologici connessi al riconoscimento del genere *Fucinoceras* (vedi Dommergues 1987), la comparsa delle specie *Fucinoceras portisi* (Fucini) e *F. lavinianum* (Meneghini) viene considerato l'elemento che consente di posizionare il limite inferiore del sottopiano (Dommergues *et al.*, 1983; Braga, 1983). Nell'area in esame riteniamo che un ruolo importante possa essere rivestito a questo proposito da *Cetonoceras psiloceroides* (Fucini) e da *Prodactylioceras italicum* (Meneghini in Fucini) il quale, sia pur segnalato in terreni extra appenninici nella sottostante Zona a Davoei (Ungheria, Dommergues *et al.* 1983), nella sezione di Gorgo a Cerbara è frequente in associazione con i primi *Fucinoceras*. In conclusione la Zona a Lavinianum è riconoscibile nell'area di M. Nerone dall'associazione *Fucinoceras* e *Dactylioceratidi*. La comparsa di *Arietoceras*, il suo sviluppo e la comparsa delle prime forme derivate è l'evento biostratigrafico che caratterizza il Domeriano medio, Zona a Algovianum. L'associazione contenente *Emaciatoceras* e *Lioceratoides* (Ferretti, 1970) consente il riconoscimento del Domeriano superiore, Zona a Emaciatum. Dalla sezione dell'Infernaccio (fig. 42) e da altre ubicate nel-

l'area di piattaforma pelagica del M. Nerone, provengono alcuni dati biostratigrafici interessanti per correlare questo tipo di successioni con quelle più spesse delle successioni di bacino: il riconoscimento al tetto del Domeriano, immediatamente prima dello strato con *Dactylioceras* che segna l'inizio del Toarciano, di *Emaciatoceras* gr. *lottii*, *E. gr. emaciatum*, *E. gr. paladinoi* a loro volta preceduti da *Neolioceratoides* gr. *aradasi* (Fucini) accompagnati da forme riferibili a *Canavaria* s.l. e *Bassaniceras bassanii* (Fucini) rende possibile la correlazione.

4.2.5. Toarciano

Le associazioni ad ammoniti di questo intervallo sono senz'altro le meglio studiate di tutte quelle conosciute nell'areale Appenninico. I classici lavori di Donovan (1958), Gallitelli (1970) e più recentemente Venturi (1972 e seguenti), Nicosia & Pallini (1977), Elmi (1981) hanno contribuito a fornire un quadro dettagliato riguardo alle specie rappresentate nel Toarciano umbro-marchigiano. Nonostante questo però manca a tutt'oggi una scala biozonale di dettaglio correlata con quella standard in uso in altre regioni mediterranee. Trattandosi in questa sede di un lavoro nel quale la biostratigrafia serve ad individuare il momento nel quale un dato evento si verifica abbiamo pensato di non apportare modifiche allo schema biostratigrafico proposto dagli Autori (figura 38) se non per quello che riguarda la Zona a Erbaense a cui dedicheremo alcune righe.

Attualmente si tende a considerare compresi nell'unica Zona a Erbaense tutti quei terreni, e di conseguenza fossili, che seguono la scomparsa degli *Hildoceras* e precedono la comparsa di *Dumortieria*. In questo senso la Zona è stata definita da Donovan (1958) ed impiegata dagli Autori successivi. Elmi *et al.* (1974) all'interno di un quadro di correlazioni riguardante le zone del Toarciano algerino esprimono il dubbio che l'intervallo rappresentato dalla Zona a Erbaense, che avrebbe dovuto correlarsi con le Zone a Variabilis, Thouarsense e Insigne dell'area Europea, fosse in realtà lacunoso della sua parte media superiore. Pinna (1973) affronta il problema della Zona a Erbaense individuando al suo interno 3 possibili associazioni ad ammoniti corrispondenti all'intervallo compreso tra la base della Zona a Variabilis e la base della Zona a Levesquei. Jimenez & Rivas (1979) riconoscono nella Cordillera Bética la Zona a Thouarsense e a Insigne mediante l'uso di *Pseudogrammoceras fallaciosum*.

La situazione appenninica si presenta abbastanza tipica in quanto i sedimenti compresi tra la scomparsa di *Hildoceras* e la comparsa di *Dumortieria* hanno generalmente uno spessore di pochi metri durante i quali si avvicinano delle associazioni ad ammoniti nelle quali mancano sia *Haugia* che *Grammoceras* e dove *Pseudogrammoceras* è solo poco frequente. In compenso sono molto diffusi i generi *Hammatoceras*, *Brodieia*, *Pseudomercaticeras*, *Paroniceras* nonché gli ultimi *dactylioceratidi* (*Collinites*, *Porpoceras*). Recenti studi condotti da alcuni di noi (Cresta *et al.* in prep.) sugli *Hammatoceratidi*, hanno portato al riconoscimento, al tetto dei sedimenti compresi nella Zona a Erbaense, di un orizzonte a *Hammatoceras picenum* Fossa Mancini, *H. perplanum* Prinz, *H. porcarense* Bonarelli.

Fig. 43 - Distribuzione verticale delle specie di ammoniti riconosciute nel Rosso Ammonitico della sezione di Fosso del Presale, Toarciano. Lo spessore del Rosso Ammonitico è 6,3 m.

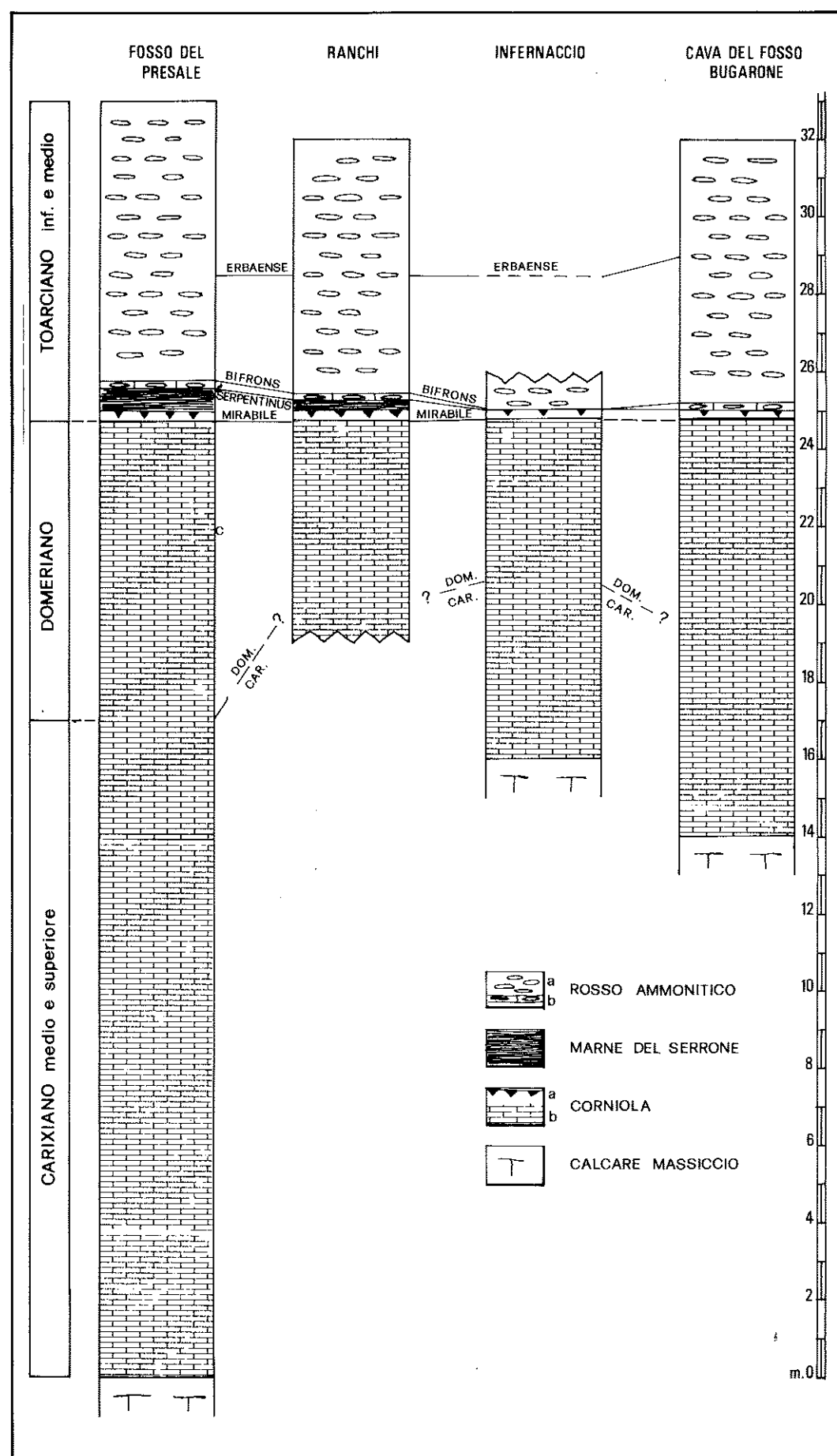


Fig. 44 - Correlazione (lito-bio stratigrafica) di alcune sezioni liassiche situate sul M. Nerone.

Fig. 45 - Quadro di distribuzione totale delle specie di ammoniti del Toarciano superiore p.p. - Bajociano inferiore, riconosciute nell'area di M. Nerone.

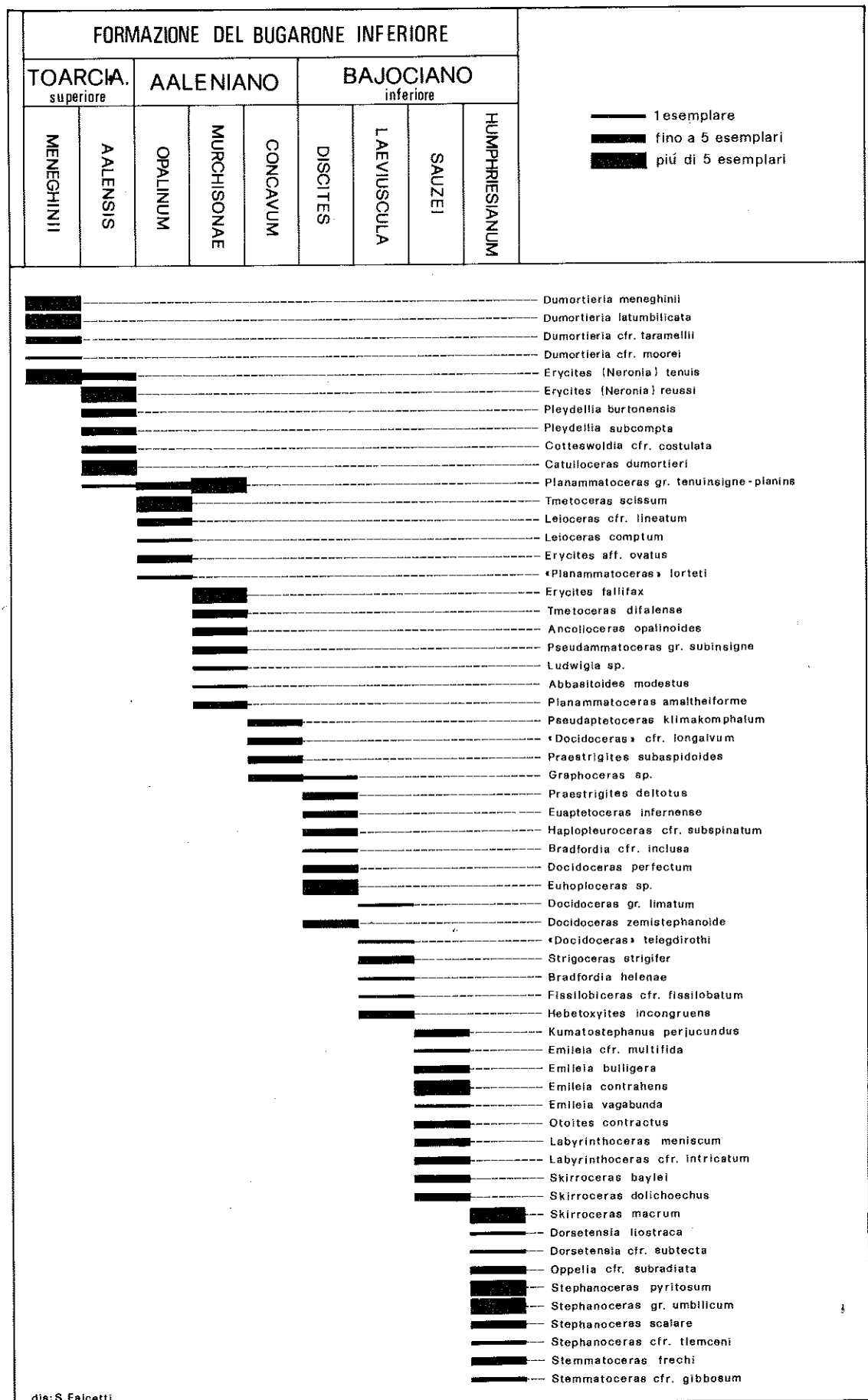
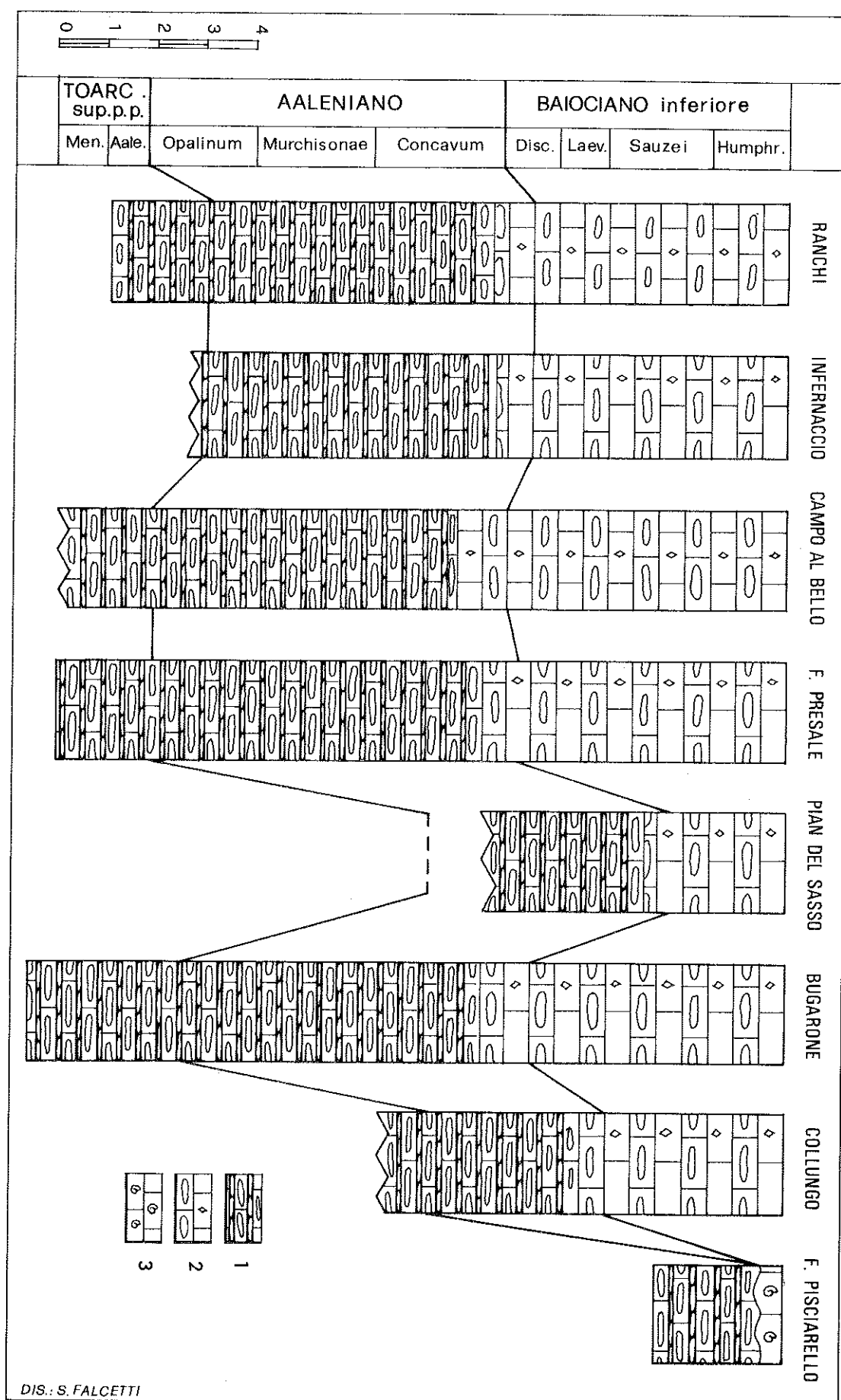


Fig. 46 - Correlazione (lito-bio stratigrafica) delle sezioni della formazione del Bugarone inferiore studiate a M. Nerone. 1) Alternanze di calcari marnosi e marne nodulari in strati centimetrici (max 30 cm) (Toarciano superiore p.p.-Aaleniano superiore p.p.); 2) Calcarei e calcari marnosi nodulari, dolomitizzati e biorbati (Aaleniano superiore p.p.-Bajociano inferiore); 3) Micriti a Cefalopodi (Bajociano inferiore, Zona a *Humphriesianum*); 4) Hiatus.



li, *H. personatum* Fossa che può essere correlato con la Zona a Insigne (Géczy, 1984). Al di sotto di questo orizzonte faunistico sono individuabili in quello che resta della Zona a Erbaense altre due associazioni ad ammoniti: una inferiore contenente *Pseudomercaticeras*, *Brodieia*, gli ultimi Dactyloceratidi, *Phymatoceras*, e *Praerycites*, corrispondente alla Sottozona a Gemma di Gallitelli Wendt (1969) e una superiore contenente una fauna meno abbondante della precedente, con *Pseudogrammoceras*, *Paronoceras*, *Hammatoceras* corrispondente alla sottozona a Sternale p.p.

In definitiva, anche se ulteriori studi dovranno confermare questa interpretazione, riteniamo plausibile la separazione di una Zona a Insigne dalla Zona a "Erbaense" che assume qui un significato ridotto.

Nelle successioni dell'area di alto strutturale di M. Nerone l'orizzonte a *Hammatoceras* è riconoscibile in tutte le sezioni esaminate circa 60 cm al di sotto della comparsa della prima *Dumortieria meneghinii*.

4.3. INQUADRAMENTO BIOSTRATIGRAFICO DEI SEDIMENTI DEL GIURASSICO MEDIO

Mentre per i sedimenti liassici esiste una ricca letteratura riguardante gli ammoniti e la loro distribuzione biostratigrafica, per i sedimenti medio-giurassici invece non si può dire altrettanto. Un primo fatto da considerare è che le associazioni ad ammoniti sono conosciute solamente nell'intervallo Aaleniano-Bajociano inferiore (Cresta, in stampa); nella restante parte del Dogger o la sedimentazione è lacunosa, come verificato nelle successioni di alto strutturale, oppure i sedimenti sono costituiti in prevalenza da fanghi organogeni a radiolari (sezione del T. Bosso, della Fondarca e in parte nelle sezioni dell'Infernaccio e dei Ranchi).

Nell'ambito della letteratura conosciuta che descrive faune ad ammoniti medio-giurassici, limitatamente all'intervallo Aaleniano-Bajociano inferiore, si nota come ancora non sia stato proposto uno schema biostratigrafico per la regione appenninica umbro-marchigiana. Questo perché è molto difficile trovare delle sezioni in cui siano esposte in successione tutte le associazioni faunistiche riconoscibili.

Nell'area di Monte Nerone, nella formazione del Bugarone Inferiore esposta nelle sezioni di F. Presale e dell'Infernaccio, abbiamo trovato una successione di faune ad ammoniti (fig. 45) sufficiente alla definizione biostratigrafica dell'intervallo Aaleniano-Bajociano inferiore (fig. 47).

Nella sezione di Fosso del Presale è rappresentata completamente la formazione del Bugarone Inferiore dalla base della Zona a Meneghinii, del Toarciano superiore, alla Zona a Humphriesianum, del Bajociano inferiore, con uno spessore di 14,5 metri (figg. 46-48), in quella dell'Infernaccio (figg. 46, 49) non è osservabile la parte basale.

Come già detto in precedenza in queste due sezioni è stato possibile, per i sedimenti dell'Aaleniano e del Bajociano inferiore, identificate in successione delle associazioni ad ammoniti utilizzabili nel riconoscimento delle zone impiegate in altre aree della provincia mediterranea (Linares, 1979, Pavia, 1983, Sandoval, 1983, Ureta, 1985, Fernandez Lopez, 1985). Per questo ci siamo basati su una associazione comprendente 250 ammoniti raccolte in strato nelle due sezioni sopra menzionate e, come

Piano	Zone	Orizzonti
Bajociano inf.	Humphriesianum	Stephanoceras e Stenmatoceras frechi
	Sauzei	Emileia, Kumatostephanus e Labyrinthoceras
	Laeviuscula	Fissiloboceras e Hebertoxyites
	Discites	Docidoceras spp.
Aaleniano	Concavum	Pseudaptetoceras klimakomphalum
	Murchisonae	Erycites fallifax
	Opalinum	Tmetoceras scissum

Fig. 47 - Zonazione ad ammoniti adottata per il Dogger nel presente lavoro.

confronto, nelle sezioni di Campo al Bello, Pian del Sasso, Ranchi, F. Pisciarelli, Cava Bugarone e Collungo.

4.3.1 Aaleniano

La prima associazione individuata, in base alla quale è riconoscibile l'Aaleniano inferiore, Zona a Opalinum, contiene: *Tmetoceras scissum* (Benecke), *Leioceras* cfr. *lineatum* Buckman, *L. comptum* (Reinecke), *Planammatoceras* gr. *planinsigne* (Vacek), *Erycites* aff. *ovatus* Géczy, "*Planammatoceras*" *lorteti* (Dumortier), *Holcophylloceras ultramontanum* (Zittel), *Calliphylloceras* spp., *Phylloceras* spp., *Lytoceras* sp. Senza dubbio, esclusi i Phylloceratidi che nelle associazioni aaleniane rappresentano sempre più del 50% della fauna, l'elemento caratteristico di questa associazione è *T. scissum*. Questa specie, derivante da *Catullocceras* dal quale si differenzia per l'assenza della carena e per una sezione della spira più alta, compare, associata con *Leioceras*, subito al di sopra l'ultima associazione con *Pleydellia* e *Catullocceras*. Questo fatto ci induce a considerarla un buon indicatore dell'inizio dell'Aaleniano.

La seconda associazione riconosciuta contiene come elementi caratteristici *Planammatoceras* gr. *planinsigne* (Vacek), *Erycites fallifax* Arkell e limitatamente ai primi strati *Ancolloceras opalinoides* (Mayer). Abbiamo anche rinvenuto *Pseudammatoceras* cfr. *subinsigne* (Oppel), "*Planammatoceras*" *spinosum* (Hantken in Prinz), *Abbasitoides modestus* (Vacek), *Tmetoceras difalense* Gemmellaro, *T. scissum* (Benecke) *Ludwigia* sp., *Alocolytoceras ophioneum* (Benecke), *Holcophylloceras ultramontanum* (Zittel), *Phylloceras perplanum* Prinz, *Phylloceras* spp., *Calliphylloceras* spp.

In tutte le sezioni esaminate è possibile riconoscere questa associazione anche se lo spettro faunistico non sempre è rappresentato al meglio dell'elenco sopramenzionato. L'elemento che consente un sicuro riconoscimento di questa associazione, qui correlata all'Aaleniano medio, Zona a Murchisonae, è *Erycites fallifax* presente in tutte le sezioni ed in alcuni livelli con un notevole numero di esemplari. All'interno della associazione si possono riconoscere una parte inferiore con *A. opalinoides*, *Tmetoceras difalense*, *T. scissum*, *Planammatoceras* gr. *planinsigne*, e una parte superiore con *Abbasitoides modestus*, *Ludwigia* sp. Ulteriori studi in corso da parte di uno degli scrittori (S. Cresta) permetteranno la definizione di uno schema biozonale che tenga in conto questa e altre possibili suddivisioni.

A questa associazione ricca in esemplari e diversificata seguono, nella sezione di F. Presale (fig. 48) alcuni strati

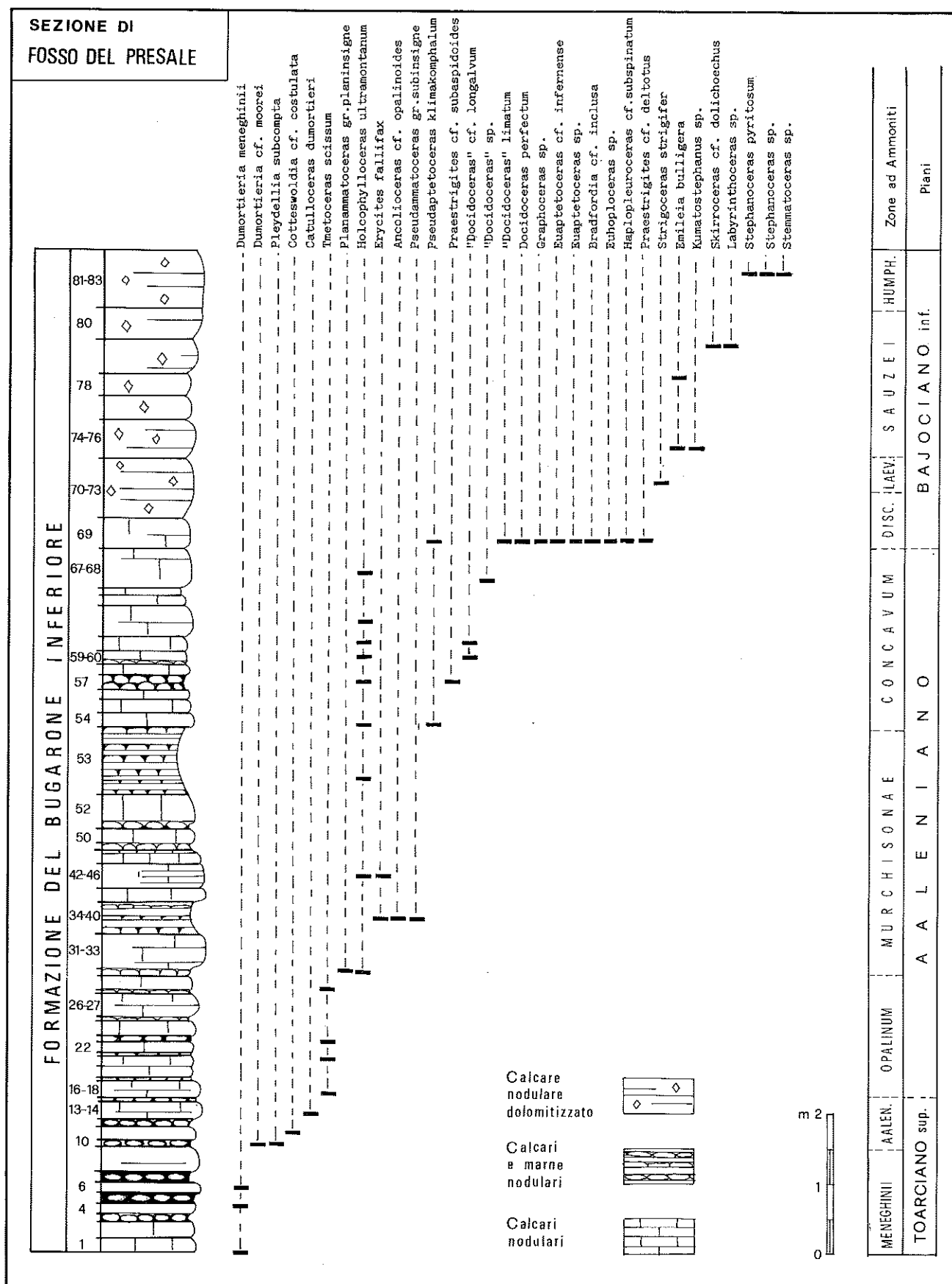


Fig. 48 - Distribuzione verticale delle specie di ammoniti nella formazione del Bugarone Inferiore nella sezione di Fosso del Presale, Toarciano superiore p.p.-Bajociano inferiore.

(54-65) contenenti una fauna veramente povera. Abbiamo riconosciuto *Pseudaptetoceras klimakomphalum* (Vacek), *Praestrigites subspidoides* (Vacek), "*Docidoceras*" *longalum* (Vacek) e *Holcophylloceras ultramontanum* (Zittel). Si tratta di un'orizzonte il cui limite inferiore è caratterizzato dalla comparsa di *P. klimakomphalum* che in altre aree mediterranee (Géczy, 1966) caratterizza la Zona a Concavum.

Nella sezione dell'Infernaccio assistiamo ad un fenomeno sedimentario che confonde la documentazione dell'Aaleniano superiore: si tratta di un deposito di slumping che va a riempire una cicatrice di distacco che aveva interessato l'Aaleniano medio. Per ricostruire la situazione abbiamo rilevato tre distinti profili: due ai lati dello slumping e uno in corrispondenza dello slumping stesso (fig. 49). Nei primi si riconoscono in successione le tre associazioni summenzionate; nel secondo seguono ai primi 2.5 metri contenenti faune della Zona a Opalinum, dei depositi caotici imballanti pezzi di successione prevalentemente contenenti faune dell'Aaleniano medio e superiore. Immediatamente successivo ai depositi caotici, ma sicuramente in connessione con l'evento che li ha prodotti, si riconosce uno strato di 20 cm. costituito da un mudstone a frattura scheggiata dal quale proviene un esemplare di *Graphoceras* sp. Immediatamente soprastante si riconosce l'associazione di base del Bajociano.

In conclusione si può dire che il complesso caotico descritto sostituisce in questa sezione i 4-5 metri di Aaleniano medio e superiore riconosciuti in altre sezioni esaminate. Questo si inserisce nel quadro che vede nell'Aaleniano medio e superiore una generale tendenza alla rimobilizzazione di sedimenti lungo le aree di pendio.

4.3.2. Bajociano inferiore

L'inizio del Bajociano è marcato nella regione di M. Nerone da un livello riccamente fossilifero riconoscibile nelle sezioni del F. Presale (strato 69) e dell'Infernaccio (strato 38-40). Al suo interno abbiamo la comparsa dei primi *Docidoceras* del gr. *limitatum* (Pompeckj), dei primi Haploceratidi con *Bradfordia* cfr. *inclusa* Buckman, dei Sonninidi con *Euhoploceras* sp., degli Strigoceratidi con *Strigoceras* sp. e la presenza di Hammatoceratidi con *Haplopleuroceras* cfr. *subspinatum* Buckman, *Euaptetoceras amaltheiforme* (Vacek) infernense (Roman), *Euaptetoceras* sp. Nonostante la presenza di *Graphoceras* sp. aff. *limitatum*, rinvenuto nella sezione del Fosso del Presale, attribuiamo questo livello fossilifero alla base del Bajociano in quanto in esso sono rappresentati per la prima volta quei gruppi che caratterizzano in seguito il Bajociano inferiore come i Sonninidi, gli Otoitidi e gli Stephanoceratidi.

Il problema riguardante il riconoscimento delle due zone iniziali del Bajociano inferiore si manifesta sotto due aspetti: il primo riguarda la distribuzione delle faune ad ammoniti che a parte il livello basale riccamente fossilifero mancano quasi completamente negli strati fino alla comparsa di *Emileia* e *Kumatostephanus*; il secondo deriva dalla estrema rarità di Sonninidi in base ai quali vengono riconosciute le suddivisioni della Zona a Laeviuscula.

Nell'elenco complessivo delle faune si riconosce una associazione pre-Sauzei comprendente, oltre le forme già citate nel livello basale del Bajociano, *Docidoceras zemi-stephanoides* Géczy, "*Docidoceras*" cfr. *telegdirothi* (Géczy), *Hebetoxyites incongruens* Buckman, *Bradfordia bele-nae* Renz, *Strigoceras* cfr. *strigifer* (Buckman), *Fissilobice-*

ras cfr. *fissilobatum* (Waagen).

In base alla distribuzione osservata nella sezione dell'Infernaccio, con particolare riferimento alla posizione stratigrafica di *Fissilobice* cfr. *fissilobatum*, intermedia tra il livello a *Docidoceras* e quello a *Emileia* e *Kumatostephanus*, sembrerebbe possibile una suddivisione delle faune pre-Sauzei nelle due Zone a Discites e a Laeviuscula, da dimostrare comunque con ulteriori studi.

In entrambe le sezioni campionate si assiste, dopo gli strati poco fossiliferi riferiti alla zona a Laeviuscula, ad un aumento delle faune ad ammoniti. La comparsa di *Emileia* cfr. *multifida* Buckman associata a *Kumatostephanus perjucundus* Buckman e *K. paucicostae* Fallot et Blanchet consente il riconoscimento del limite inferiore della Zona a Sauzei. Nella associazione caratteristica della Zona in questione si rinvencono: *Emileia contrabens* Buckman, *E. bulligera* Buckman, *E. vagabunda* Buckman, *Otoites contractus* (Sowerby), *Labyrinthoceras meniscum* (Waagen), *L.* cfr. *intricatum* Buckman, *Skirrocera baylei* (Oppel), *S. dolichoecchus* (Buckman).

Questa associazione è in genere facilmente riconoscibile in tutte le sezioni di alto strutturale soprattutto per la presenza di grossi esemplari appartenenti al genere *Emileia* che in definitiva caratterizzano l'associazione.

Nell'ultimo metro di sedimenti appartenenti alla formazione del Bugarone Inferiore è contenuta una associazione con *Stephanoceras pyritosum* (Quenstedt), *S. gr. umbilicum* (Quenstedt), *S. cfr. scalare* Weisert, *S. cfr. tlem-ceni* Atrops, *Skirrocera macrum* (Quenstedt), *Stemmatoceras frechi* Renz, *S. cfr. gibbosum* (Buckman), *Oppelia* cfr. *subradiata* (Sowerby), *Dorsetensia* cfr. *liostraca* Buckman e *D. cfr. subtecta* Buckman. Riteniamo che questa associazione possa essere riferita alla parte inferiore della Zona a Humphriesianum.

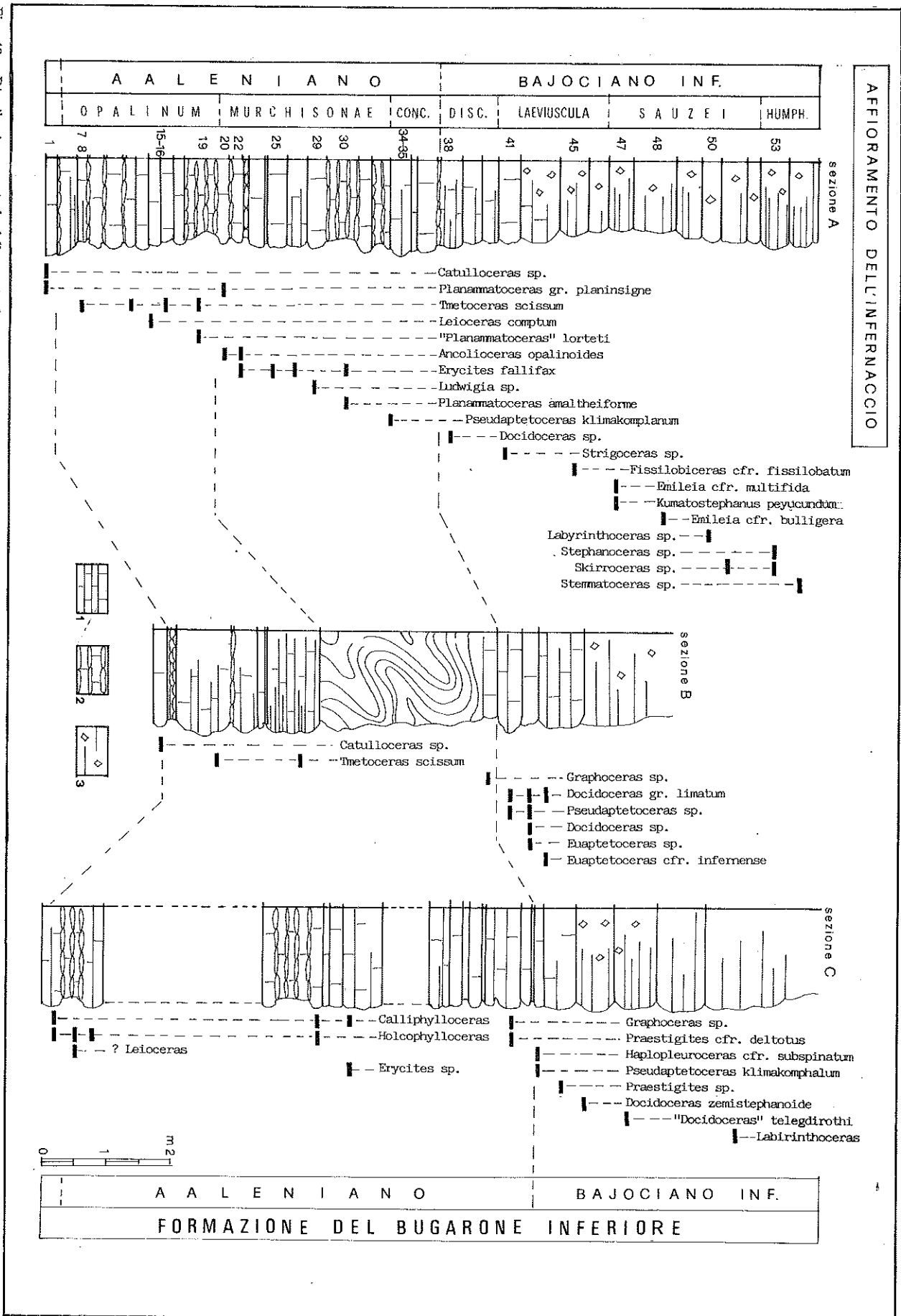
4.4. INQUADRAMENTO BIOSTRATIGRAFICO DEI SEDIMENTI DEL GIURASSICO SUPERIORE - BERRIASIANO

I sedimenti calcarei del Giurassico superiore, affioranti sulla piattaforma carbonatica pelagica di M. Nerone, contengono generalmente abbondanti faune ad ammoniti il cui studio ci ha consentito, almeno fino a tutto il Titonico inferiore, di effettuare suddivisioni biostratigrafiche molto fini. Per l'intervallo Titonico superiore-Berriasiano sono le faune a calpionelle che ci hanno permesso di ottenere un simile dettaglio biostratigrafico in quanto, in questi livelli, le ammoniti sono troppo rare, o del tutto assenti. In questo modo è stato possibile apprezzare, a livello di zona, o anche della sottozona ad ammoniti, i tempi del cambiamento nei rapporti laterali e verticali tra litosoma calcareo e litosoma siliceo nella parte settentrionale della struttura.

Nei sedimenti silicei, come più volte sottolineato, non si rinvencono ammoniti. Ciononostante è sempre stato possibile datare il primo strato calcareo, fossilifero, direttamente sovrapposto ai livelli radiolaritici che formano un "onlap" nella parte settentrionale del M. Nerone. In un caso (Campo al Bello) abbiamo potuto datare per mezzo delle ammoniti un'intercalazione calcarea nel litosoma siliceo. Nella parte sud-occidentale della piattaforma pelagica il litosoma siliceo è del tutto assente ed i calcari kimmeridgiani sono quindi a diretto contatto con quelli bajociani.

Si evidenzia così una lacuna stratigrafica di oltre 20

Fig. 49 - Distribuzione verticale delle specie di ammoniti riconosciute nelle tre sezioni campionate all'interno della formazione del Bugarone Inferiore lungo la sponda destra del vallone dell'Infernaccio, Aaleniano-Bajociano inferiore.



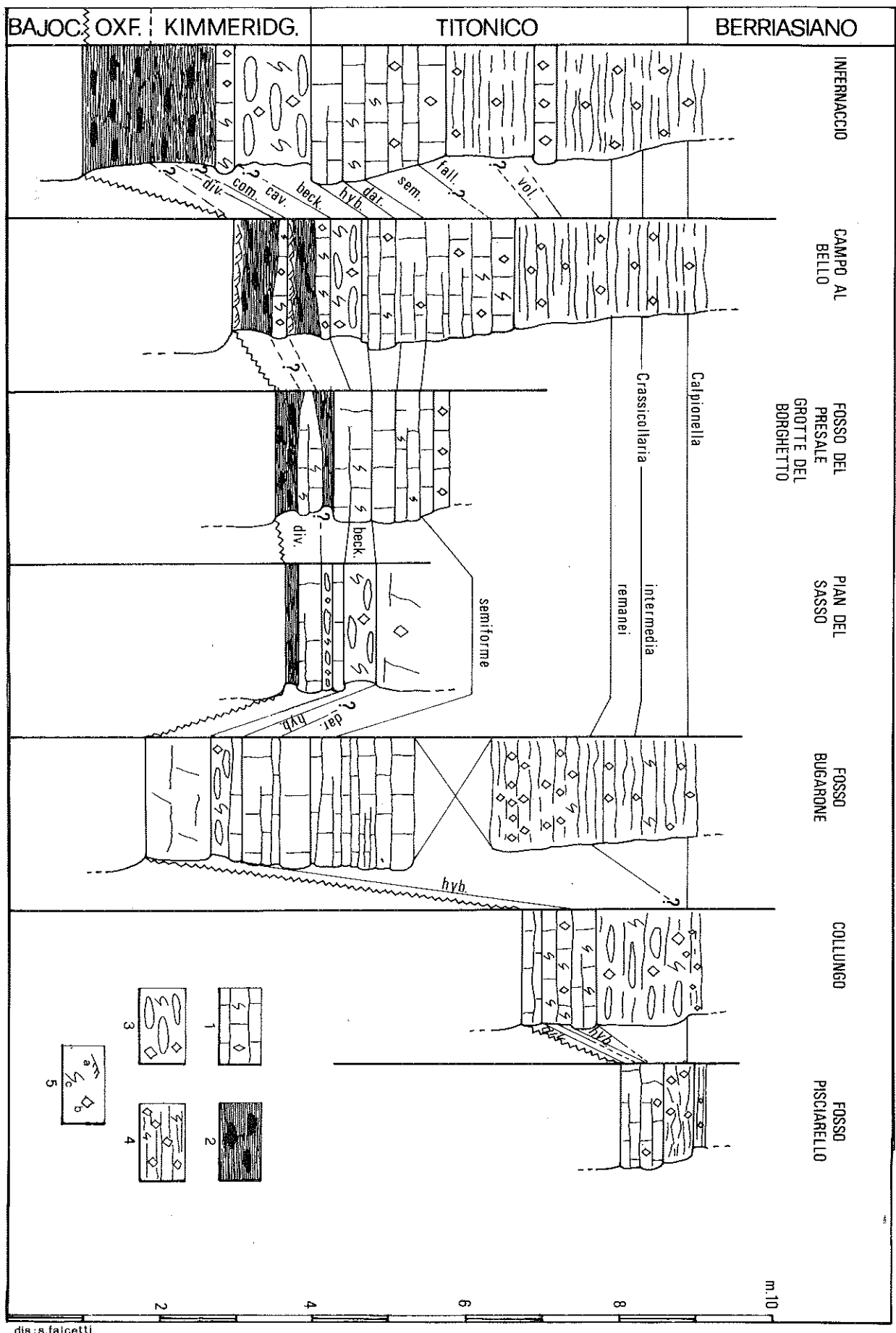


Fig. 50 - Correlazione lito-bio stratigrafica e litologica delle sezioni delle formazioni dei Calcarei Diapirici, del Bugarone superiore e della parte basale della Maiolica, studiate a M. Nerone. 1) Calcarei micritici stratificati; - 2) Calcarei Diapirici; - 3) Calcarei nodulari dolomitizzati e bioturbati; - 4) Calcarei dolomitizzati, a volte nodulari, ma stratificati (base della "Maiolica di seamount" *sensu* Micarelli et al., 1977); - 5) a: laminazione incrociata; b: dolomite; c: bioturbazione.

milioni di anni. Le sezioni oggetto di campionature dettagliate di faune ad ammoniti sono 8: Fosso Pisciarellò, Collungo, Fosso Bugarone, Cava Bugarone, Infernaccio, Campo al Bello, Fosso del Presale/Grotte del Borghetto e Pian del Sasso (fig. 50). Osservazioni complementari sono state effettuate nella sezione dei Ranchi e della cava di Pieia.

I dati sulle successioni ammonitiformi del Kimmeridgiano e del Titonico inferiore saranno presentati essenzialmente in forma grafica e la discussione si limita ai risultati essenziali: su questo intervallo è stata infatti presentata una sintesi recente (Cecca & Santantonio in stampa) a seguito di ricerche intraprese da tutti gli scriventi (Cecca *et al.*, 1985).

La fig. 50 presenta la correlazione delle serie esaminate con i caratteri litologici e le età desunte in base ai dati biostratigrafici. Le sezioni che hanno fornito successioni di faune ad ammoniti utili alla biostratigrafia sono riproposte nelle figg. 51-54 che mostrano le distribuzioni verticali delle specie di ammoniti da noi rinvenute nei vari strati. Queste distribuzioni sono sintetizzate, per l'insieme di M. Nerone, nella fig. 55. Altre sezioni come Pian del Sasso, Fosso Pisciarellò, Fosso del Presale/Grotte del Borghetto e Campo al Bello non hanno fornito successioni ad ammoniti così continue e così abbondanti e quindi dati biostratigrafici che ci hanno permesso di costruire lo schema di correlazioni proposto nella fig. 50 saranno di seguito presentati allo scopo di fornire una più completa documentazione. Il lettore potrà riferirsi a quest'ultima figura per quello che riguarda la successione litologica delle sezioni in esame.

Sezione di Pian del Sasso

Sopra ad uno straterello spesso 15 cm, suddiviso da superfici di discontinuità ondulate e molto irregolari, contenente moltissimi radiolari, si ha un primo strato nel quale è stato trovato *Nebroditis* (*Mesosimoceras*) *benianus* (Catullo in Zittel) che dovrebbe indicare la base della Zona a Divisum del Kimmeridgiano inferiore.

Il terzo strato contiene rare ammoniti frammentarie ed indeterminabili ed il quarto strato ci ha fornito *Taramelliceras* sp., *Aspidoceras* sp. (*Orthaspidoceras* gr. *ublandi*?), *Nebroditis* sp. e *N.* (*Mesosimoceras*) cfr. *cavouri* (Gemmellaro). Quest'associazione potrebbe essere attribuita alla Zona a Cavouri o comunque ad un intervallo compreso tra la Zona a Divisum e la Zona a Beckeri.

Il quinto strato non ha fornito alcuna ammonite mentre alla base dei livelli soprastanti, mal stratificati e poco fossiliferi, è stato rinvenuto un unico esemplare di *Schaleria* gr. *avellana* (Zittel) che potrebbe indicare, in modo molto approssimativo, un'età titonica. Nello stesso livello è stata rinvenuta una piccola colonia di coralli di tipo incrostante.

Sezione del Fosso Pisciarellò

Si tratta della sezione in cui i livelli in esame presentano gli spessori più ridotti. Le abbondanti faune ad ammoniti, raccolte da vari collezionisti ed esposte nei musei comunali di Piobbico ed Apecchio, non sono purtroppo utilizzabili per la definizione di successioni biostratigrafiche a causa della fortissima condensazione.

Al di sopra dei calcari del Bajociano c'è un primo strato dello spessore di 30-40 cm, diviso in due porzioni da una superficie di discontinuità. Nella parte basale sono stati rinvenuti: *Taramelliceras* (T.) *trachinotum* (Oppel),

T. (*Metabaploceras*) gr. *strombecki* (Oppel), *Orthaspidoceras* gr. *ublandi* (Oppel), *O. garibaldii* (Gemmellaro), *Lithacosphinctes* aff. *evolutum* (Quenstedt), *Nebroditis* (*Mesosimoceras*) *benianus* (Catullo in Canavari). Questa associazione potrebbe essere attribuita alla Zona a Divisum sulla base della presenza di *O. ublandi* e *T. trachinotum* anche se la presenza di numerosi esemplari di *T. (M.) strombecki*, mai così abbondante in appennino, potrebbe indicare che nel primo livello esista una condensazione delle Zone a Strombecki e a Divisum (vedi oltre). Nella porzione superiore dello strato si rinvencono *Taramelliceras* (T.) gr. *compsum* (Oppel), *T. (T.) pugiloides* (Canavari), *Hemibaploceras* (*Zittelliceras*) *piccininii* (Zittel), *Aspidoceras acanthicum* (Oppel), *Aspidoceras longispinum* (Sowerby), *Orthaspidoceras zieglerei* Checa, *Pseudowaagenia acanthomphala* (Zittel), *Nebroditis* (N.) *peltoideus* (Gemmellaro), *Hyboniticeras beckeri* (Neumayr), *H. pressulum* (Neumayr). L'associazione è nell'insieme attribuibile al Kimmeridgiano superiore, Zona a Beckeri, anche se la presenza di *N. peltoideus* sembra indicare che la Zona a Compsum sia condensata in questo strato.

Il secondo strato di spessore irregolare oscillante tra i 30 e i 50 centimetri, contiene ammoniti del Titonico inferiore delle Zone a Hybonotum, Darwini, Semiforme e Fallauxi condensate. Segnaliamo la presenza di *Glochiceras* (*Paralingulaticeras*) *lithographicum* (Oppel), *Taramelliceras* (*Fontannesella*) *valentinum* (Fontannes), *Semiformiceras darwini* (Neumayr), *S. semiforme* (Oppel), *Pseudolissoceras rasile* (Zittel), *P. bavaricum* Barthel, *Aspidoceras rafaelli* (Oppel), *Virgatosimoceras* gr. *albertinum* (Catullo), *V.* gr. *micrum* Oloriz, *Simoceras aeginense* Meneghini, *S. biruncinatum* (Quenstedt), *S. admirandum* Zittel, *Pseudodiscosphinctes geron* (Zittel), *P. rhodaniforme* Oloriz, "P." aff. *chalmasi* (Kilian).

Segue uno strato, di spessore estremamente irregolare variante tra 20 e 40 cm, caratterizzato da molte superfici di discontinuità che si intersecano tra loro isolando lenti diverse per contenuto faunistico e per grado di dolomitizzazione. Le ammoniti sono molto abbondanti, formando a volte depositi di tipo "lumachella", ma molto difficili da estrarre e indicano, complessivamente, il Titonico superiore e la base del Berriasiano. A causa della forte condensazione il controllo effettuato in base alle calpionelle si rende necessario per effettuare suddivisioni biostratigrafiche fini. Già a 10 cm dalla base esistono faune della base della Zona a Calpionella (*sensu* Allemann *et al.*, 1971), Sottozona a Calpionella alpina (*sensu* Remane *et al.*, 1986) e quindi della base del Berriasiano (fig. 58). al tetto dello strato in questione è stato rinvenuto un esemplare di *Duvalia titthonica* (Oppel).

Successivamente la stratificazione diventa molto mal definita e la dolomitizzazione sempre più intensa. Da qui la campionatura è stata proseguita per un metro soltanto. Il limite tra le sottozone a Remaniella e a C. elliptica si registra a circa 50 cm dalla base di quest'ultima porzione di serie, mentre il limite tra le Zone a Calpionella e a Calpionellopsis cade a circa 80 cm. In corrispondenza di questo limite abbiamo rinvenuto alcune ammoniti: *Jabronella* aff. *paquieri* (Simion.), *Jabronella* sp., *Spiticeiras* sp.

Sezione di Campo al Bello

Facendo riferimento alla fig. 50 per quello che riguarda gli strati ed i caratteri litologici, il primo livello fossilifero è costituito da un'intercalazione calcarea all'in-

terno delle radiolariti. Abbiamo qui rinvenuto *Aspidoceras* sp. e *Nebroditis* (N.) gr. *agrigentinus* (Gemmellaro) che, grosso modo, può indicare la Zona a Divisum.

Il primo strato calcareo direttamente sovrapposto al tetto dell'intervallo radiolaritico ci ha fornito: *Nebroditis* (*Mesosimoceras*) *cavouri* (Gemmellaro) e *Discosphinctoides* aff. *roubyanus* (Fontannes): questa associazione può essere attribuita alla Zona a Cavouri.

Lo strato successivo, molto ricco in Phylloceratidi e Lytoceratidi, contiene un'associazione del Kimmeridgiano terminale, Zona a Beckeri: *Taramelliceras* (T.) *pugiloides* (Canavari), *Aspidoceras* spp., *Pseudowaagenia* gr. *acanthophala* (Zittel) e *Hybonoticeras* sp. Segue uno straterello di 15 cm di spessore, molto ricco in belemniti, che però non ha fornito alcuna fauna ad ammoniti biostratigraficamente significativa. Il limite inferiore del Titonico è stato quindi posto in corrispondenza della base dello strato successivo, molto ricco in Lytoceratidi, che ci ha fornito numerosi esemplari di *Haploceras* nonché un

frammento di *Hybonoticeras hybonotum* (Oppel).

Dalla base dello strato successivo proviene *Usseliceras* (*Subplanitoides*) aff. *apenninicum* Cecca, specie della Zona a Darwini. La Zona a Semiforme potrebbe essere rappresentata alla base dello strato successivo dove però è stato trovato soltanto un esemplare del genere *Pseudolissoceras* che quindi non può fornire, da solo, delle indicazioni biostratigrafiche di questo dettaglio.

A circa 3 metri dal tetto dell'intervallo radiolaritico, e quindi a circa 50 cm dall'inizio della litologia caratterizzata dalla perdita di stratificazione definita e dall'aumento della dolomitizzazione, è stata trovata una fauna della Zona a Volanense: *Simoceras volanense* (Oppel), *Lytogyroceras* cfr. *strictum* (Catullo) e *Aulacosphinctes* sp.

Seguono poi circa 70 cm di micriti senza ammoniti prima di un livello in cui si registra la comparsa di faune a calpionellidi della base della Zona a Crassicollaria, Sotizona a T. remanei (Remane *et al.*, 1986). Il limite tra le Zone a Crassicollaria e a Calpionella, e cioè il limite

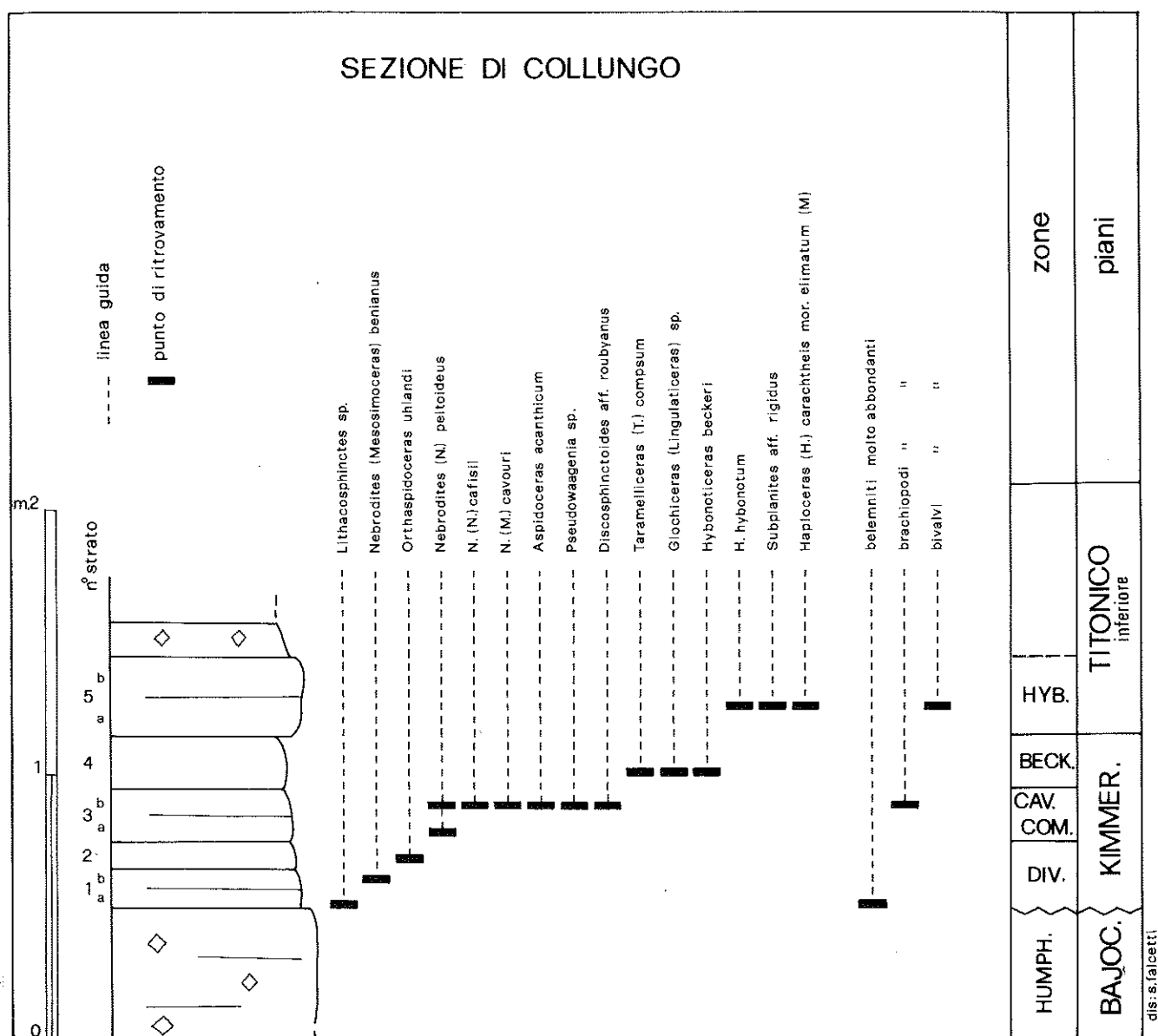
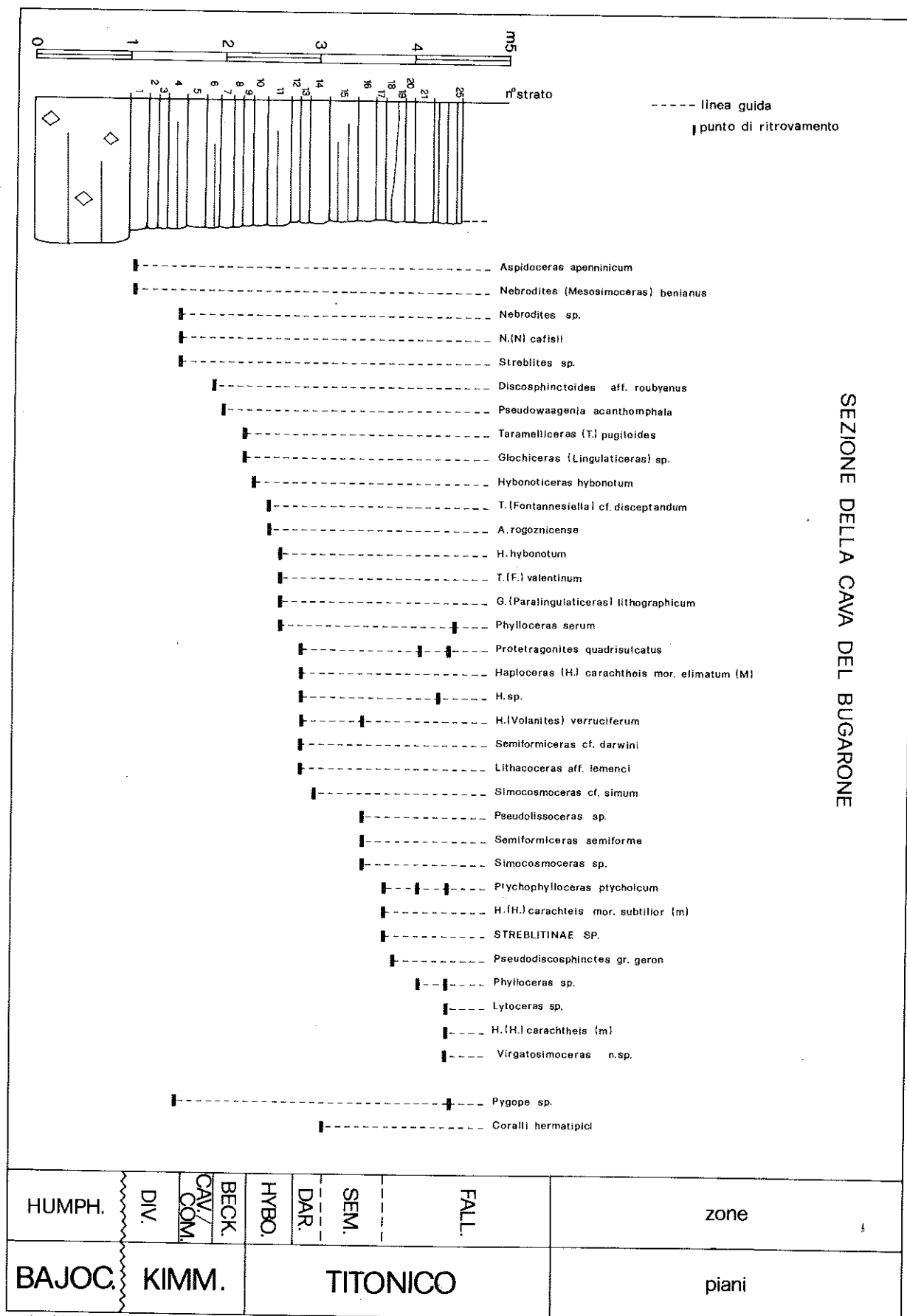


Fig. 51 - Distribuzione verticale delle specie di ammoniti e di altri organismi riconosciuti nel Giurassico superiore della sezione di Collungo.

Fig. 52 - Distribuzione verticale delle specie di ammoniti e di altri organismi riconosciuti nel Giurassico superiore della sezione di Cava Bugarone.



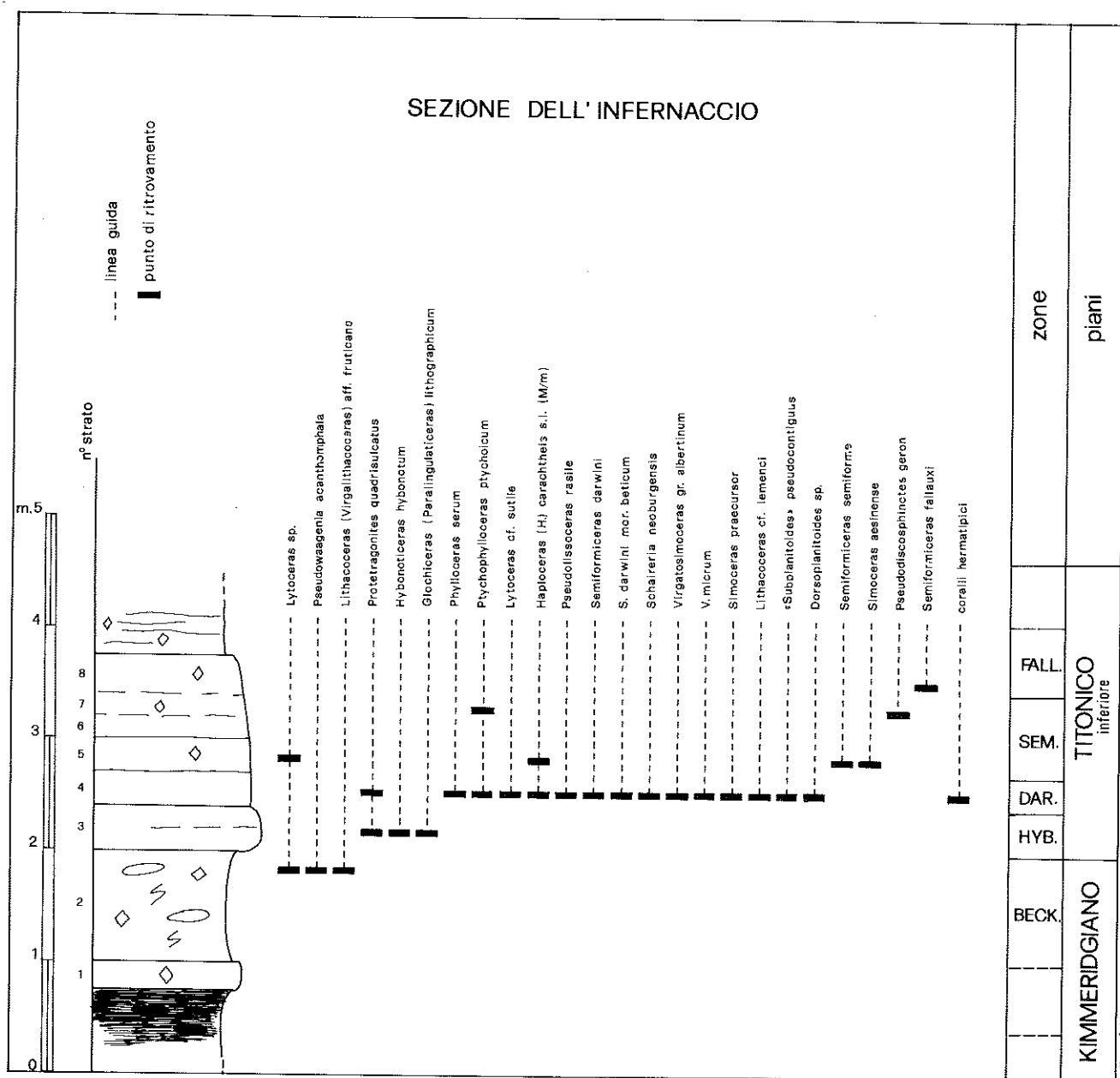


Fig. 54 - Distribuzione verticale delle specie di ammoniti e di altri organismi riconosciuti nel Giurassico superiore della sezione dell'Infernaccio.

tra Giurassico e Cretacico (Remane *et al.*, 1986) si registra 1 metro più in alto. Nel primo strato Berriasiano è stato rinvenuto un esemplare di *Fauriella* (*Strambergella*) cfr. *carpathica* (Zittel), specie della Zona a Jacobi. La campionatura è stata interrotta in questo punto della serie.

Sezione del Fosso del Presale/Grotte del Borghetto

Lo strato calcareo intercalato nei Calcari Diasprigni ha fornito soltanto brachiopodi e crinoidi. Le prime faune ad ammoniti del Giurassico superiore si trovano alla base del banco calcareo sovrapposto al tetto dei Calcari Diasprigni. Quest'ultimo è suddiviso in due livelli da una superficie di discontinuità. Nel primo livello sono stati rinvenuti: *Taramelliceras* sp., *Pseudowaagenia acanthomphala* (Zittel) e *Nebroditis* sp. Sulla superficie di discontinuità tra i due livelli sono stati rinvenuti due grossi esemplari (circa 30 cm di diametro) di *Lithoceras* (*Virgali-*

thaceras) n. sp. aff. *tantalum* (Herb.). Nel secondo livello è stato rinvenuto soltanto un echinide irregolare in buono stato di conservazione. La fauna ad ammoniti può essere attribuita alla Zona a Beckeri anche se la presenza di un esemplare del genere *Nebroditis* ci farebbe supporre che alla base dello strato esista una leggera condensazione di zone leggermente più antiche. Nel secondo strato sono molto abbondanti i Lytoceratidi e molto scarsi gli Ammonitina rappresentati da rari frammenti di Perisphinctidi (*Subplanites*?).

La prima fauna sicuramente titonica appartiene alla Zona a Darwini: *Phylloceras* cfr. *serum* (Oppel), *Ptychophylloceras ptychoicum* (Quenstedt) *Calliphylloceras kochi* (Oppel), *Lytoceras* cfr. *sutile* (Oppel), *Protetragonites quadrilucatus* (d'Orbigny), *Haploceras* (H.) *carachtheis* (Zeu-schner) *sensu* Enay & Cecca (1986), *Taramelliceras* (*Parastreblites*) cfr. *boelderi* Donze & Enay, T. (P.) *circummodo-*

sum (Fontannes), *Semiformiceras darwini* (Neumayr), *Schaireria avellana* (Zittel), *S. neuburgensis* (Oppel), *Virgatimosceras micrum* Oloriz, V. gr. *albertinum* (Catullo), *Torquatisphinctes regularis* Zeiss, *Usseliceras (Subplanitoides) apenninicum* Cecca, U. (S.) gr. *spindelense* Zeiss, "*Subplanitoides*" *pseudocontiguus* (Donze e Enay), "*Subplanitoides*" sp. 1 e sp. 2, *Franconites* cfr. *robustus* Zeiss.

Nella porzione superiore dello strato contenente la ricca fauna della Zona a Darwini è stato ritrovato un esemplare del genere *Pseudolissoceras*. Nello strato successivo, che è stato però campionato circa 300 metri più a monte in corrispondenza del toponimo Grotte del Borghetto, e in particolare nella porzione superiore, è stata raccolta una fauna della parte superiore della Zona a Semiforme: *Phylloceras serum* (Oppel), *Haploceras (Volanites) verruciferum* (Zittel), *Semiformiceras semiforme* mor. *rotundum* Oloriz, "*Subplanitoides*" aff. *mediterraneus* Cecca.

4.4.1. Considerazioni sulla biostratigrafia ad ammoniti del Giurassico superiore.

Per quel che riguarda le faune ad ammoniti dell'intervallo Kimmeridgiano - Titonico inferiore, le associazioni riconosciute a M. Nerone si sono rivelate coerenti con quelle descritte in altre parti dell'Appennino centrale (Cecca *et al.*, 1985; 1986; Cecca & Santantonio, 1986; in stampa), a loro volta correlate con gli schemi zonali in uso nell'area mediterranea (Enay & Geyssant, 1975; Oloriz, 1978).

Una zonazione basata sulle faune ad ammoniti dell'Appennino umbro-marchigiano-sabino è stata recentemente proposta da Cecca e Santantonio (in stampa) per il Titonico inferiore (fig. 57). Quest'ultima, costruita anche in base alle faune raccolte a M. Nerone, è quindi utilizzata nel presente lavoro. Il lettore potrà riferirsi alle considerazioni di Cecca & Santantonio per quanto riguarda la definizione delle zone e i raffronti con le altre zonazioni in uso nelle differenti aree mediterranee e submediterranee. Per quel che riguarda il Titonico inferiore di M. Nerone è comunque da sottolineare la rarefazione delle faune ad ammoniti al di sopra delle Zone a Semiforme; rarissime sono infatti le faune della Zona a Fallauxi e a Volanense. Il Kimmeridgiano e l'intervallo Titonico superiore-Berriasiano richiedono al contrario osservazioni e precisazioni. Le faune kimmeridgiane sono sempre state attribuite alle Zone definite da Oloriz (1978) nelle diverse figure e nel testo del presente lavoro (fig. 56). Cecca & Santantonio (in stampa) hanno però osservato che in tutta l'area umbro-marchigiano-sabina è difficile riconoscere in modo chiaro le zone in questione a causa della forte condensazione dei sedimenti kimmeridgiani ed anche di lacune. Le faune kimmeridgiane possono in effetti essere inquadrare in tre tipi di associazione: il primo tipo comprende faune della Zona a Divisum sempre associate ad alcuni elementi il cui range stratigrafico è ancora incerto (condensazione di Zone più antiche?); il secondo tipo comprende faune dominate dai *Nebrodit* che rappresentano nell'insieme le Zone a Compsum e a Cavouri; il terzo tipo comprende faune indiscutibilmente attribuibili alla Zona a Beckeri. Da questo schema si evincono due punti principali:

- assenza, a livello regionale, di faune chiaramente appartenenti alle Zone a Platynota e a Strombecki anche se alcuni elementi hanno un range poco conosciuto (*Ne-*

brodit *benianus*) oppure sembrano indicare zone più antiche (*Lithacosphinctes* gr. *evolutum*, *Orthosphinctes*);

- difficoltà di distinzione delle Zone a Compsum e a Cavouri.

Questi due problemi si sono riproposti anche durante lo studio delle faune del M. Nerone. Il ritrovamento di numerosi esemplari di *Taramelliceras (Metahaploceras)* gr. *strombecki* (Oppel) nella sezione del Fosso Pisciareello fa ovviamente pensare ad una condensazione della Zona a Strombecki, qualora si consideri la Zona a Divisum nel senso di Atrops (1982) e Pavia *et al.* (1987). Considerando anche l'abbondanza della specie in questione, si tratterebbe quindi della prima testimonianza della presenza di questa Zona in Appennino. Vale comunque la pena sottolineare che questo problema può sorgere dalla definizione della Zona a Divisum, da noi coerentemente sempre utilizzata nel senso di Geyer (1961), nella provincia mediterranea. D'altronde lo stesso Atrops (1982) cita nelle diverse sezioni studiate nella montagna di Crussol (Ardèche, Sud-Est della Francia), la coesistenza di *T. gr. strombecki* e *Crussoliceras* in livelli correlabili alla base della Zona a Divisum sensu Geyer, ma da lui attribuiti alla parte superiore della sua Zona a Hypselocyclum.

Il ritrovamento di questa specie, soprattutto la sua abbondanza, nonché la forte condensazione di tutti i livelli del Giurassico superiore, nella sezione del F. Pisciareello costituiscono comunque dei dati di fatto che non possono essere ignorati.

Per quello che riguarda la distinzione tra le Zone a Compsum e a Cavouri in alcune delle sezioni esaminate è stato possibile riconoscere la Zona a Cavouri grazie alla presenza del marker. Al fine di presentare le informazioni biostratigrafiche con il miglior dettaglio possibile (anche in considerazione della necessità dettata dalla rapidità dei processi geologici riconosciuti nell'area di M. Nerone) si è resa inutile l'utilizzazione dell'associazione del secondo tipo, che comprende le Zone a Compsum e a Cavouri.

Piano	Zone	Sottozone
Kimmeridgiano	Superiore	Beckeri
		Cavouri
		Compsum
	Inferiore	Divisum
		Uhlandi
		Strombecki
		Platynota

Fig. 56 - Zonazione ad ammoniti adottata per il Kimmeridgiano nel presente lavoro.

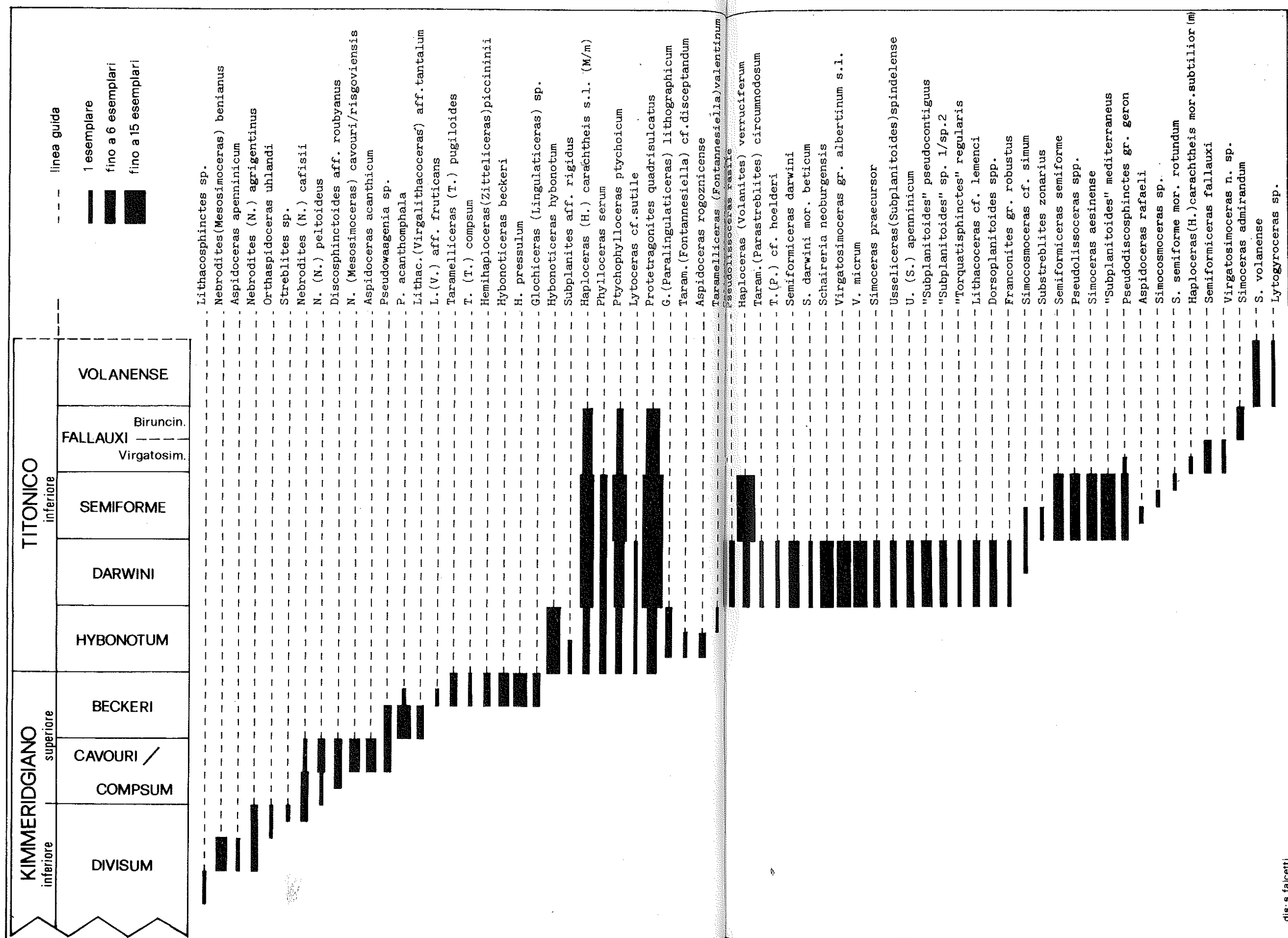


Fig. 55 - Quadro di distribuzione totale delle specie di ammoniti riconosciute nel Kimmeridgiano inferiore-Titonico inferiore a M. Nerone.

Piano	Zone	Sottozone
Superiore	Durangites	
	Microcanthum	
Titonico Inferiore	Volanense	
	Fallauxi	Biruncinatum
		Virgatosimoceras spp.
	Semiforme	
	Darwini	
	Hybonotum	

Fig. 57 - Zonazione ad ammoniti adottata per il Titonico nel presente lavoro.

4.4.2. Berriasiano

Come più volte sottolineato, le faune ad ammoniti sono rarissime o del tutto assenti dagli strati di questo intervallo, anche nelle zone di alto strutturale (Cecca, 1985) normalmente ricche di resti di cefalopodi. Se si escludono gli esemplari provenienti dalla sezione del F. Pisciarelo, che per la forte condensazione non forniscono indicazioni biostratigrafiche, le poche ammoniti rinvenute non possono essere utilizzate per scopi biostratigrafici. Per questo motivo le suddivisioni biostratigrafiche sono state effettuate in questo intervallo, sulla base delle faune a calpionellidi.

Fauriella (*Strambergella*) cfr. *carpathica* (tav. 6, fig. 6), raccolta a Campo al Bello, è una specie che appartiene alla Zona a Jacobi (Le Hégarat, 1973; Nikolov, 1982; Cecca, 1985; Tavera, 1986). Gli esemplari del genere *Jabronella*, rinvenuti nella sezione del F. Pisciarelo, si avvicinano alla specie *paquieri* (Simionescu) (tav. 6, fig. 7), segnalata nella Zona a Occitanica (Le Hégarat, 1973; Tavera, 1986).

4.4.3. Dati biostratigrafici ottenuti in base ai calpionellidi

Per le zone a calpionelle faremo riferimento allo schema proposto da Remane *et al.* nel 1986 (fig. 58) per l'area mediterranea. Una sola modifica si è resa necessaria: sono infatti utilizzate le Sottozone a Remanei e ad Intermedia della Zona a Crassicollaria in quanto riconoscibili nella nostra area anche se nelle regioni mediterranee questa suddivisione è in genere difficilmente individuabile.

Nelle sezioni studiate, la microfauna dei livelli sovrapposti agli strati contenenti faune ad ammoniti delle Zone a Fallauxi e a Volanense e precedenti la comparsa delle calpionelle è composta essenzialmente da resti di *Saccocoma*, radiolari, *Globochaete alpina* Lombard e *Stomiosphaera moluccana* Wanner.

A causa dell'assenza di precalpionellidi a guscio forse parzialmente chitinoso (dissoluzione del guscio, precedente al seppellimento, facilitata dai ridotti ritmi di sedimentazione?) dei generi *Chitinoidella* e *Praetintinnopsella*, unitamente all'assenza di ammoniti, è stato impossibile determinare il limite fra Titonico inferiore e superiore. La comparsa di Calpionellidi a guscio interamente calcitico come *Tintinnopsella* e *Crassicollaria*, si registra infatti al di sopra della base del Titonico superiore (cioè verso la parte mediana della Zona a Microcanthum). I primi livelli della Zona a Crassicollaria, che corrispondono alla Sottozona a T. remanei sono ben riconoscibili nelle sezioni dell'Infernaccio, di Campo al Bello e di Fosso Bugarone. In particolare, in queste tre sezioni, la comparsa delle calpionelle a guscio interamente calcitico si registra con la specie *Tintinnopsella carpathica* Murg. e Filip. Nella sezione dell'Infernaccio, si affiancano a questa specie, ma 30 cm sopra la sua comparsa, *T. remanei* Borza e *Crassicollaria intermedia* (Dur.-Del.). Lo spessore di questa sottozona è di circa 60 cm nelle prime due sezioni menzionate e di circa 90 cm nella sezione del F. Bugarone.

La base della Sottozona a C. intermedia è definita dalla comparsa di *Calpionella alpina* Lor., rappresentata da esemplari di grande taglia (Remane *et al.*, 1986), cui si aggiungono le altre specie del genere *Crassicollaria*. È qui opportuno notare che l'associazione che caratterizza la sottozona in questione include le Sottozone A2 e A3 di Remane (1963), la parte medio superiore della Zona a C. intermedia di Catalano & Liguori (1971) nonché una grossa parte della Zona a Calpionella di Micarelli *et al.* (1977) (fig. 58).

Lo spessore totale della Zona a Crassicollaria (*sensu* Remane *et al.*, 1986) è di circa 1,2 metri a Campo al Bello e all'Infernaccio, di circa 1,8 metri al F. Bugarone. Per quel che riguarda questa sezione, i nostri dati sono coerenti con quelli presentati da Micarelli *et al.*, (1977, tab. 5, non tab. 6) per l'intervallo in esame, anche se noi abbiamo attribuito alla Sottozona a Remanei i primi livelli caratterizzati dalla presenza della sola *T. carpathica* che questi Autori non inclusero nella loro Zona a Crassicollaria.

Il limite Giurassico-Cretacico si riconosce in base all'estinzione di *Crassicollaria massutiniana* (Colom), *C. intermedia* e *C. brevis* Remane. Ne consegue un aumento della frequenza relativa di *C. alpina* Lor. (probabilmente accompagnato da un aumento della sua frequenza assoluta) perfettamente riconoscibile in sezione sottile e soprattutto quando si prende in esame una successione di campioni. La presenza di esemplari omeomorfi di *C. elliptica* (Remane, 1963), riconosciuti nella sezione dell'Infernaccio nell'ultimo strato contenente le succitate specie del genere *Crassicollaria*, è un ulteriore criterio per il riconoscimento del tetto della Zona a Crassicollaria (Remane *et al.*, 1986).

In termini di zone a calpionelle questo limite coincide con il limite tra le Zone a Crassicollaria e a Calpionella, secondo le indicazioni dei colloqui sul limite Giurassico-Cretaceo del 1973 (Lyon - Neuchâtel) e del 1984 (Sümege, Ungheria).

È per queste ragioni che abbiamo adottato il recente schema zonale di Remane *et al.* (1986) e non quello proposto per l'area appenninica da Micarelli *et al.* (1977) poi-

		zonazione utilizzata	Remane	Catalano & Liguori	Micarelli et alii
CRETACICO	VALANGINIANO				S. moluccana e Radiolari
		?	?	?	
		Calpionellites darderi	E	Calpionellites darderi	Calpionellites
	BERRIASIANO	Calpionellopsis	D	D3	Calpionellopsis simplex
				D2	Calpionellopsis oblonga
				D1	
		Calpionella	C	Calpionella elliptica	Calpionella
		Remaniella	B	Calpionella alpina	
		Calpionella alpina			
	TITONICO SUP.	Crassicollaria	A	Crassicollaria intermedia	Crassicollaria
		intermedia			
		remanei			
GIURASSICO		Praetintinnopsella			
		Chitinoidella			

Fig. 58 - Correlazione tra le zonazioni a calpionellidi proposte da Remane (1974), Catalano e Liguori (1971), Micarelli *et al.* (1977) e la zonazione di Remane *et al.* (1986) adottata nel presente lavoro.

ché in quest'ultimo il limite tra i due sistemi verrebbe a cadere all'interno della Zona a Calpionella al di sopra dell'aumento della frequenza relativa di *C. alpina* Lor., in un livello la cui determinazione univoca ed obiettiva del limite in questione risulterebbe essere del tutto impossibile.

Questo limite tra il Giurassico ed il Cretaceo presenta anche il vantaggio di coincidere con un limite faunistico ben definito nelle associazioni ad ammoniti dell'area mediterranea e cioè tra l'estinzione della grande maggioranza delle specie della famiglia Himalayitidae e la successiva esplosione della famiglia Berriasellidae (Enay & Geyssant, 1975; Tavera, 1986). Si tratta del limite tra le Zone a Durangites e a Jacobi (quest'ultima è intesa nel senso di Tavera, 1986).

I successivi livelli berriasiani non hanno costituito l'oggetto di uno studio dettagliato. Riferendosi quindi alla zonazione adottata si può affermare che l'estrema base del Berriasiano è rappresentata in tutte le sezioni esaminate. Bisogna comunque segnalare che delle lacune stratigrafiche, comprendenti una grossa parte del Berriasiano e probabilmente l'intero Valanginiano, esistono a M.

Nerone, come evidenziato nella sezione del F. Bugarone da Micarelli *et al.* (1977). Curiosamente nelle sezioni più condensate (Collungo e F. Pisciarello) le nostre ricerche hanno messo in evidenza, sia per mezzo delle calpionelle che delle ammoniti, l'esistenza dei livelli berriasiani che mancano nella sezione di Fosso Bugarone.

5. EVOLUZIONE PALEOGEOGRAFICA

5.1. ANALISI DEI DATI

La quantità di dati biostratigrafici e stratimetrici, nonché di osservazioni sedimentologiche, ricavate nei diversi affioramenti di M. Nerone e nelle aree limitrofe, ci permettono di delineare l'evoluzione tettonico-sedimentaria giurassica di questo piccolo ma importante settore dell'Appennino umbro-marchigiano.

A tale proposito verrà di volta in volta paragonata la sedimentazione delle serie di alto strutturale situate sul monte a quella riscontrata nelle aree paleogeograficamente ribassate situate sia a Nord (qualche riferimento alla zona di Gorgo a Cerbara) che a Sud-Est (Bosso, Pieia, do-

ve abbiamo dati qualitativamente paragonabili a quelli ottenuti sul monte). Il rifting iniziato nel Trias superiore conduce in quest'area alla disintegrazione, nel Lias inferiore, di una vastissima piattaforma carbonatica di tipo bahamiano testimoniata dal Calcare Massiccio (Pialli, 1971). La subsidenza tettonica trova per la prima volta un'espressione topografica nel Sinemuriano superiore, dopo essere stata per diversi milioni di anni mascherata dagli alti ritmi di produzione carbonatica: una vasta area a SE di M. Nerone (dalla valle del Bosso a quella del F. Burano, al M. Acuto) sprofonda al di sotto della zona fotica e diviene sede di sedimentazione pelagica (fig. 59).

I trends nelle variazioni di spessore delle formazioni pelagiche ed i loro caratteri sedimentologici, in particolare per quanto concerne la risedimentazione per flussi e scivolamenti graditativi, evidenziano chiaramente l'asimmetria del bacino sedimentario. Le sequenze più spesse si accumulano nella trappola sedimentaria situata a ridosso dell'alto di M. Nerone. Gli spessori diminuiscono invece gradualmente verso SE, allontanandosi cioè dal monte nella direzione di un'altra zona di alto, quella di M. Acuto (gruppo del M. Catria). Questi caratteri testimoniano una tettonica per basculamento.

5.1.1. Sinemuriano superiore-Carixiano inferiore

L'area di M. Nerone propriamente detta sfugge temporaneamente all'annegamento diffuso e permane in condizioni di piattaforma di tipo bahamiano per circa altri tre milioni di anni, permettendo il proseguimento di una sedimentazione di tipo "Calcare Massiccio". Localmente si verifica una notevole produzione di noduli algali (oncoidi), originatisi in ambiente subtidale poco profondo.

Dati gli importanti gradienti topografici determinatisi con la frammentazione sinemuriana, i prodotti della piattaforma sono soggetti a frequenti rimobilizzazioni e vanno ad ispessire le neonate sequenze pelagiche (Corniola). La presenza, nel Lotharingiano e nel Carixiano inferiore, di numerosi e diversi livelli risedimentati di origine neritica entro la Corniola al margine Nord di M. Nerone (Gorgo a Cerbara - Cecca *et al.*, 1987a), unitamente alle indicazioni fornite dalla facies e dagli spessori, implica la presenza di aree a maggior profondità verso Nord.

Verso Sud-Est (T. Bosso) la piattaforma di M. Nerone scarica un impressionante volume di sedimento. Si forma un prisma sedimentario costituito soprattutto da torbiditi, slumpings ed associati conglomerati, con l'aggiunta di strati pelagici "cannibalizzati". L'evidente coinvolgimento di strati torbiditici negli slumpings testimonia il carattere marcatamente sintettonico della sedimentazione.

Da questo lato della struttura dove troviamo, lo si ricorda, un brusco ispessimento della sequenza, dobbiamo quindi ipotizzare la presenza di un ripido margine di by-pass dettato dalla tettonica sinsedimentaria. I nostri dati indicano qui velocità di sedimentazione dell'ordine del decimetro ogni 1000 anni (tenendo conto dei depositi risedimentati) al passaggio tra Sinemuriano e Lotharingiano.

5.1.2. Carixiano medio - Domeriano

Sulla piattaforma di M. Nerone la produttività carbonatica "bahamiana" si arresta infine col Carixiano. Successivamente la sedimentazione diventa quella tipica di una piattaforma carbonatica pelagica (*sensu* Santantonio, 1987).

I livelli basali (Carixiani) di Corniola sul M. Nerone

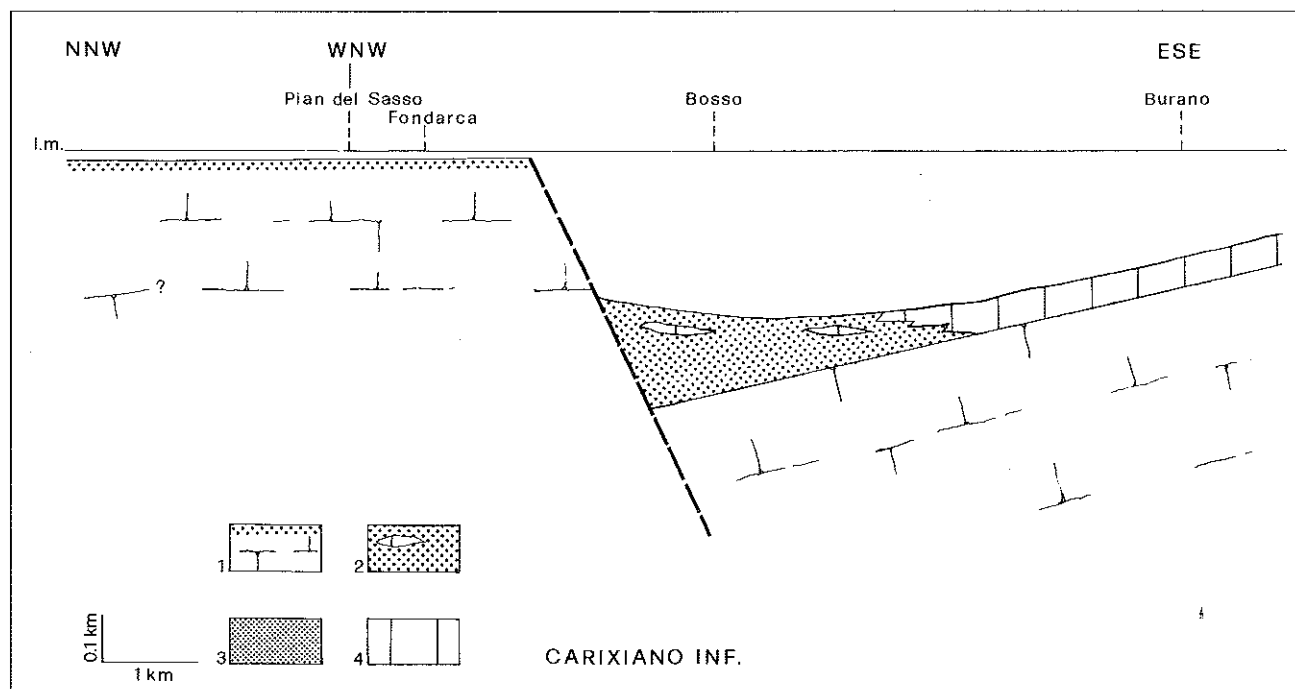


Fig. 59 - Profilo palinspastico attraverso i 4 settori definiti nel presente lavoro nel Carixiano inferiore. 1: Calcare Massiccio - solo in questa figura il puntinato indica produttività della piattaforma carbonatica; 2: Depositi risedimentati di origine neritica, con intercalati depositi pelagici; 3: Facies condensata di piattaforma pelagica. Alla Fondarca, in fig. 61, include facies di pendio; 4: Facies di bacino calcareo, marnoso e siliceo.

(ed a Gorgo a Cerbara) sono costituiti da un mosaico di facies assai interessante, dominato dalla coesistenza di elementi faunistici bentonici e nectonici (bivalvi del genere *Diotis*, crinoidi, echinoidi, gasteropodi, brachiopodi, assieme ad ammoniti, belemniti e nautiloidi), come si osserva molto bene nella sezione dell'Infernaccio. Per i caratteri della microfauna rimandiamo il lettore a Cresta *et al.* (in stampa). Sabbie costituite da resti di crinoidi, in particolare, vengono risedimentate a formare torbiditi bioclastiche ("Marmarone") nella Corniola.

L'area di M. Nerone, nel Carixiano superiore, si presenta quindi come una piattaforma carbonatica pelagica situata, probabilmente, ad una profondità dell'ordine della cinquantantina di metri.

Dopo la deposizione di una Corniola marcatamente biodetritica, una porzione a SE della piattaforma (Pieia-Fondarca) sprofonda, creando un gradino sospeso (margine "a gradinata") (fig. 60) su cui si depongono, presumibilmente nel Domeriano, circa 12 metri di conglomerati ad elementi semilitificati di Corniola. La presenza di blocchi metrici di Calcare Massiccio in questi depositi documenta la presenza di questa neoformata scarpata di faglia sottomarina. Nella zona della Fondarca, al margine della piattaforma, si osservano alcuni crepacci entro il Calcare Massiccio. L'origine di queste fratture è associata alla formazione del nuovo margine della piattaforma.

Al Bosso la Corniola alto-carixiano-domeriana è costituita da micriti pelagiche ed intercalati depositi di flusso gravitativo, anch'essi composti da materiale pelagico.

5.1.3. Toarciano-Bajociano inferiore

I sedimenti del Toarciano e dello Aaleniano sembrano mancare nell'area di Pieia-Fondarca.

Nel Toarciano e fino al Bajociano inferiore la sedimentazione sul M. Nerone è rappresentata da calcari ammonitiferi nodulari intensamente bioturbati e talvolta dolo-

mitizzati. La facies di piattaforma pelagica appare ulteriormente restringersi nell'Aaleniano all'area di Campo al Bello, Bugarone, Pian del Sasso, Presale, Collungo, Fosso Pisciareello. Nell'Aaleniano medio e superiore infatti, le propaggini Nord della piattaforma (Infernaccio, Ranchi) sono interessate da fenomeni di slumping e sembrano essere conquistate ad un ambiente di pendio relativamente più pronunciato. La sedimentazione nel Bajociano sembra invece riflettere un periodo di maggiore tranquillità: è infatti possibile correlare con facilità singoli strati in diverse sezioni. Al Bugarone il Toarciano e parte dell'Aaleniano sono ricchissimi di pirite. Ciò può essere interpretato come conseguenza di deposizione in una depressione preesistente. La presenza di solfuri potrebbe indicare locali condizioni di scarsa circolazione, come ipotizzato da Farinacci *et al.* (1981a) per i livelli nodulari del Toarciano di Case Canepine (Umbria, Monti Martani), depositi in una situazione paleogeografica analoga.

Nell'intervallo Toarciano-Bajociano si osserva, rispetto al Pliensbachiano, un minore sviluppo della macrofauna bentonica; piccoli gasteropodi, tuttavia, si incontrano con relativa frequenza, soprattutto nel Bajociano. La piattaforma del M. Nerone poteva trovarsi, in questo momento, ad una profondità corrispondente ai livelli inferiori della zona fotica con qualche oscillazione anche al di sotto di questa.

Nel bacino del Bosso, nell'intervallo Toarciano-Bajociano, la sedimentazione appare dominata da flussi gravitativi e frane che danno origine, prevalentemente, a torbiditi, depositi di "debris flow" e slumpings. Questi ultimi sono particolarmente spettacolari nell'Aaleniano. I depositi pelagici ed emipelagici interposti rivelano la periodica azione di correnti di fondo.

Durante buona parte del Toarciano, con l'esclusione delle Zone a Meneghinii e a Aalensis, si osserva un temporaneo decremento, verificabile a scala regionale, della

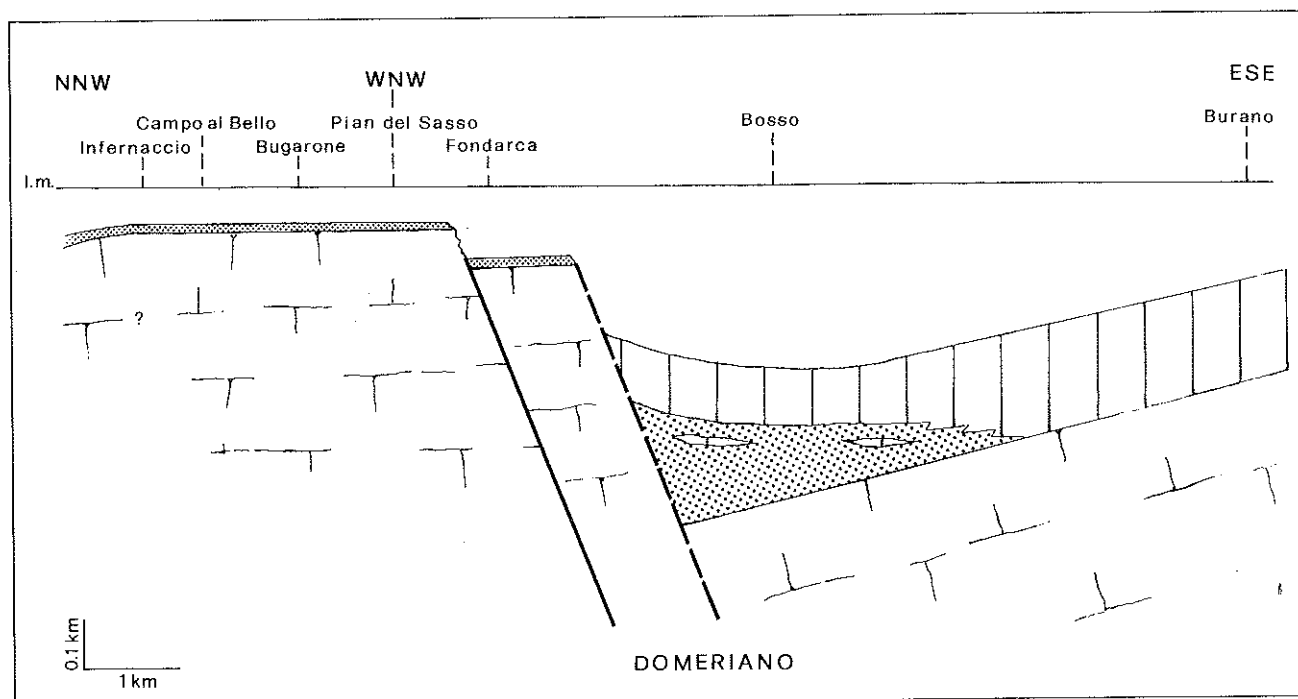


Fig. 60 - Profilo palinspastico attraverso i 4 settori definiti nel presente lavoro nel Domeriano superiore. Per la simbologia vedi: Fig. 59.

componente carbonatica. Nelle aree di bacino si passa dalle velocità di sedimentazione di qualche centimetro ogni 1000 anni della Corniola domeriana a quelle di pochi millimetri/1000 anni del Rosso Ammonitico.

Una superficie indurita tipo firmground/hardground al tetto della Corniola (Toarciano basale) marca questo rallentamento della sedimentazione. Si rivela allora la componente argillosa extrabacinal, che conosce anche un momento di apporto eccezionale (Toarciano inferiore) caratterizzando le Marne del Serrone. Questa formazione, di spessore variabile, si incontra soltanto nelle parti più depresse del sistema deposizionale mentre chiude lateralmente verso gli alti strutturali (Cresta *et al.*, in stampa). Il quadro generale della sedimentazione (emi)pelagica riflette quindi la presenza di un pendio morfologico.

5.1.4. Bajociano superiore - Kimmeridgiano inferiore p.p.

La lacuna - Alla fine del Bajociano inferiore la quasi totalità dell'area corrispondente alla piattaforma pelagica di M. Nerone diviene non deposizionale e si ha una lacuna di sedimentazione estesa fino a parte del Kimmeridgiano inferiore, come sottolineato nei capitoli precedenti.

Uno hiatus di analoga estensione è già stato riconosciuto in numerose altre località dell'Appennino umbromarchigiano (Cecca *et al.* 1985; Cecca & Santantonio, 1986; Cresta *et al.* in stampa; dati non pubblicati).

La concordanza tra gli strati del Dogger e quelli del Malm è perfetta. In corrispondenza dello hiatus è interposto, localmente, un sottile livello argilloso (1-5 cm) al Fosso Bugarone o uno straterello calcareo ricco in radiolari a Pian del Sasso.

La superficie superiore del calcare bajociano, che si presenta dolomitizzato e con un aspetto nodulare dovuto all'intensa bioturbazione, presenta tracce modeste di litificazione sinsedimentaria ma non di erosione né di cospicua mineralizzazione. Depositi condensati calcarei equivalenti laterali della porzione superiore dei Calcarei e Marne a Posidonia osservabili nella sezione del T. Bosso, e silicei attribuibili, tramite le faune a radiolari, al Calloviano ed all'Oxfordiano (Baumgartner, questo volume) si rinvenivano nella zona Ranchi-Infernaccio. Come abbiamo già visto nel capitolo dedicato alla descrizione delle sezioni esaminate, questi sedimenti sono invece del tutto assenti nella maggior parte della piattaforma pelagica, caratterizzata dalla sovrapposizione dei calcari kimmeridgiani del Bugarone superiore su quelli bajociani del Bugarone Inferiore. I livelli radiolaritici in questione si assottigliano fino a scomparire verso ovest (Grotta dei Prosciutti) che verso est (Presale) oltre che verso sud (Campo al Bello). La loro giacitura lenticolare è verosimilmente causata dal riempimento di una debole depressione con asse orientato grosso modo parallelamente al paleopendio esistente verso nord. Dal Bajociano superiore alla base del Kimmeridgiano compresa, non è possibile osservare in alcun luogo attorno al M. Nerone un passaggio laterale tra calcari e selci. La facies condensata a cefalopodi (dove, salvo rari casi, non si hanno fenomeni di mescolamento di faune di età diverse), tipica delle formazioni del Bugarone, non migra bensì scompare bruscamente.

Come già ricordato, nel gradino di Picia-Fondarca si deposita nel Bajociano-Kimmeridgiano una sequenza calcareo-silicea a netta affinità bacinal, spessa circa 40

metri.

La sedimentazione nelle zone di bacino - Quel che avviene nei bacini durante lo hiatus è, allo stato attuale, difficile da elucidare in quanto il controllo biostratigrafico è ancora incompleto. Di sicuro la produzione di carbonato pelagico, o comunque il suo potenziale di conservazione, viene ad essere quasi, o del tutto, azzerata su vasta scala. Durante il Bajociano superiore, il Bathonian, il Calloviano, l'Oxfordiano e parte del Kimmeridgiano (ma la documentazione completa di questi piani è tuttora in corso di realizzazione tramite lo studio delle faune a radiolari), prevalgono i depositi silicei (selci e calcari silicei); essi predominano fino al Titonico inferiore (vedi anche Baumgartner, 1987). Mancano del tutto resti di ammoniti di tali età e, per buona parte dell'intervallo corrispondente allo hiatus, manca in realtà qualsiasi resto, sia pure silicizzato, di organismi a guscio calcitico (belemniti, "posidonie", aptici) che pure si ritrovano talvolta nei calcari selciferi. Al Bosso la sequenza relativa a questa parte del Giurassico è caratterizzata, per i primi 12 metri circa da calcari selciferi a "posidonie". Successivamente, e apparentemente per una trentina di metri (ma diverse faglie impediscono misurazioni precise) predominano le selci, sia ben stratificate che del tipo "pinch and swell", con intercalazioni millimetriche di argilla: almeno dieci di questi trenta metri sono costituiti pressoché in toto da selci amorfe. Tra le rare strutture sedimentarie presenti in tutto quest'intervallo la laminazione parallela e, assai raramente incrociata, è quella relativamente più comune. Per buona parte della successione, tuttavia, le strutture sedimentarie sono state apparentemente obliterate dalla bioturbazione e dalla progressiva silicizzazione. L'aspetto nodulare di certe selci è stato attribuito da Kálin *et al.* (1979) proprio al gioco congiunto di questi due fattori.

Queste osservazioni, unitamente all'evidenza negativa costituita dalla mancanza di livelli gradati o slumpizzati, fanno ipotizzare una sedimentazione sotto prevalente controllo di correnti di fondo o correnti di torbida a bassa densità e quindi un deciso calo volumetrico dei depositi dovuti a movimenti gravitativi, a differenza di quanto si osserva al tetto ed al letto di questo intervallo.

5.1.5. Kimmeridgiano inferiore p.p. - Titonico inferiore

Con il Kimmeridgiano inferiore, intorno al limite tra le Zone a Strombecki e a Divisum, i carbonati rifanno la loro comparsa, che si rivelerà duratura su tutta la piattaforma. In alcune zone marginali (Ranchi, Infernaccio, Campo al Bello, Presale), caratterizzate dall'onlap da Nord di sottili lingue di radiolariti già dal Callovio-Oxfordiano (vedi paragrafo precedente), si osserva l'interdigitazione tra il litosoma siliceo e quello calcareo condensato (vedi anche Colacicchi *et al.*, 1970). A Campo al Bello, nelle radiolariti interposte tra il Bajociano ed il Malm (spessore circa 120 cm) abbiamo rinvenuto una lente calcarea fortemente bioturbata del Kimmeridgiano inferiore (Zona a Divisum). Le radiolariti, che qui sono piuttosto calcaree, mostrano alla base ed al tetto laminazione incrociata. Questa, dovendosi necessariamente escludere un'origine torbiditica a causa della posizione paleo-strutturale dell'affioramento, potrebbe essere legata o all'azione di correnti di fondo o all'azione di onde di tempesta. Ricordiamo a questo proposito come nel Kimme-

ridgiano inferiore la fauna di alcuni livelli calcarei della Formazione del Bugarone superiore sia spesso dominata da faune bentoniche, soprattutto brachiopodi, indicanti profondità che potrebbero rientrare nel limite d'azione di onde di tempesta.

Con la parte alta del Kimmeridgiano medio (Zona a Cavouri) la facies calcarea condensata di piattaforma pelagica, ricchissima di ammoniti, si estende verso Nord (Ranchi, Infernaccio), sovrapponendosi direttamente ai depositi silicei. Questo tipo di sedimentazione, caratterizzato da velocità dell'ordine di 0,6 - 1 mm/1000 anni, prosegue durante il Titonico inferiore. Nelle Zone a Darwin e Semiforme si osserva in tutto il Monte Nerone uno sviluppo relativamente importante di coralli hermatipici, soprattutto del tipo sottile, incrostante (? *Fungiastrea*, com. pers. di B. Rosen). Ciò indica ancora una volta che la deposizione avvenne entro la zona fotica. Ricordiamo che faune titoniche con coralli sia ahermatipici che hermatipici sono frequenti ed estremamente diffuse nei depositi condensati dell'Appennino umbro-marchigiano (Nicosia & Pallini, 1977; Pallini & Schiavinotto, 1981), indicando generali condizioni di scarsa profondità per tutte le piattaforme pelagiche. Alcuni Autori (es. Hallam, 1978) riconoscono, nel Titonico inferiore, un "low-stand" del livello del mare, che nella nostra area potrebbe costituire la spiegazione di tali fenomeni.

Occorre notare come non esista, al momento, un modello deposizionale accettabile per questi carbonati pelagici di mare poco profondo. In particolare non è chiaro il motivo per cui non si imposti mai una sedimentazione di tipo "bahamiano".

Un quadro esatto dei vari parametri chimico-fisici ed ambientali riguardanti la nostra area durante il Giurassico non è attualmente disponibile. Se si volesse ricondur-

re la questione al solo fattore batimetrico, si dovrebbe ipotizzare che l'area di M. Nerone e le altre piattaforme pelagiche appenniniche si siano trovate, tra il Pliensbachiano ed il Titonico inferiore, a profondità oscillanti nell'ambito della porzione inferiore della zona fotica o, raramente, al di sotto di questa. È noto, nelle piattaforme carbonatiche (James & Mountjoy, 1983), che nell'ambito della stessa zona fotica il ritmo ed il tipo di sedimentazione, oltre che gli organismi, cambiano radicalmente al di sotto di 30 metri di profondità.

Nel Kimmeridgiano e nel Titonico inferiore la sedimentazione delle aree di bacino ha caratteri profondamente diversi da quella della piattaforma pelagica. Al Bosso si tratta di selci e, soprattutto, calcari con selce, costituiti da torbiditi bioclastiche (aptici, *Saccocoma*) gradate e lamine.

A Picia, d'altro canto, la sedimentazione ha dei caratteri notevolmente diversi. Alla monotona sequenza prevalentemente silicea menzionata nel paragrafo precedente, fa seguito il corpo carbonatico descritto nel capitolo sulle sezioni esaminate (vedi colonne stratigrafiche fig. 14-16). La geometria del corpo sedimentario, di età Kimmeridgiano superiore-Titonico, è quella di un prisma il cui spessore si riduce drasticamente sia verso la piattaforma pelagica, sia dal lato opposto, verso il bacino. Al Bosso, come abbiamo visto, i depositi coevi hanno caratteri completamente differenti (Fig. 61).

Questa sequenza viene da noi complessivamente interpretata come il risultato di una sorta di progradazione della piattaforma pelagica di M. Nerone verso SE con la creazione, nel Kimmeridgiano superiore, di un pendio sedimentario di raccordo tra piattaforma e bacino, dominato dall'alternanza di facies simili a quelle del Bugarone (cioè ad affinità di piattaforma pelagica) con depositi risedi-

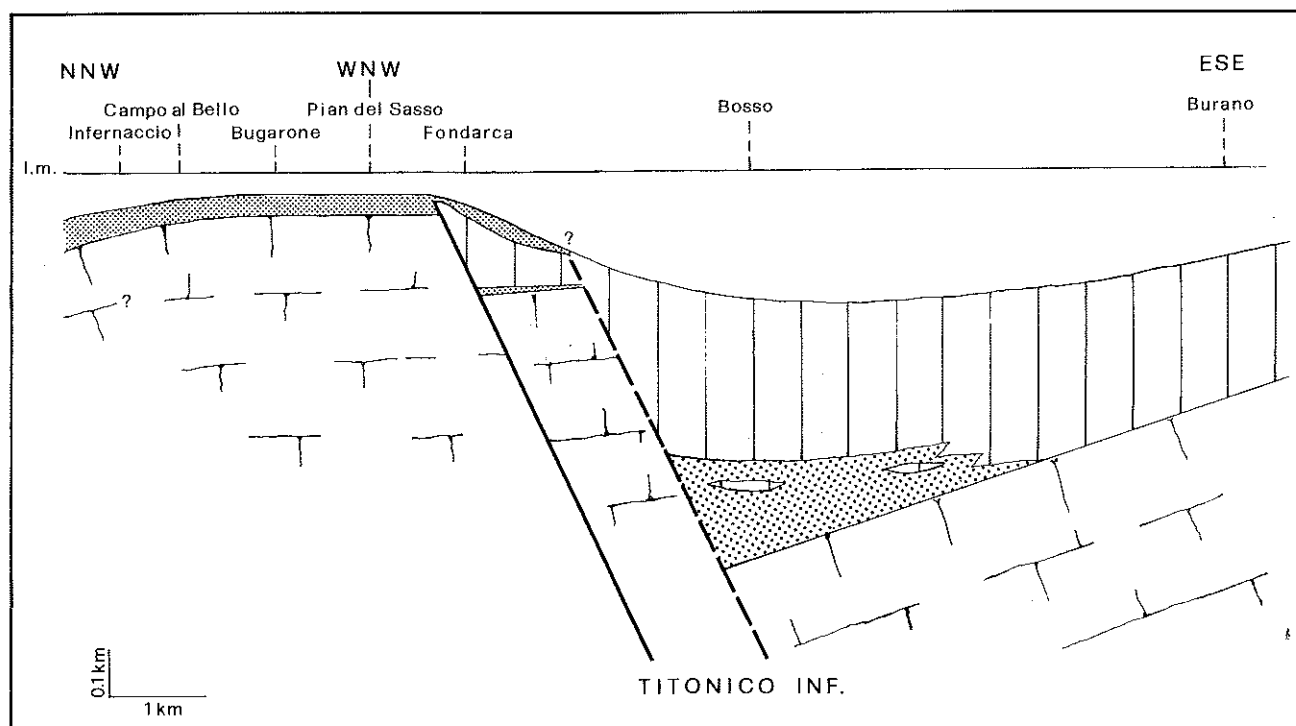


Fig. 61 - Profilo palinspastico attraverso i 4 settori definiti nel presente lavoro nel Titonico inferiore. Per la simbologia vedi Fig. 59.

mentati. Lo studio della sezione di Pieia strada farebbe inoltre ipotizzare un'accentuata instabilità (dovuta a tettonica?) del prisma di Pieia-Fondarca in corrispondenza della ripresa evidente dei fenomeni di frana sottomarina osservabile attorno al 12-mo metro della colonna di fig. 14, presumibilmente nella parte alta del Titonico inferiore. Per quanto concerne la hummocky cross stratification, vorremmo sottolineare come le faune ad ammoniti ci permettano di correlarla alla principale fase di diffusione dei coralli hermatipici. Hamblin & Walker (1979) hanno documentato, in una sequenza regressiva, l'intima relazione, sia stratigrafica che genetica, tra alcune torbiditi (interpretate come deposte in ambiente neritico) e vere tempestiti (hummocky cross stratification).

In termini di evoluzione di una piattaforma, la successione di Pieia/Fondarca può essere interpretata come rappresentante il passaggio da un margine di tipo "bypass" ad uno di tipo "accrezionale" (Read, 1982) per colmamento del bacino sospeso adiacente. Quest'area promette inoltre di rivelare interessanti particolari paleotopografici della transizione "piattaforma-bacino".

5.2. DISCUSSIONE ED INTERPRETAZIONE

Come estrapolazione dei risultati dello studio dell'evoluzione tettonico-sedimentaria dell'area in esame, possiamo esporre qualche considerazione sulle problematiche di carattere generale e sugli eventuali riflessi a livello regionale che possono scaturire dalla nostra analisi, sostenuta da precise datazioni degli eventi più importanti.

5.2.1. Tempi e modalità del rifting

I dati noti sulle grosse variazioni di spessore della formazione del Calcare Massiccio (si vedano le note illustrative del foglio "Foligno" e dei fogli "Terni-Palombara Sabina" della Carta Geologica d'Italia) evidenziano una struttura marcatamente sindeposizionale dell'area di sedimentazione. Il fatto che le sue variazioni laterali di facies, seppure di un certo rilievo (Pialli, 1971), ne testimonino la deposizione sempre in un ambito peritidale, prova il fatto che gli elevati ritmi di sedimentazione fossero in grado di nascondere efficacemente in superficie gli effetti del rifting in atto.

Questo rifting "pre-Sinemuriano", da situare approssimativamente attorno al limite tra Triassico e Giurassico, apparirebbe essere di entità eguale o superiore a quello Giurassico. Quest'ultimo, in compenso, produce effetti topografici e sedimentari notevolissimi.

L'acme del rifting giurassico si verifica nel Lias inferiore, attorno al limite tra Sinemuriano s. str. e Lotharingiano in coincidenza della Zona a Turner. È da ritenere che i dislivelli morfo-tettonici si siano creati bruscamente in questo "momento", subendo poi modificazioni apparentemente importanti, ma di ordine indiscutibilmente minore, nel resto del Giurassico. Ricordiamo che soltanto pulsazioni rapidissime di subsidenza tettonica sono capaci di disintegrare una piattaforma carbonatica (Schlager, 1981).

Un'indicazione sull'ordine di grandezza del rigetto verticale delle principali faglie distensive liassiche, responsabili della tipica configurazione piattaforma (pelagica)-bacino si può ricavare da considerazioni geometriche. Queste sono basate sui diversi spessori delle formazioni

nei diversi punti del sistema deposizionale, conoscendo a quale livello stratigrafico tali differenze si attenuano distintamente (Titonico). Un valore attorno ai 500-700 metri sembra plausibile per il rigetto della faglia giurassica più importanti del sistema umbro-marchigiano.

Naturalmente questi valori sono indicativi in quanto andrebbero corretti tenendo conto della compattazione dovuta al peso della sovrastante pila di sedimenti. A tal fine sarebbe da considerare che ogni formazione ha una sua storia diagenetica generalmente polifasata, di cui si può avere un'idea osservando ad esempio il grado di deformazione dei fossili contenuti, i tipi e le diverse generazioni di cementi presenti, fino ad arrivare allo studio delle modificazioni tardo-diagenetiche e delle stiloliti. Riteniamo non sia questa la sede per un esame dettagliato e comparato di queste variabili; siamo invece in grado di introdurre, con le nostre osservazioni stratigrafiche e sedimentologiche, altri tipi di vincoli a possibili ricostruzioni palinspastiche, come vedremo in seguito.

Il rigetto verticale della faglia Pliensbachiana che causa l'arretramento del margine della piattaforma e la creazione del gradino di Pieia-Fondarca doveva essere di circa 80-100 metri (fig. 61); in questo caso abbiamo quindi un esempio mostrante come la tettonica post-sinemuriana abbia generato dislocazioni inferiori di quasi un ordine di grandezza rispetto a quelle principali, più antiche.

Gli indizi di una notevole attività tettonica post-liassica sono molto scarsi. I margini delle strutture restavano però aree sismiche dove piccoli movimenti potevano disturbare la sedimentazione normale e creare, ad esempio, fratture riempite da piccoli filoni sedimentari (es. Bajociano di Pieia paese). Come detto precedentemente, la grossa faglia sinemuriana (attualmente sepolta) che separava la piattaforma del M. Nerone dal bacino asimmetrico del T. Bosso è in relazione con la rotazione del blocco di M. Acuto (Gruppo del Monte Catria) rispetto al M. Nerone, determinante un pendio sedimentario immergente verso NW. La natura di questa faglia può essere listrica oppure del tipo planare rotazionale (Wernicke & Burchfiel, 1982; Gibbs, 1984): al momento non riteniamo di avere gli elementi sufficienti per privilegiare l'una o l'altra ipotesi. Estendendo il discorso ad un livello regionale, altre grosse incertezze permangono sulla continuità laterale dei bacini. Anche nell'anticlinale marchigiana sono conosciute situazioni con "alti" e "bassi" strutturali adiacenti (si veda ad esempio Galdenzi, 1986) ma la connessione di questi elementi con quelli umbro-marchigiani è dubbia data l'interposizione tra le due dorsali di un'ampia sinclinale ove affiorano terreni prevalentemente terziari.

5.2.2. Sedimentazione e paleobatimetria

In base ai nostri dati è possibile delineare una tentativa storia batimetrica, da affiancare a quella paleotettonica, del sistema M. Nerone-Pieia-Bosso. Le elevatissime velocità di sedimentazione, computate per i livelli sinemuriano-lotharingiani della Corniola del T. Bosso, unitamente al carattere stesso dei depositi ed alle considerazioni generali sulle velocità della subsidenza tettonica e la distruzione delle piattaforme carbonatiche, indicano che il bacino del Bosso si individuò bruscamente, anche dal punto di vista batimetrico, nel Sinemuriano superiore, Zona a Turner. È da ipotizzare ovviamente uno sprofondamento ancora più rapido della già rapidissima sedimentazione per giustificare anche le modalità di de-

posizione e gli elevati spessori delle altre unità giurassiche affioranti al Bosso.

La profondità massima a cui si depose la Corniola del Bosso è da valutare attorno ai 400-500 metri.

Dopo il Lias medio e dopo la creazione del gradino di Pieia-Fondarca, si verificarono solamente rotazioni di piccola entità. Se infatti consideriamo l'intero sistema fino alla valle del F. Burano (situata circa 5 Km a SE dell'affioramento del T. Bosso), dobbiamo necessariamente assumere che il fondale marino non fosse mai più inclinato di qualche grado. Un simile valore può da un lato spiegare la presenza dei flussi gravitativi che caratterizzano diffusamente la sedimentazione "bacinale", dall'altro serve per mantenere il sistema complessivamente deposizionale. Valori più elevati impedirebbero sicuramente la deposizione, soprattutto in quei periodi (Toarciano, Bathoniano-Oxfordiano) in cui una sedimentazione notevolmente rallentata non aveva alcuna possibilità di attenuare gli effetti topografici del basculamento.

Le diffuse frane sottomarine nell'Aaleniano (M. Nerone, T. Bosso) potrebbero essersi mobilitate durante un periodo di modesti riaggiustamenti dei blocchi fagliati. La stessa ipotesi potrebbe essere valida per la porzione superiore (titonica) del prisma di Pieia-Fondarca.

Concordiamo con Farinacci *et al.* (1981b) nel dire che gran parte del sistema Giurassico, nella nostra area come verosimilmente nell'intera regione umbro-marchigiana, è rappresentato da depositi che attenuano le disomogeneità topografiche originatesi nel Lias inferiore.

Il nostro discorso paleobatimetrico è su questo punto indissolubilmente legato a quello sedimentologico-paleontologico e paleotettonico. I nostri dati paleontologici (vedi anche Cresta *et al.* in stampa) indicano che l'area di M. Nerone si mantenne a profondità modeste (massimo 100-150 metri) per tutto il Giurassico, data la persistenza di organismi di mare basso (es. gasteropodi) fino al Bajociano e la presenza di coralli hermatipici nel Titonico. Alcuni indizi sedimentologici confermano tale interpretazione. La storia da noi ricostruita del margine della piattaforma pelagica del M. Nerone indica che, nel Malm, si era ormai individuato un raccordo sedimentario con il vecchio bacino situato a SE. Precise correlazioni tramite le faune ad ammoniti ci permettono in pratica di tracciare il profilo di questo sistema deposizionale di modo che siano gli stessi vincoli biostratigrafici e sedimentologici a dettare la paleogeografia della nostra area di studio. Le geometrie dei corpi sedimentari possono essere ragionevolmente continuate, anche a qualche chilometro di distanza, cercando di applicare semplici concetti di geologia sedimentaria. Dalle nostre ricostruzioni possiamo osservare come la profondità a cui si depose la serie del T. Bosso dovesse lentamente diminuire, dal Lias medio in poi, attraverso il Giurassico (confrontare le fig. 59-61), fatte salve le oscillazioni eustatiche che, come ipotizzato da Hallam (1978) non superarono in questo periodo l'ampiezza di qualche decina di metri. Questa attenuazione delle disomogeneità paleotopografiche (vedi anche Jacobacci *et al.*, 1974), come il seppellimento delle scarpate di faglia sottomarine, non implica naturalmente che scomparisse qualsiasi gradiente topografico. Ciò è documentato anche dal carattere spiccatamente torbido delle formazioni delle Micriti a Saccocoma e della Maiolica al Bosso. Sicuramente mai il fondale marino giuras-

sico del Bosso si venne a trovare a profondità pari a quella della piattaforma pelagica (fig. 61).

Tra le implicazioni secondo noi più rilevanti, proposte dal nostro studio e dalle nostre conclusioni, vi è quella riguardante la paleobatimetria dei depositi selciferi. Nel Kimmeridgiano le transizioni laterali calcari-selci si realizzano a piccola scala nell'ambito della piattaforma pelagica. Considerando anche la posizione (nella paleotopografia da noi ricostruita) delle selci di Pieia-Fondarca e del Bosso, si può concludere che, nell'intervallo Bathoniano-Titonico, le selci si formavano anche in depositi radiolaritici accumulati a profondità modeste. Ciò è già stato notato in diversi lavori (Cecca *et al.*, 1981; Blendinger, 1985; Cecca & Santantonio, 1986).

Vengono a modificarsi radicalmente i valori assoluti dell'equivalenza selci = depositi (molto) profondi mentre si conferma, nel Kimmeridgiano e nel Titonico inferiore, l'affinità delle selci per ambienti di maggiore profondità e dei calcari per quelli di minore profondità.

5.2.3. Disponibilità e conservazione del carbonato di calcio

La silicizzazione diffusa nei nostri bacini è il risultato delle trasformazioni indotte in un particolare ambiente diagenetico che, soprattutto dal Bajociano superiore al Titonico inferiore, è condizionato dalla presenza di abbondante silice proveniente dai gusci dei radiolari. Abbiamo più volte notato (Bosso, Pieia) come molta selce abbia dei precursori nelle torbiditi carbonatiche. Le selci bathonoxfordiane si formano d'altronde in un periodo di drastico calo (o arresto) della produzione carbonatica su scala regionale.

La maggiore disponibilità di silice nei bacini può essere messa in relazione con l'attitudine dei leggerissimi gusci di radiolari ed essere spazzati via con estrema facilità dagli alti intrabacinali e ridepositati in aree più depresse (Baumgartner, 1987). Tale processo si rivela in tutta la sua portata proprio in assenza della componente carbonatica nell'intervallo sopra menzionato. Ciò potrebbe essere, almeno in parte, una delle spiegazioni possibili della lacuna sedimentaria documentata a M. Nerone.

Restano da spiegare, in questo contesto, le cause delle importanti variazioni nel tempo della disponibilità di carbonato nel bacino di sedimentazione, o comunque del potenziale di conservazione del carbonato sul fondo marino. Winterer & Bosellini (1981) adducono cause paleoceanografiche per interpretare queste variazioni.

È stato giustamente sollevato (Kälin, 1980) il problema di cosa sia in realtà ciò che noi definiamo calcare "pelagico" durante il Giurassico. In particolare è stato osservato che, dato l'insufficiente contributo che poteva essere fornito dal relativamente scarso nannoplankton calcareo, buona parte delle micriti "pelagiche" fosse effettivamente costituita da "periplatform ooze" (ppo) (Schlager & James, 1978), cioè fango aragonitico di laguna interna rimesso in sospensione ad opera di onde di tempesta. Heath & Mullins (1984) hanno documentato come nelle Bahamas settentrionali, a 50 Km dai banchi carbonatici ed a profondità relativamente elevate, il 50% della sedimentazione sia costituito da fanghi di tale origine; la loro percentuale diminuisce in maniera lineare con la distanza dalla piattaforma ed è ancora apprezzabile ad oltre 100 Km da questa. Se la formazione della Corniola fosse veramente costituita in buona parte da ppo, il crollo dei ritmi di sedimentazione osservabile al passaggio col Rosso Ammonitico dovrebbe essere legato ad una crisi regionale (emersione o annegamento) delle piattaforme carbonatiche. Questo non si verifica però nella piattaforma laziale-abruzzese (Parotto & Praturlon, 1975) implicando che, se si accetta l'i-

potesi di partenza, il dominio umbro-marchigiano fosse più vicino a, e sotto l'influenza di, altre piattaforme carbonatiche di mare sottile. L'attuale assetto geologico, con rapporti geografici profondamente mutati rispetto al Giurassico, non aiuta a capire quali possano essere queste piattaforme. Bisogna però ricordare che nelle Marche gli apporti oolitici di provenienza sconosciuta come quelli segnalati da Centamore *et al.* (1975) nei Calcari Diasprigni di Arcevia e nell'anticlinale di M. Motette, nonché quelli segnalati da Hallam (1967) a Valdorbis, ancora al tetto della Corniola, richiedono la presenza di una piattaforma produttiva durante il Giurassico. Di questa piattaforma non vi è traccia in affioramento nell'Appennino centro-settentrionale ed è probabilmente sepolta sotto di esso.

Il fenomeno della variazione della disponibilità di carbonato non può ancora essere spiegato. Notiamo comunque come questo argomento sia legato a quelli del CCD e della storia diagenetica del bacino oltre che ad un più generale discorso di ordine biologico. La presenza delle selci nei bacini non può essere assunta come prova di deposizione al di sotto del CCD in quanto tali depositi sono di natura secondaria e non sono costituiti da un residuo insolubile (Elmi, 1981; Cecca & Santantonio, 1986; Baumgartner, 1987). Le sequenze calcareo-selcifere rivelano al contrario velocità di sedimentazione più elevate rispetto alle sequenze solo calcaree corrispondenti (Baumgartner, 1987). D'altra parte studi sulle condizioni di conservazione dei fossili e sul grado di cementazione sottomarina nei carbonati pelagici sembrano indicare un aumento degli effetti della dissoluzione nei bacini durante il Giurassico (Kälin *et al.*, 1979, per la Toscana; Kälin, studi in progresso sull'Umbria).

5.2.4. Variazioni faunistiche

Un fenomeno importante, che risalta dall'esame di sequenze spesse come quella del T. Bosso, riguarda il brutale impoverimento delle faune a guscio calcareo nella porzione mediana del Giurassico. Nell'intervallo stratigrafico corrispondente al Bajociano superiore-Kimmeridgiano basale (datato in base ai radiolari), organismi con parti dure calcitiche come belemniti ed aptici sono rarissimi o assenti anche nei livelli, ora silicizzati, in cui un deposito precursore carbonatico era presente. Fanno eccezione, in parte di questo intervallo, le "Posidonie".

I depositi costituiti pressoché esclusivamente da gusci di "Posidonia", spesso completamente silicizzati, indicano inequivocabilmente un netto e prolungato calo della diversità faunistica. Come già sottolineato, ammoniti corrispondenti al summenzionato intervallo mancano totalmente su scala regionale, con l'eccezione forse di qualche esemplare del Bajociano superiore (Pallini in Conti & Monari, 1987) rinvenuto in filoni sedimentari di una località dell'Umbria. Dal Calloviano fino alla base del Kimmeridgiano, i radiolari erano praticamente gli unici abitanti della colonna d'acqua.

Appare evidente come la concatenazione dei vari dati fornisca l'abbozzo di una storia molto complessa delle condizioni chimico-fisiche e, più in generale, ambientali, del sistema umbro-marchigiano.

Il CCD, gli ambienti, le litologie osservabili oggi e le faune in esse contenute sono tutti elementi legati da diverse, ed ancora in gran parte oscure, relazioni di causa effetto. Ora è chiaro come la lacuna bajociano-kimmeridgiana di M. Nerone, che ricalca esattamente (a livello di zone ad ammoniti) quelle documentate in altre

sezioni umbro marchigiane (Cecca & Santantonio, 1982; Cecca *et al.*, 1986), corrisponda anche ad un momento chiave della storia biologica del bacino.

5.2.5. La lacuna

Torniamo ora sul discorso di come questa lacuna stratigrafica si presenti sul M. Nerone.

Le considerazioni di Baumgartner (1987) sul comportamento idrodinamico dei gusci di radiolari servono a spiegare l'assenza di sedimento in un periodo in cui tali gusci erano, in pratica, l'unico possibile sedimento. Ci si riferisce quindi al lasso di tempo in cui al Bosso si deponeva

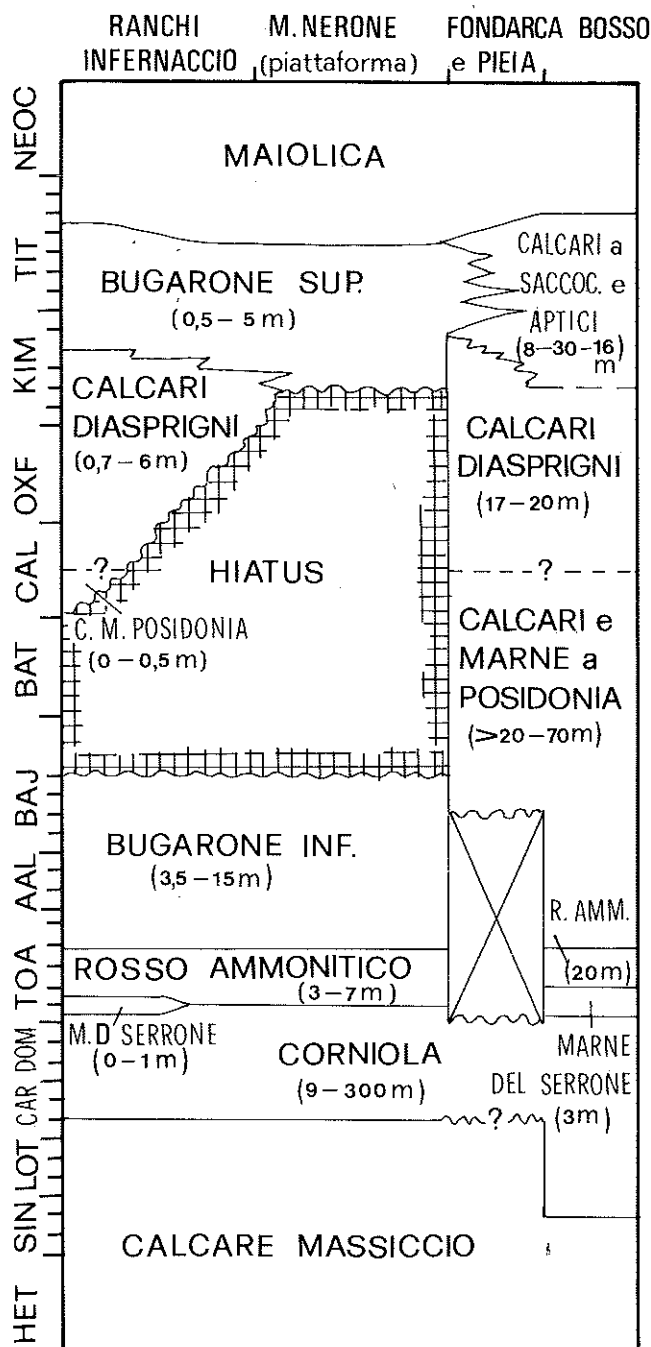


Fig. 62 - Schema dei rapporti stratigrafici delle unità riconosciute nell'area di M. Nerone. Le suddivisioni all'interno dei piani corrispondono alle zone ad ammoniti.

la formazione dei Calcarei Diasprigni, costituita in pratica solo da selci amorfe di origine radiolaritica. Noi poniamo il passaggio alla successiva unità delle Micriti a Saccocoma ed Aptici come coincidente con la ripresa di una massiccia disponibilità di carbonato nel bacino, cioè con la parte alta del Kimmeridgiano inferiore. Al di sotto dei Calcarei Diasprigni però, l'unità dei Calcarei e Marne a Posidonia, marcatamente selciferi verso l'alto, comprende sicuramente depositi post-Bajociano inferiore. Localmente essi contengono una fauna a radiolari attribuita al Bathoniano (Baumgartner, 1987). Questi sedimenti, ancora apprezzabilmente carbonatici e costituiti in gran parte da accumuli conchigliari, sovente torbiditici, occupano dunque la porzione inferiore del lasso di tempo interessato dalla lacuna sedimentaria.

L'assenza di questa unità dalla piattaforma di M. Nerone (settore di Cava Bugarone, Pian del Sasso, F. Pisciarelli) ed il suo confinamento alle aree ribassate (es. Bosso, Pieia-Fondarca) e di pendio (Infernaccio, Ranchi) non è ovviamente spiegabile con i meccanismi proposti da Baumgartner, a meno che non si voglia ipotizzare un passaggio di correnti assai vigorose sulle cime dell'alto almeno durante il Bajociano superiore e Bathoniano. Questo ripropone però degli interrogativi.

Perché non abbiamo cospicue mineralizzazioni in corrispondenza della lacuna? Una spiegazione potrebbe essere trovata ipotizzando l'esistenza di un ambiente a bassa energia in cui si depositasse di volta in volta un velo di gusci di radiolari destinato ad essere periodicamente spazzato via a seguito di aumenti seppur minimi di energia. In questa maniera la superficie-tetto del Bajociano inferiore non sarebbe stata continuamente esposta sul fondo marino alla mercé di acque mineralizzanti in quanto protetta da tanti effimeri veli di sedimento radiolaritico.

Nel caso però dei depositi a gusci di "Posidonia" ci sarebbero forse volute delle condizioni permanenti di energia molto alta per impedire sistematicamente la deposizione e cancellare completamente ogni traccia di sedimento. Questo sembra poco compatibile con l'assenza di rilevanti mineralizzazioni che noi registriamo sul M. Nerone e che rende così poco comprensibile, come altrove nella regione umbro-marchigiana, la lacuna.

Le mineralizzazioni appaiono invece formarsi "rapidamente" su altipodi attuali non deposizionali. Malfait & Van Andel (1980) hanno documentato la formazione di rilevanti mineralizzazioni in un'area non idrotermale soggetta a non sedimentazione, erosione e subsoluzione negli ultimi due milioni di anni.

Un'altra ipotesi sulla causa di una lacuna come quella messa in luce a M. Nerone è stata suggerita da Farinacci *et al.* (1981b). In questo lavoro, il primo in cui il fondamentale nodo del Giurassico medio viene esplicitamente considerato, gli Autori invocano l'emersione come causa delle lacune registrate nel Giurassico di varie località dell'Umbria-Marche, proponendo un modello in cui le variazioni relative del livello del mare vengono considerate l'agente principale in grado di determinare la variabile completezza delle sequenze pelagiche. Il riconosciuto, o talvolta presunto, sincronismo delle interruzioni di sedimentazione e degli episodi regressivi, cui sarebbero legati eventi detritici nelle sequenze complete, fa propendere questi Autori per la ricerca di una causa di ampia portata in grado di condizionare simultaneamente un intero

bacino: le variazioni relative del livello del mare, appunto.

Nell'area di M. Nerone mancano secondo noi chiari elementi sedimentologici per poter attribuire la grande lacuna ad un'emersione, ferma restando la nostra attribuzione della maggior parte dei livelli pelagici di piattaforma a profondità fotiche.

L'analisi di bacino incentrata sulle variazioni relative del livello del mare è nata considerando la geometria, le età ed i contatti di sequenze deposizionali trasgressive e regressive, avendo sempre come riferimento una linea di costa (Vail *et al.*, 1977; Hallam, 1978). Se a Monte Nerone le variazioni eustatiche giurassiche avessero causato un'emersione, dovremmo possibilmente osservare una migrazione di depositi di spiaggia. Questo non ci sembra documentabile, pur esistendo diversi indizi di mare basso, in buona parte riferibili al Giurassico superiore.

D'altro canto la geometria ai margini (settore Infernaccio-Campo al Bello) della piattaforma pelagica di M. Nerone delle unità dei Calcarei e Marne a Posidonia e dei Calcarei Diasprigni (nelle loro parti presumibilmente o certamente coeve ad alcune delle porzioni di tempo comprese nello hiatus) con le sue terminazioni a "becco di flauto" di età via via più recente verso l'interno della piattaforma (fig. 62), ricorda la geometria di una sequenza trasgressiva (si vedano anche le considerazioni espresse in Farinacci *et al.*, 1981b).

Auspichiamo che attraverso studi successivi possa essere fatta piena luce sugli aspetti meno chiari tra quelli esposti nel presente lavoro.

5.2.6. Considerazioni regionali

I nostri dati sul Giurassico di M. Nerone e zone limitrofe, unitamente ai dati e ad alcune interpretazioni (Farinacci *et al.*, 1981b) note in letteratura ed ai dati in nostro possesso sull'Appennino umbro-marchigiano, confermano generali condizioni di scarsa profondità (da qualche decina a qualche centinaio di metri) durante tale periodo su questa porzione del paleomargine adriatico. A livello regionale risalta la diffusa presenza di coralli hermatipici sulle piattaforme pelagiche del Giurassico superiore, indicando condizioni di scarsa profondità. Sembra esserci pochissima o nessuna subsidenza, a parte quella "da carico", dopo il Lias inferiore e fino ai tempi in cui si depose la Maiolica, cioè per oltre quaranta milioni di anni.

Una storia paleobatimetrica incentrata sull'ipotesi di una porzione di margine continentale in approfondimento continuo, anche se decelerato nel tempo, non sembra quindi applicabile al "bacino" umbro-marchigiano come invece sembra esserlo, ad esempio, per le Alpi Meridionali (Winterer & Bosellini, 1981).

Alcuni Autori (McKenzie, 1978; Steckler & Watts, 1978) hanno ipotizzato che i bacini sedimentari in corrispondenza di "rifted margins" si formino attraverso una rapida fase di "stiramento" della crosta e risalita "passiva" di astenosfera calda, in regime tettonico distensivo; a ciò farebbe seguito una lenta subsidenza termica ed isostatica, generalmente non associata a tettonica, indotta dal raffreddamento del sistema. Esiste inoltre una precisa relazione tra l'ammontare dell'assottigliamento crostale e quello della successiva subsidenza.

I nostri dati lascerebbero pensare, sotto questa luce, a condizioni di sostanziale equilibrio durante buona par-

te del Giurassico. Ciò potrebbe confermare l'ipotesi che gran parte dell'assottigliamento e della relativa subsidenza si fossero in realtà realizzati nel Triassico superiore, mascherati dalla rapida sedimentazione evaporitica e carbonatica. Non è comunque da sottovalutare che proprio la presenza di un potente substrato evaporitico possa aver condizionato le modalità della subsidenza giurassica (vedi anche le considerazioni in Colacicchi *et al.*, 1970 e Coltorti & Bosellini, 1981). I caratteri, profondamente diversi, della sedimentazione cretaco-paleogenica sarebbero quindi da imputare ad una nuova accelerazione della subsidenza, manifestatasi attraverso un ringiovanimento delle faglie giurassiche durante la sedimentazione della Maiolica. Nella nostra area di studio questo è documentato a Pieia. Un simile e sincrono fenomeno è segnalato anche nelle Alpi Meridionali al margine occidentale del "Trento plateau" (Winterer & Bosellini, 1981; Castellarin, 1982) e rappresenterebbe l'inizio di una vera e diffusa fase di subsidenza termica.

6. CONCLUSIONI

Lo studio litostratigrafico, biostratigrafico e sedimentologico condotto sulle diverse sezioni giurassiche esposte nell'area di M. Nerone ed in zone limitrofe paleogeograficamente connesse, ha rivelato numerosi ed interessanti aspetti dell'evoluzione tettonico sedimentaria di questo settore dell'Appennino. Il complesso quadro delle relazioni spaziotemporali tra le formazioni affioranti è stato risolto al livello della zona ad ammoniti (fig. 62).

La successione di eventi da noi ricostruita si può riassumere in alcuni punti.

a) *Sinemuriano superiore*, Zona a Turneri - Creazione del bacino del Bosso mentre il M. Nerone permane in condizioni di sedimentazione del tipo di piattaforma bahamiana. La transizione piattaforma-bacino corrisponde ad un "bypass margin" di origine tettonica attualmente sepolto tra Pieia e il Bosso. Ai piedi della piattaforma si depone un prisma costituito essenzialmente da depositi di movimento di massa sottomarino (torbiditi, depositi di "debris flow", "slumped beds"); tale prisma occupa la parte inferiore della Corniola del Bosso (fig. 59).

b) *Fine del Carixiano inferiore* - L'area di M. Nerone annega e diviene una piattaforma carbonatica pelagica, sede di lenta deposizione caratterizzata dalla presenza simultanea di faune a cefalopodi ed abbondante fauna bentonica. Poco dopo, il bordo SE della piattaforma pelagica, verso il Bosso, sprofonda a formare un gradino ("stepped margin") nella zona di Pieia-Fondarca (fig. 60).

c) *Carixiano medio-Kimmeridgiano p.p.* - Durante questo lungo intervallo la sedimentazione tende a colmare le depressioni morfotettoniche con un mosaico di facies pelagiche che vanno dai calcari condensati e/o nodulari ad ammoniti sulla piattaforma pelagica, ai prevalenti depositi da flusso gravitativo nel bacino. Quest'ultimo è caratterizzato, a partire dal Bajociano superiore, da un vistosissimo impoverimento faunistico e dalla presenza di calcari, calcari selciferi e selci radiolaritiche che tendono anche a formare un sottile "onlap" sul margine Nord della piattaforma pelagica. Su gran parte di quest'ultima non vi è sedimentazione dal Bajociano inferiore (Zona a Humphriesianum) al Kimmeridgiano superiore (Zona a Divisum), in perfetta analogia con quanto osservato su altri alti intra-bacinali umbro-marchigiani.

d) *Kimmeridgiano-Titonico* - Si completa sul gradino di Pieia-Fondarca l'aggradazione dei depositi silicei fino alla creazione di un raccordo sedimentario con il margine della piattaforma, cui consegue la progradazione di questa verso il bacino. Si deposita un prisma carbonatico dominato in larga parte da torbiditi con intercalati livelli ammonitiferi ad affinità di piattaforma pelagica, calcareniti non gradate a brachiopodi ed echinodermi e depositi di tempesta (figg. 14-16; fig. 61).

e) *Neocomiano* - Durante la deposizione della Maiolica si verifica una netta accelerazione della subsidenza, associata ad una ripresa dell'attività tettonica nella zona di Pian del Sasso-Pieia. Si creano sistemi di fratture interessanti anche il Calcare Massiccio.

Le nostre ricerche hanno fornito anche indicazioni applicabili su scala regionale. Sono state messe in evidenza brusche cadute delle disponibilità di carbonato nella colonna d'acqua. Una di queste coincide con il tetto della formazione della Corniola ed è la causa di un nettissimo calo del ritmo di sedimentazione. Durante il lasso di tempo che va dalla fine del Bajociano inferiore all'inizio del Kimmeridgiano, ad una di queste crisi (contraddistinta da un calo della diversità faunistica) è associata una variazione del potenziale diagenetico dei sedimenti bacinali. La silice messa a disposizione dai radiolari altera il sedimento fino a divenire dominante durante la deposizione dei Calcari Diasprigni.

Non esistendo evidenti indizi sedimentologici a sostegno dell'ipotesi dell'emersione, una delle possibili cause della lacuna presente sulla piattaforma pelagica viene da noi tentativamente individuata nell'impossibilità meccanica dei gusci di radiolari e di "Posidonie" di conservarsi sulla piattaforma. Se per i radiolari i meccanismi ipotizzati da Baumgartner (1987) possono obiettivamente offrire spiegazione plausibile, per le "Posidonie" (che dovevano avere un comportamento idrodinamico molto diverso) lo sono assai meno.

La sequenza post-Calcare Massiccio del sistema M. Nerone-Bosso non indica un continuo approfondimento dei siti deposizionali durante il Giurassico e non sembra quindi essersi deposta in un periodo di pronunciata subsidenza termica. Una subsidenza di tale tipo inizia, secondo la nostra interpretazione, soltanto nel Cretaceo inferiore.

Questo tipo di evoluzione, che è generalizzabile a scala regionale, sembra far divergere l'Appennino umbromarchigiano da altri esempi di margini peritettici noti nella letteratura geologica.

RINGRAZIAMENTI

Sarebbe stato difficile realizzare questo lavoro senza l'aiuto e la collaborazione di moltissime persone che vogliamo qui ringraziare.

- Il Prof. Raymond Enay (Università Claude Bernard di Lyon) che ha trascorso con noi una piacevole settimana di lavoro (Luglio 1985) apportando un poderoso aiuto per la ricerca dei fossili e contribuendo allo sviluppo di alcuni dei temi trattati in questo lavoro.

- Gli amici dell'Università di Perugia: Roberto Colacicchi, Federico Venturi, Marisa Nocchi, Guido Parisi, Paolo Monaco e Angela Baldanza che hanno costantemente collaborato con noi contribuendo all'evoluzione scientifica della ricerca sul Giurassico di Monte Nerone.

- Il Prof. Peter Baumgartner (Università di Lausanne) che ci ha gentilmente comunicato alcuni dei suoi dati personali sulla biostratigrafia delle faune a radiolari e con il quale abbiamo avuto proficue discussioni su alcuni degli aspetti dell'evoluzione tettonico-sedimentaria del Monte Nerone.

- Il Prof. René Mouterde (Università Cattolica di Lyon) e il Dr. Jean-Louis Dommergues (Università di Dijon) che ci hanno aiutato nella determinazione di parte delle faune liassiche.

- Il Prof. Otto Kälén (Università di Pisa) che ha trascorso con noi alcuni giorni di campagna durante i quali abbiamo avuto interessanti scambi di idee sugli aspetti sedimentologici di alcune delle serie descritte.

Ringraziamo in particolare Patrizia Bartolucci, Stefania Benedettini, Andrea Bussoletti, Maurizio Cinque, Giuliana d'Addezio, Mara Danesi, Pierluigi Friello, Massimo Gabellini, Alfredo Gasparri, Sandro Loretelli, Fabio Melchiorri, Claudia Merolli, Maurizio Nami, Stefania Pampaloni, Felicia Papasodaro, Letizia Ramiconi, Leonardo Sagnotti, Lucia Vinci e Vito Vona. Alcuni di loro hanno iniziato ancora studenti del Dipartimento di Scienze della Terra dell'Università di Roma, per divenire poi Dottori discutendo Tesi e Tesine tratte dal loro lavoro di terreno con noi, altri ancora studenti alle prese con gli ultimi esami, tutti ci hanno fornito un valido aiuto sul terreno ed una insostituibile carica sul piano umano durante i lunghi e ripetuti periodi trascorsi sul terreno. Ad essi si sono sempre unite nel pesante lavoro di campagna le Dr.sse Daniela Delogu e Letizia Pampaloni.

I cittadini di Piobbico ci hanno accolto sempre con una calorosissima e squisita accoglienza: i sigg. Carlo Iotti e Adriano Cucchiari ci hanno spesso aiutato nel lavoro di campagna e non hanno mai mancato di segnalarci nuovi affioramenti dai quali provengono le loro interessantissime collezioni; la signora Elsa, della "Taverna dei Brutti" ci ha sempre rifocillati con la sua ottima ed abbondante cucina.

Il Comune di Piobbico e Don Domenico Rinaldini hanno sempre risposto efficacemente alle nostre richieste di aiuto sul piano logistico; in particolare il sig. Lino Pagliardini ha risolto sempre con estrema sollecitudine situazioni impreviste soprattutto nei mesi invernali; un valido contributo in questo senso ci è stato offerto anche dalle ACLI di Piobbico.

Vogliamo ringraziare inoltre i sigg. Stefano Bartolucci e Domenico Bei di Apecchio per averci messo a disposizione le loro collezioni di ammoniti, ora in gran parte custodite nel Museo del Comune.

Per i numerosi scambi di idee ricordiamo con molta simpatia le giornate trascorse insieme ai partecipanti del II° Conv. Internazionale "Fossili Evoluzione, Ambiente", dell'escursione del Gruppo italiano del Giurassico ed i componenti dell'escursione degli studenti dell'Istituto di Geologia di Neuchâtel, guidati da alcuni degli scriventi, insieme al Prof. Jürgen Remane e al Dr. Matthias Geyer.

Ringraziamo il Comune di Pergola per averci messo a disposizione la Collezione Piccinini conservata nella biblioteca comunale e il Sig. Sandro Crinelli, per averci costantemente assistito nella individuazione degli esemplari più importanti.

La realizzazione della parte grafica è stata curata da Silvana Falcetti, Sabrina Grossi e Sergio Pascolini del Servizio Geologico d'Italia, da Marco Albano del C.N.R. presso

il Dip. di Scienze della Terra dell'Università di Roma da Maurizio Salvati del Dip. Sc. Terra Univ. "La Sapienza" di Roma e dal Dr. Maurizio Nami. Tra tutti vogliamo in particolare ringraziare l'amica Silvana che, per metterci nelle condizioni di ben figurare durante il Convegno al quale questo lavoro è stato presentato, non ha interrotto neanche nelle ore serali e a casa la sua produzione grafica.

Questo lavoro è stato finanziato con il CTB CNR 20904050 "La successione degli eventi tettonico-sedimentari e paleobiologici nel bacino umbro-marchigiano-sabino durante il Giurassico" e dal contributo MPI 60% "Biostratigrafia di facies giurassiche dell'Appennino Centrale".

CITAZIONI BIBLIOGRAFICHE

- ALLEMANN, G., CATALANO, R., FARES, F. & REMANE, J., 1971 - Standard Calpionellid zonation (Upper Tithonian-Valanginian) of the Western Mediterranean Province: Proc. II Plankt. Conf., Roma, 1970, 2: 1337-1340.
- ATROPS, F., 1982 - La sous-famille des Ataxioceratinae (Ammonitina) dans le Kimméridgien inférieur du Sud-Est de la France. Systématique, évolution, chronostratigraphie des genres *Orthosphinctes* et *Ataxioceras*: Docum. Lab. Géol. Lyon, 83: 1-463.
- BAUMGARTNER, P.O., 1984 - A Middle Jurassic-Early Cretaceous low-latitude radiolarian zonation based on Unitary Associations and age of Tethyan radiolarites. *Eclogae Geol. Helv.*, 77 (3): 729-837.
- BAUMGARTNER, P.O., 1987 - Age and genesis of Jurassic Radiolarites. *Eclogae Geol. Helv.*, 80 (3): 831-879.
- BAUMGARTNER, P.O., questo vol. - Genesis of tethyan Radiolarites: an example from M. Nerone area (Central Apennines, Italy).
- BERNOULLI, D., 1971 - Redeposited Pelagic sediments in the Jurassic of the Central Mediterranean area. *Ann. Inst. Geol. Publ. Hung.*, 54 (2) (1969): 71-90.
- BERNOULLI, D., 1972 - North Atlantic and Mediterranean Mesozoic facies: a comparison. in HOLLISTER *et al.* Init. Rep. Deep Sea Drill. Project, 11: 801-871.
- BLENDINGER, W., 1985 - Radiolarian limestones interfingering with loferites (Triassic, Dolomites, Italy). *N. Jb. Geol. Paläont. Mh.*, 1985 (4): 193-202.
- BONARELLI, G., 1893 - Osservazioni sul Toarciano e l'Aaleniano dell'Appennino Centrale. *Boll. Soc. Geol. Ital.*, 12 (2): 195-254.
- BRAGA, J.C., 1983 - Ammonites del Domerense de la Zona Subbética (Cordillera Béticas, S. de Espana). Tesis Doct. Univ. Granada: 1-382.
- CASTELLARIN, A., 1982 - Tettonica sinsedimentaria ed associazioni di facies carbonatiche (con principali riferimenti al Giurassico Sudalpino). In A. CASTELLARIN e G.B. VAI: Guida alla Geologia del Sudalpino centro-orientale. Guide geol. reg., Soc. Geol. Ital.: 23-40.
- CATALANO, R. & LIGUORI, V., 1971 - Facies a Calpionelle della Sicilia occidentale: Proc. II Plankt. Conf., Roma, 1970, 1: 167-209.
- CECCA, F., 1985 - Alcune ammoniti provenienti dalla "Maiolica" dell'Appennino Centrale (Umbria, Marche e Sabina). *Boll. Serv. Geol. Ital.*, 103 (1982): 133-162.
- CECCA, F., 1985 - questo vol. a, Etude des Périssphinctidés de la Zone à Darwini (Tithonique inférieur) des Apennins des Marches (Italie): paléontologie et paléobiogéographie.
- CECCA, F., questo vol. b, "Subplanitoides" *mediterraneus*, nuova specie di Perissphinctide (Ammonitina) della Zona a Semiforme (Tithonico inferiore) della provincia mediterranea.
- CECCA, F., CRESTA, S., GIOVAGNOLI, M.C., MANNI, R., MARIOTTI, N., NICOSIA, U. & SANTANTONIO, M., 1981 - Tithonian "Ammonitico Rosso" near Bolognola (Marche Central Apennines): a shallow water nodular limestone. In A. FARINACCI, & S., ELMI, (eds.), Proc. "Rosso Ammonitico Symp.", Tecnoscienza, Roma: 91-112.
- CECCA, F., CRESTA, S., PALLINI, G. & SANTANTONIO, M., 1985 - Remarks on the Kimmeridgian - Lower Tithonian Am-

- monite biostratigraphy of two sections in the Central Apennines. *Newsletters on Stratigr.*, 15 (1): 28-36.
- CECCA, F., CRESTA, S., PALLINI, G. & SANTANTONIO, M., 1986 - Ammoniti e biostratigrafia del Dogger-Malm di Colle Tordina (Monti della Rossa, Appennino marchigiano). *Boll. Serv. Geol. Ital.*, 104 (1983-84): 177-204.
- CECCA, F., CRESTA, S., PALLINI, G. & SANTANTONIO, M., 1987 a - Le Lotharingien-Carixien de Gorgo a Cerbara (M. Nerone, Apennin des Marches): un exemple de passage d'un milieu de plate-forme carbonatée à un milieu pélagique. *Cahiers Inst. Catho. Lyon sér. sci.*, 1 - C.I.E.L. actes du 2.ème Coll. Int. sur le Lias: 57-66.
- CECCA, F., DOMMERGUES, J.-L., MOUTERDE, R. & PALLINI, G., 1987 b - Ammonites mésogéennes du Lotharingien de Gorgo a Cerbara (M. Nerone, Apennin des Marches). *Cahiers Inst. Catho. Lyon, sér. sci.* 1 - C.I.E.L., actes du 2.ème Coll. Int. sur le Lias: 67-82.
- CECCA, F. & SANTANTONIO, M., 1982 - Osservazioni preliminari sulla fauna ad ammoniti del Kimmeridgiano-Titonico di M. Lacerone (Sabina Appennino centrale). *Quad. Paleontol. Stratigr. Evol.*, 2: 63-69.
- CECCA, F. & SANTANTONIO, M., 1986 - Le successioni del Giurassico superiore dell'Appennino umbro-marchigiano-sabino: osservazioni sulla geologia e sulla biostratigrafia. In G. PALLINI, (ed.) Atti 1° Conv. "Fossili, Evoluzione, Ambiente", Pergola: 111-118.
- CECCA, F. & SANTANTONIO, M., in stampa - Kimmeridgian and Early Tithonian Ammonite assemblages in the umbria-marches-sabine Apennines (Central Italy). *Proc. II Int. Symp. on Jurassic Stratigr.*, Lisboa, 1987.
- CENTAMORE, E., CHIOCCHINI, M., DEIANA, G., MICARELLI, A. & PIERUCCINI, U., 1969 - Considerazioni preliminari in alcune serie mesozoiche dell'Appennino umbro-marchigiano. *Mem. Soc. Geol. Ital.*, 8 (3): 237-263.
- CENTAMORE, E., CHIOCCHINI, M., DEIANA, G., MICARELLI, A. & PIERUCCINI, U., 1971 - Contributo alla conoscenza del Giurassico dell'Appennino umbro-marchigiano. *Studi Geol. Camerti*, 1: 7-89.
- COLACICCHI, R., PASSERI, L. & PIALI, G., 1970 - Nuovi dati sul Giurese umbro-marchigiano ed ipotesi per un suo inquadramento regionale. *Mem. Soc. Geol. Ital.*, 9: 839-874.
- COLACICCHI, R. & PIALI, G., 1971 - Relationships between some peculiar features of jurassic sedimentation and paleogeography in the Umbro-Marchigiano basin (Central Italy). *Ann. Inst. Geol. Publ. Hung.*, 54 (2) (1969): 195-207.
- COLTORTI, M. & BOSELLINI, A., 1981 - Sedimentazione e tettonica nel Giurassico della dorsale marchigiana. *Studi Geol. Camerti*, 6: 13-21.
- CONTI, M.A. & MONARI, S., 1987 - A middle Jurassic bivalve and gastropod fauna from Umbria (Central Italy). *Geologica Rom.*, 23 (1984): 175-216.
- CRESTA, S., in stampa - Associations d'ammonites et biostratigraphie de l'Aalénien et du Bajocien inférieur des Apennins d'Ombrie-Marches (Italie Centrale). *Proc. II Int. Symp. on Jurassic Stratigr.*, Lisboa, 1987.
- CRESTA, S., CECCA, F., SANTANTONIO, M., PALLINI, G., BROENNIMANN, P., BALDANZA, A., COLACICCHI, R., MONACO, P., NOCCHI, M., PARISI, G. & VENTURI, F., in stampa, Stratigraphic correlations in the Jurassic of the Umbria-Marche Apennines (Central Italy). *Proc. II Int. Symp. on Jurassic Stratigr.*, Lisboa, 1987.
- CRESTA, S. & PALLINI, G., 1986 - Nuovi dati sulla biostratigrafia dei Calcari Nodulari a Filamenti (Calcari Nodulari del Bugarone, Giurassico) nella regione del M. Nerone (App. marchigiano): nota preliminare. In G. PALLINI (ed.) Atti 1° Conv. "Fossili, Evoluzione, Ambiente", Pergola, 1984: 85-87.
- CRESTA, S., PALLINI, G. & VENTURI, F., in prep. - Hammatoceratidi toarciati dell'Appennino umbro-marchigiano (Italia centrale).
- DOMMERGUES, J.-L., 1987 - L'évolution chez les *Ammonitina* du Lias moyen (Carixien-Domérien basal) en Europe occidentale. *Docum. Lab. Géol. Lyon*, 98: 1-297.
- DOMMERGUES, J.-L., FERRETTI, A., GÉCZY, B. & MOUTERDE, R., 1983 - Elements de corrélation entre faunes d'ammonites mésogéennes (Hongrie, Italie) et subboréales (France, Portugal) au Carixien et au Domérien inférieur. Précision sur la limite Carixien-Domérien en Mésogée. *Geobios*, 16 (4).
- DONOVAN, D.T., 1958 - The Ammonite Zones of the Toarcian (Ammonitico Rosso facies) of Southern Switzerland and Italy. *Eclogae Geol. Helv.*, 51 (1): 33-60.
- DONOVAN, D.T., 1987 - Evolution of the Arietitidae and their descendants. - *Cahiers Inst. Catho. Lyon, sér. sci.*, 1: 123-138. C.I.E.L. actes du 2.ème Coll. Int. sur le Lias, Lyon. *Cahiers Inst.*
- DOTT jr. R.H. & BOURGEOIS, J., 1982 - Hummocky stratification: significance of its variable bedding sequences. *Geol. Soc. Amer. Bull.*, 93: 663-680.
- ELMI, S., 1981a - Classification typologique et génétique des Ammonitico-Rosso et des faciès noduleux ou grumeleux: essai de synthèse. In A. FARINACCI & S. ELMI (eds.): *Proc. "Rosso Ammonitico Symp."*, Tecnoscienza, Roma: 233-249.
- ELMI, S., 1981b - Sédimentation rythmique et organisation séquentielle dans les Ammonitico Rosso et les faciès associés du Jurassique de la Méditerranée Occidentale. Interpretation des grumeaux et des nodules. In A. FARINACCI & S. ELMI (eds.): *Proc. Rosso Ammonitico Symp.* Tecnoscienza, Roma: 251-289.
- ELMI, S., ATROPS, F. & MANGOLD, C., 1973 - Les Zones d'ammonites du Domérien-Callovien de l'Algérie occidentale. Première partie: Domérien-Toarcien. *Doc. Lab. Fac. Sci. Lyon*, 61: 1-83.
- ENAY, R. & CECCA, F., 1986 - Structure et évolution des populations tithoniques du genre d'ammonites téthysien *Haploceras* Zittel, 1868. In G. PALLINI (ed.) Atti 1° Conv. "Fossili Evoluzione, Ambiente", Pergola, 1984: 37-61.
- ENAY, R. & GEYSSANT, J.R., 1975 - Faunes tithoniques des chaînes bétiques (Espagne méridionale). *Coll. Limite Jurassique-Crétacé*, Lyon-Neuchâtel, 1973. *Mém. B.R.G.M.*, 86: 39-55.
- FARINACCI, A., MALANTRUCCO, G., MARIOTTI, N. & NICOSIA, U., 1981a - Ammonitico Rosso facies in the framework of the Martani Mountains paleoenvironmental evolution during Jurassic. In A. FARINACCI & S. ELMI (eds.) *Proc. "Rosso Ammonitico Symp."*, Tecnoscienza, Roma: 311-334.
- FARINACCI, A., MARIOTTI, N., NICOSIA, U., PALLINI, G. & SCHIAVINOTTO, F., 1981b - Jurassic sediments in the umbromarch Apennines: an alternative model. In A. FARINACCI, S. & ELMI (eds.) *Proc. "Rosso Ammonitico Symp."*, Tecnoscienza, Roma: 335-398.
- FERNANDEZ-LOPEZ, S., 1985 - El Bajociense en la Cordillera Iberica. Tesis doctorales Univ. Complutense de Madrid: 1-850.
- FERRETTI, A., 1970 - Il limite Domeriano-Toarciano nei gruppi montuosi del Nerone e del Catria (Appennino marchigiano). *Riv. Ital. Paleontol. Stratigr.*, 76 (3): 445-462.
- FERRETTI, A., 1972 - Ricerche biostratigrafiche sul Domeriano del gruppo montuoso del Nerone (Appennino Marchigiano). *Riv. Ital. Paleontol. Stratigr.*, 78 (1): 93-130.
- FERRETTI, A., 1975 - Ricerche biostratigrafiche sul Sinemuriano-Pliensbachiano nella gola del F. Bosso (Appennino marchigiano). *Riv. Ital. Paleontol. Stratigr.*, 81 (2): 161-194.
- FÜRSICH, F.T., 1979 - Genesis, environments and ecology of Jurassic hard-ground. *N. Jb. Geol. Paläontol. Abh.*, 158 (1): 1-63.
- GALDENZI, S., 1986 - Megabrecce giurassiche nella dorsale marchigiana e loro implicazioni paleotettoniche. *Boll. Soc. Geol. Ital.*, 105: 371-382.
- GALLITELLI, M.F., 1970 - Ammoniti e stratigrafia del Toarciano umbro-marchigiano (Appennino Centrale). *Boll. Soc. Paleontol. Ital.*, 8 (1): 11-62.
- GÉCZY, B., 1966 - Ammonoides jurassiques de Csernye, Montagne Bakoni, Hongrie. part. I (Hammatoceratidae). *Geologica Hungarica, ser. Paleontol.* 34: 1-275.
- GÉCZY, B., 1967 - Ammonoides Jurassiques de Csernye, Montagne Bakony, Hongrie - Part II (excl. Hammatoceratidae). *Geologica Hungarica, ser. Palaeontol.* 35: 1-43.
- GÉCZY, B., 1984 - Toarcian ammonite Zones in the Gerecse Mountains, Hungary. *Proc. Int. Symposium on Jurassic Stratigr.*, Erlangen, 1984, 1: 218-226.

- GEYER, O.F., 1961 - Monographie der Perisphinctidae des Unteren Unterkimmeridgium (Weisser Jura, Badenerschichten) im Süddeutschen Jura. *Palaeontographica*, A, 117: 1-153.
- GIBBS, A.D., 1984 - Structural evolution of extensional basin margins. *Jour. Geol. Soc. London*, 141: 609-620.
- GIOVAGNOLI, M.C. & SCHIAVINOTTO, F., 1987 - Dati morfometrici su foraminiferi globigeriniformi del Bajociano-Kimmeridgiano di Colle Tordina (Appennino umbromarchigiano). *Boll. Soc. Paleont. Ital.*, 25 (2): 187-197.
- HALLAM, A., 1967 - Sedimentology and palaeogeographic significance of certain red limestones and associated beds in the Lias of the alpine region. *Scottish J. Geol.*, 3 (2): 195-220.
- HALLAM, A., 1978 - Eustatic cycles in the Jurassic. *Palaeogeogr. Palaeoclimatol. Palaeoecol.*, 23: 1-32.
- HAMBLIN, A.P. & WALKER, R.G., 1979 - Storm-dominated shallow marine deposits: the Fernie-Kootenay (Jurassic) transition, Southern Rocky Mountains. *Canad. J. Earth Sci.*, 16: 1673-1690.
- HEATH, K.C. & MULLINS, H.T., 1984 - Open-ocean, off-bank transport of fine-grained carbonate sediment in the Northern Bahamas. In D.A.V. STOW & D.J.W. PIPER (eds.): *Fine-grained sediments: deep water processes and facies*, Blackwell Sci. Publications: 190-208.
- IMMERZ, P., 1985 - Facies relationships in the Jurassic and lower Cretaceous pelagic limestones of the Monte Nerone area, province of Marche, Italy. Sedimentation on a submarine high. *Mitt. Bayer. Staatslg. paläont. hist. Geol.*, 25: 195-208.
- JACOBACCI, A., CENTAMORE, E., CHIOCCHINI, M., MALFERRARI, N., MARTELLI, G. & MICARELLI, A., 1974 - Note esplicative della Carta Geologica d'Italia, Foglio 290 "Cagli", scala 1:50.000, Ist. Poligrafico di Stato.
- JAMES, N.P. & MOUNTJOY, E.W., 1983 - Shelf-slope break in fossil carbonate platforms: an overview. In: *The shelf-break: critical interface on continental margins*. SEPM spec. Publ., 33: 189-206.
- JIMENEZ, A.P. & RIVAS, P., 1979 - El Toarciense en la zona Subbética. *Cuad. Geol.*, 10: 397-411.
- KÄLIN, O., 1980 - *Schizosphaerella punctulata* Deflandre & Dangeard: wall ultrastructure and preservation in deeper-water carbonate sediments of the Tethyan Jurassic. *Eclogae Geol. Helv.*, 73 (3): 983-1008.
- KÄLIN, O., PATACCA, E. & RENZ, O., 1979 - Jurassic pelagic deposits from southeastern Tuscany; aspects of sedimentation and new biostratigraphic data. *Eclogae Geol. Helv.*, 72 (3): 715-762.
- KÄLIN, O. & URETA, M.S., 1988 - El Lias superior y el Dogger inferior en Gorgo a Cerbara (Apennino central): aspectos bioestratigraficos y sedimentologicos. *Estudios geologicos* 43(5-6): 489-511.
- LE HÉGARAT, G., 1973 - Le Berriasien du Sud-Est de la France. *Doc. Lab. Géol. Lyon*, 43: 1-576.
- LINARES, A., 1979 - El Aalenense en la Zona Subbética. *Cuad. Geol.*, 10: 413-424.
- MALFAIT, B.T. & VAN ANDEL, T., 1980 - A modern oceanic hardground on the Carnegie Ridge in the eastern Equatorial Pacific. *Sedimentology*, 27: 467-496.
- MANNI, R. & NICOSIA, U., 1986 - *Crataegocrinus toniellii* n. sp. from the Dogger of the Central Apennines. *Boll. Soc. Pal. It.* 23 (1): 137-139.
- MANNI, R., & NICOSIA, U., 1987 - *Saccocomia vernioryi* n. sp., a new Saccocomid from the Upper Jurassic of the Central Italy. *Geologica Rom.* 23 (1984): 92-97.
- MARIOTTI, N., NICOSIA, U., PALLINI, G. & SCHIAVINOTTO, F., 1979 - Coralli e ammoniti nel Bajociano di Sasso di Pale (Umbria). Ulteriori prove di variazioni del livello del mare. *Geologica Rom.*, 18: 225-252.
- McKENZIE, D., 1978 - Some remarks on the development of sedimentary basins. *Earth Planet. Sci. Lett.*, 40: 25-32.
- MICARELLI, A., POTETTI, M. & CHIOCCHINI, M., 1977 - Ricerche microbiostratigrafiche sulla maiolica della regione umbromarchigiana. *Studi Geol. Camerti*, 3: 57-86.
- NICOSIA, U. & PALLINI, G., 1977a - Hermatypic corals in the Tithonian pelagic facies of Central Apennines. Evidences of Upper Jurassic sea-level changes. *Geologica Rom.*, 16: 243-261.
- NICOSIA, U. & PALLINI, G., 1977b - Ammonites and calcareous nannoplankton of the Toarcian "Rosso Ammonitico" in the exposures of M. La Pelosa (Terni, Central Apennines, Italy). *Geologica Rom.*, 16: 263-283.
- NIKOLOV, T., 1982 - Les ammonites de la famille Berriasellidae Spath, 1922. Tithonique supérieur-Bérriasien. *Edit. Acad. Bulg. Sci.*: 1-251.
- OLORIZ, F., 1978 - Kimmeridgiense-Tithonico inferior en el sector central de las Cordilleras Béticas (Zona Subbética). *Paleontologia. Bioestratigrafia. Tesis Doct. Univ. Granada*, 184: 1-758.
- PALLINI, G., 1982 - Una fauna a piccole ammoniti del Bajociano inferiore dell'Umbria meridionale. *Quad. Paleontol. Stratigr. Evol.*, 2: 129-130.
- PALLINI, G., 1986 - L'orizzonte a *Paltechioceras* del Lotharingiano superiore nella "Corniola" del M. Catria, Appennino marchigiano. In G. PALLINI (ed.) *Atti 1° Conv. Simp. "Fossili, Evoluzione, Ambiente"*, Pergola, 1984: 119-121.
- PALLINI, G. & SCHIAVINOTTO, F., 1981 - The Upper Jurassic coral assemblages in the umbro-marchean facies (Central Italy): a survey of their findings and palaeoecological meaning. In A. FARINACCI & S. ELMI (eds.), *Proc. "Rosso Ammonitico Symp."*, Roma, 1980. *Tecnoscienza*: 505-519.
- PALMER, A.R. (Coordinatore), 1983 - The decade of North American Geology 1983, *Geology time scale: Geology*, 11 (9): 503-504.
- PAROTTO, M. & PRATURLON, A., 1975 - Geological summary of the Central Apennines. In *Structural Model of Italy*, Quad. de "La ricerca Scientifica" C.N.R. ed., Roma, 90: 273-279.
- PAVIA, G., 1983 - Ammoniti e biostratigrafia del Bajociano inferiore di Digne (Francia SE, Dip. Alpes-Haute-Provence). *Monogr. Mus. Reg. Sci. Nat. Piemonte*, 2: 1-256.
- PAVIA, G., 1984 - Report of the Bajocian Working group. *Proc. 1° Int. Symp. on Jurassic Stratigr.*, Erlangen, 1984: 45-54.
- PAVIA, G., BENETTI, A. & MINETTI, C., 1987 - Il Rosso Ammonitico dei Monti Lessini Veronesi (Italia NE). Faune ad ammoniti e discontinuità stratigrafiche nel Kimmeridgiano inferiore. *Boll. Soc. Paleontol. Ital.*, 26 (1-2): 63-92.
- PIALLI, G., 1971 - Geologia delle formazioni giuresi dei monti ad Est di Foligno (Appennino umbro). *Geologica Roma*. 9: 1-30.
- PINNA, 1973 - La zona a Erbaense del Toarciano mediterraneo e la sua correlazione con la stratigrafia della provincia europea Nord-Occidentale. *Atti Soc. Ital. Sci. Nat. Museo Civ. Stor. Nat. Milano*, 114 (2): 93-124.
- PRINCIPI, P., 1921 - La Geologia del gruppo del Monte Catria e del Monte Nerone. *Boll. Soc. Geol. Ital.*, 40 (1-2): 51-85.
- READ, J.F., 1982 - Carbonate platforms of passive (extensional) continental margins: types, characteristics and evolution. *Tectonophysics*, 81: 195-212.
- REMANE, J., 1963 - Les Calpionelles dans les couches de passage du Jurassique au Crétacé en "fosse vocontienne". *Trav. Lab. Géol. Fac. Sci. Grenoble*, 39: 26-82.
- REMANE, J., 1974 - Les Calpionelles. *Cours de III cycle, Univ. Genève*: 1-58.
- REMANE, J., BAKALOVA-IVANOVA, D., BORZA, K., KNAUER, J., NAGY, I., POP GR. & TARDI-FILÁČZ, E., 1986 - Agreement on the subdivision of the standard calpionellid zone defined at the II° Planktonic Conference, Roma 1970. *Acta Geol. Hung.*, 29 (1-2): 5-14.
- SANDOVAL, J., 1983 - Bioestratigrafia y paleontologia (Stephanocerataceae y Perisphinctaceae) del Bajocense y Bathonense en las Cordilleras Béticas. *Tesis Doct. Univ. Granada*: 1-163.
- SANTANTONIO, M., 1986a - Ammoniti rare della famiglia Haploceratidae nel Malm dell'Appennino umbro-marchigiano-sabino. *Geologica Roma*. 22 (1983).
- SANTANTONIO, M., 1986b - *Simoceras volanense* (Oppel), *Simoceras aesinense* Meneghini e forme affini nel Tithonico inferiore dell'Appennino umbro-marchigiano. In G. PALLINI (ed.): *Atti 1° Conv. "Fossili, Evoluzione, Ambiente"*, Pergola, 1984, 11-35.

- SANTANTONIO, M., 1986c - Segnalazione di due importanti specie di ammoniti nei sedimenti titonici dell'Appennino umbromarchigiano. In G. PALLINI (ed.): Atti 1° Conv. "Fossili, Evoluzione, Ambiente", Pergola 1984, 69-71.
- SANTANTONIO, M., 1987 - Pelagic carbonate platforms in the geologic record: their genesis, patterns of sedimentation and evolutionary pathways. SEPM Midyear Meeting, Abstract, 4: 74.
- SCHLAGER, W., 1981 - The paradox of drowned reefs and carbonate platforms. Bull. Geol. Soc. Amer., 92 (1): 197-211.
- SCHLAGER, W. & JAMES, N.P., 1978 - Low-magnesian calcite limestones forming at the deep-sea-floor, Tongue of the Ocean, Bahamas. Sedimentology, 25: 675-702.
- SELLI, 1984 - Il bacino del Metauro. Giornale di Geologia, 24: 1-268.
- SPADA LAVINI, A. & ORSINI, G., 1855 - Quelques observations géologiques sur les Apennins de l'Italie centrale. Bull. Soc. Géol. France, sér. 2, 12: 1202-1230.
- STECKLER, M.S. & WATTS, A.B., 1978 - Subsidence of the Atlantic-Type continental margin off New York. Earth Plan. Sci. Letters, 41: 1-13.
- TAVERA, J.M., 1986 - Los ammonites del Tithonico superior-Berriasiense de la Zona Subbética (Cordilleras Béticas). Tesis Doct. Univ. Granada: 1-381.
- URETA, M.S., 1985 - Biostratigrafia y paleontología (Ammonitina) del Aaleniano en el sector nordoccidental de la Cordillera Iberica. Tesis Doct. Univ. Complutense Madrid: 1-452.
- VAI, G.B., 1980 - Sedimentary environment of Devonian pelagic limestones in the Southern Alps. Lethaia, v. 13, pp. 79-91.
- VAIL, P.R. & MITCHUM, R.M. jr., TODD, R.G., WIDMIER, J.M., THOMPSON, S. III, SANGREE, J.B., BUBB, J.N. & HATFIELD, W.G., 1977 - Seismic stratigraphy and global changes of sea level. In: Seismic stratigraphy - Applications to Hydrocarbon Exploration: Amer. Assoc. Petr. Geol. Mem., 26: 49-212.
- VENTURI, F., 1972a - Evoluzione dei gusci in "Hildoceratidae" e biostratigrafia del Toarciano al M. Serano (Umbria). Boll. Soc. Geol. Ital., 91: 25-35.
- VENTURI, F., 1972b - Ammoniti toarciane dei generi *Mercaticeras*, *Pseudomercaticeras*, *Crassiceras* e *Brodieia* (fam. Hildoceratidae) di M. Serano (Umbria Centrale) e M. Aspra (Umbria meridionale). Boll. Soc. Paleontol. Ital., 11 (2): 198-228.
- VENTURI, F., 1973 - La zona a Falcifer-Toarciano inferiore - del Monte dell'Eremita (Monteleone di Spoleto, Umbria Sud) e riflessi sulla biostratigrafia del Rosso Ammonitico Umbro. Boll. Soc. Geol. Ital., 92: 581-603.
- VENTURI, F., 1975 - Rapporti filitici e stratigrafici dei generi toarciani *Mercaticeras*, *Brodieia*, *Hildoceras*, *Phymatoceras*, *Chartroina*, dell'Appennino Centrale. Riv. Ital. Paleontol. Stratigr., 81 (2): 195-246.
- VENTURI, F., 1975b - *Rarenodia* nuovo genere di ammoniti (Sotofam. Hammatoceratinae Buckman 1887) del Toarciano inferiore "Rosso Ammonitico" umbro-marchigiano. Boll. Soc. Paleontol. Ital., 14 (1): 11-19.
- VENTURI, F., 1981a - Hammatoceratinae Buckman 1887, nel Toarciano medio "Rosso Ammonitico" umbro-marchigiano. Proposta di istituire *Praerycites* sottogenere nuovo di *Erycites* Gemmellaro 1886. Boll. Soc. Paleontol. Ital., 20 (1): 81-92.
- VENTURI, F., 1981b - Le "Rosso Ammonitico" du Toarcien inférieur dans quelques localités de l'Apennin de Marche-Ombrie. Conséquences sur la stratigraphie et la taxonomie des Ammonitina. In A. FARINACCI & S. ELMi (eds.) Proc. "Rosso Ammonitico Symp.", Tecnoscienza, Roma: 581-602.
- VENTURI, F., 1985 - Ammoniti liassici dell'Appennino Centrale (2a ed.), con un supplemento sugli ammoniti del Dogger. Città di Castello: 1-126.
- WERNICKE, B. & BURCHFIELD, B.C., 1982 - Modes of extensional tectonics. Journ. Struct. Geol., 4 (2): 105-115.
- WESTERMANN, G.E.G., 1984 - Gauging the duration of Stages: a new approach for the Jurassic. Episodes, 7 (2): 26-28.
- WINTERER, E.L. & BOSELLINI, A., 1981 - Subsidence and Sedimentation on Jurassic passive Continental margin, Southern Alps, Italy. Amer. Assoc. Petrol. Geol. Bull., 65: 394-421.
- ZITTEL, K.A., 1869 - Geologische Beobachtungen aus den Central-Apenninen. In Benecke Geognost.-Paläontol. Beiträge, 2: 91-178.
- ZITTEL, K.A., 1870 - Die Fauna der älteren cephalopodenführenden Tithonbildungen. Palaeontographica, Suppl., 1: 1-1

Tavola 1

Fig. 1, 2 *Asteroceras varians* Fucini

1 - Sezione del T. Bosso, Lotharingiano, Zona a Obtusum, Bo 37 x 0.7 (Museo di Paleontologia del Dip. di Scienze della Terra, Univ. di Roma).

2 - Calco in gesso di un'impronta rinvenuta sulla superficie dello strato 24 nella sezione Madonnina (T. Bosso); Lotharingiano, Zona a Obtusum, Bo 24 x 0.7 (Museo di Paleontologia del Dip. di Scienze della Terra, Univ. di Roma).

Fig. 3 *Peltolytoceras geronzii* (Bonarelli).

Sezione del T. Bosso, spezzone Acqua Minerale, Lotharingiano, Zona a Obtusum, Bo 31 x 0.7 (Museo di Paleontologia del Dip. di Scienze della Terra, Univ. di Roma).

Fig. 4 *Dumortieria meneghinii* (Zittel)

Sezione della Cava del Bugarone, Toarciano superiore, Zona a Meneghinii; fragmocono, x 0.95 (Coll. Rinaldini, Piobbico, es. r73).

Fig. 5 *Pleydellia subcompta* (Branco)

Sezione del Fosso del Presale, strato 10, Toarciano superiore Zona ad Aalensis, fragmocono, x 1.2 (Coll. Paleontol. Serv. Geol. Ital., es. SGI.C.1).

Fig. 6 *Tmetoceras scissum* (Benecke)

Sezione dell'Infernaccio, strato 19, Aaleniano inferiore, Zona a Opalinum, x 1 (Coll. Paleontologiche Serv. Geol. Ital., es. SGI.C.2).

Fig. 7 *Leioceras comptum* (Reinecke)

Sezione dell'Infernaccio, strato 15, Aaleniano inferiore, Zona a Opalinum, fragmocono, x 1.2 (Coll. Paleontologiche Serv. Geol. Ital., es. SGI.C.3.).

Le frecce indicano l'inizio della camera d'abitazione

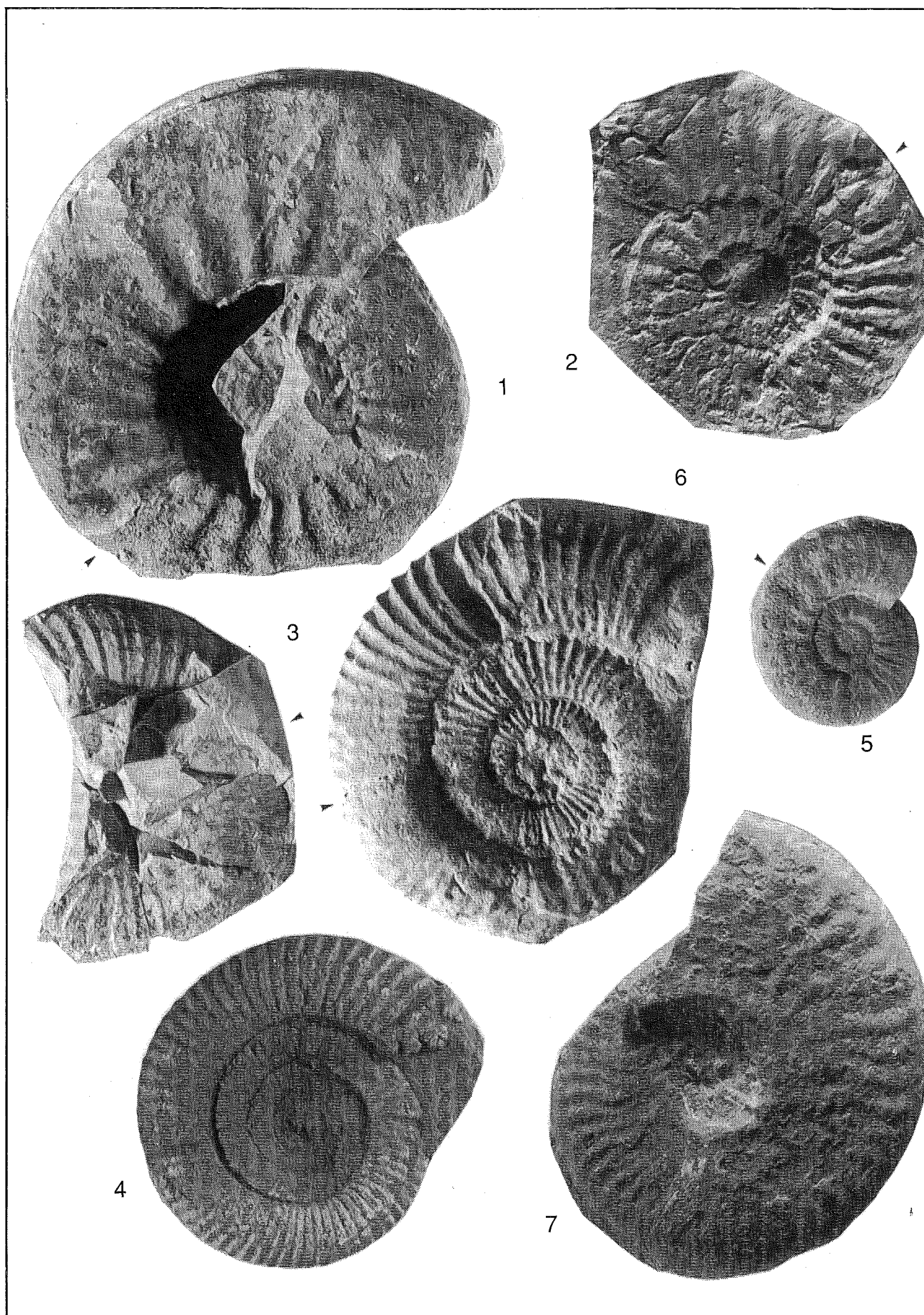


Tavola 2

- Fig. 1 *Planammatoceras* gr. *planinsigne* (Vacek)
Sezione del Fosso del Presale, strato 32, Aaleniano medio, Zona a Murchisonae; fragmocono, x 1 (Coll. Paleontologiche Serv. Geol. Ital., es SGI.C.5).
- Fig. 2 *Erycites fallifax* Arkell
Sezione dell'Infernaccio, strato 25, Aaleniano medio, Zona a Murchisonae, x 1.2 (Coll. Paleontologiche Serv. Geol. d'Ital., es SGI.C.6.)
- Fig. 3 *Bradfordia helenae* Renz
Sezione di Campo al Bello, Bajociano inferiore, Zona a Laeviuscula; fragmocono, x 1 (Coll. Paleontologiche Serv. Geol. Ital., ec. S.G.I.C. 87).
- Fig. 4 *Strigoceras strigifer* (Buckman)
Sezione del Fosso del Presale, strato 72, Bajociano inferiore, Zona a Laeviuscula; fragmocono, x 1 (Coll. Paleontologiche Serv. Geol. Ital., ess. SGI C. 104).

Le frecce indicano l'inizio della camera d'abitazione

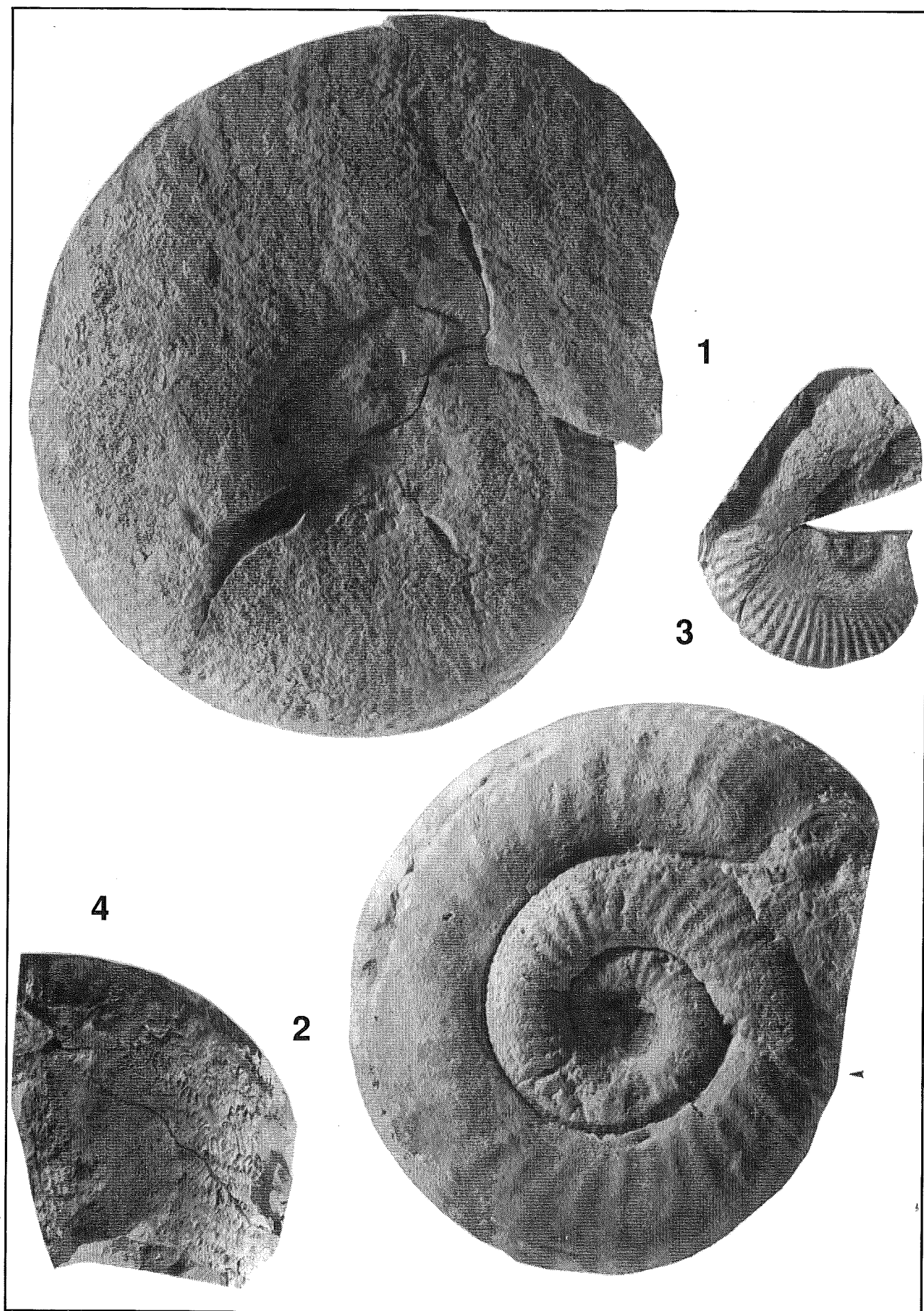


Tavola 3

- Fig. 1 *Euaptetoceras amaltheiforme* (Vacek) Sezione dei Ranchi, erratico, x 1 (Coll. Paleontologiche Serv. Geol. d'Ital., es SGI.C.7).
- Fig. 2 *Pseudaptetoceras klimakomphalum* (Vacek)
Sezione della Cava Bugarone, Aaleniano superiore, Zona a Concavum; fragmocono, x 1 (Coll. Rinaldini, Piobbico)
- Fig. 3 *Praestrigites deltatus* (Buckman)
Sezione di Campo al Bello, erratico, Bajociano inferiore, Zona a Discites, x 1 (Coll. Paleontologiche Serv. Geol. d'Ital., es SGI.C.8).
- Fig. 4 *Fissiloboceras* cfr. *fissilobatum* (Waagen)
Sezione dell'Infernaccio, strato 45, Bajociano inferiore, Zona a Laeviuscula; fragmocono, x 0.4 (Coll. Paleontologiche Serv. Geol. d'Ital., es SGI.C.9).

Le frecce indicano l'inizio della camera d'abitazione

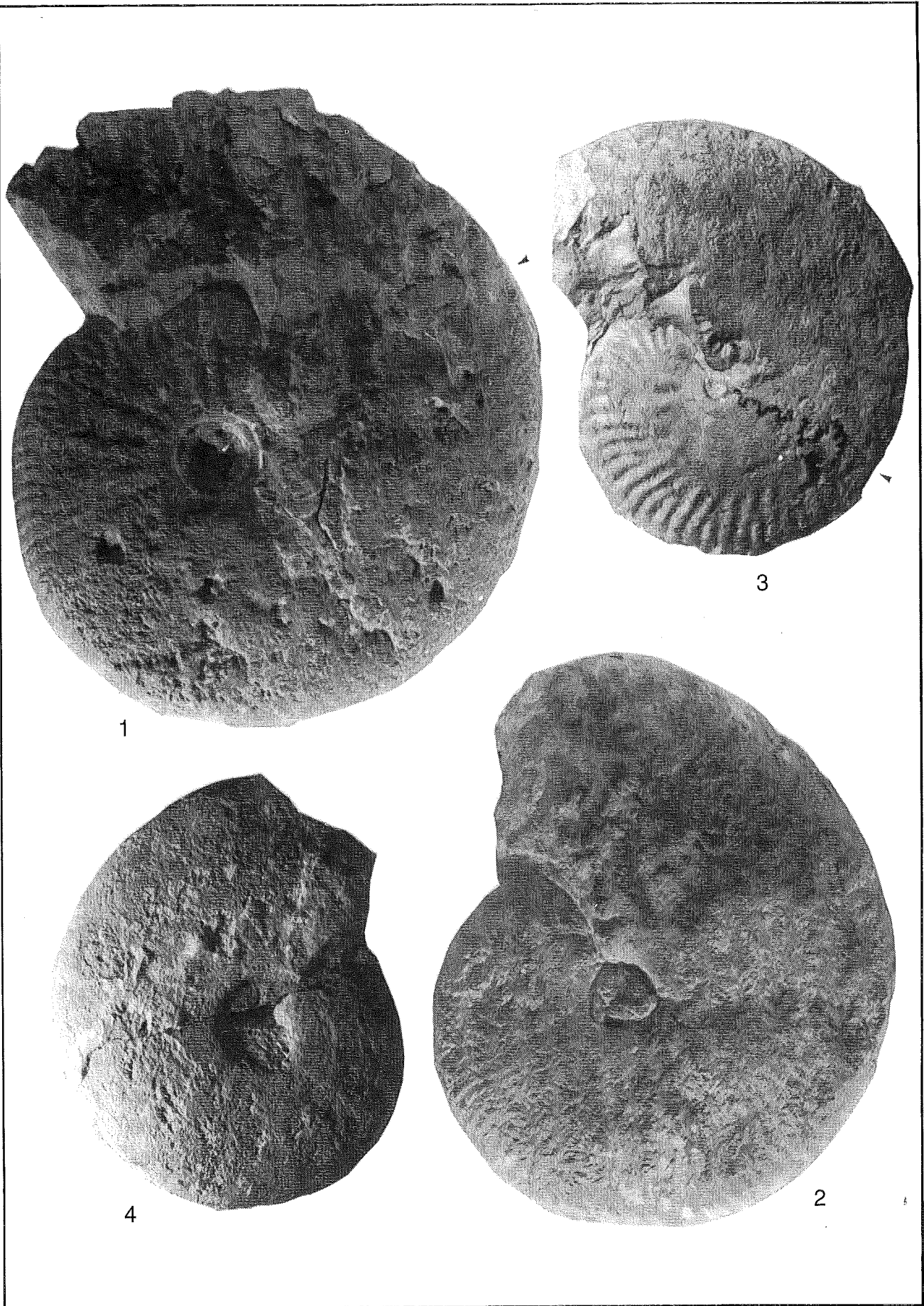


Tavola 4

- Fig. 1 *Hebetoxyites incongruens* Buckman
Sezione dell'Infernaccio, erratico, Bajociano Inferiore, Zona a Laeviuscula, x 1.4 (Coll. Bartolucci, Apecchio).
- Fig. 2 *Emileia contrabens* Buckman
Sezione dei Ranchi, erratico, Bajociano inferiore, Zona a Sauzei, x 0.4 (Coll. Rinaldini, Piobbico, es. r55).
- Fig. 3 *Labyrinthoceras meniscum* (Waagen)
Sezione dei Ranchi, erratico, Bajociano inferiore, Zona a Sauzei, x 1 (Coll. Rinaldini, Piobbico, es. r33).
- Fig. 4 *Stephanoceras pyritosum* (Quenstedt)
Sezione dei Ranchi, erratico, Bajociano inferiore, Zona a Humphriesianum, fragmocono, x 0.8 (Coll. Rinaldini, Piobbico, es. r36).

Le frecce indicano l'inizio della camera d'abitazione

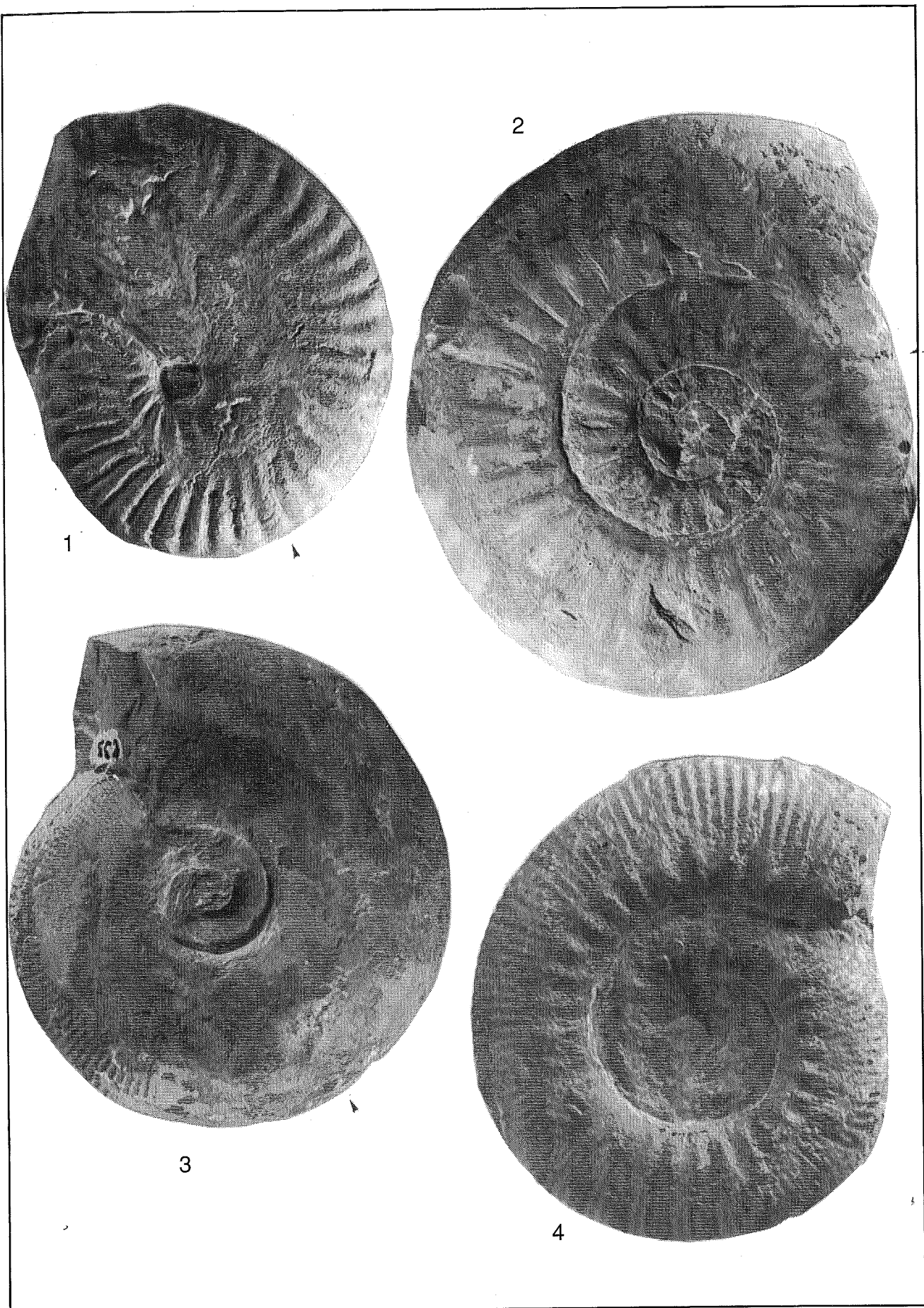


Tavola 5

- Fig. 1 *Stemmatoceras frechi* Renz
Sezione del Fosso Pisciareello, Bajociano inferiore, Zona a Humphriesianum, x 0.7 (Coll. Bartolucci, Apecchio).
- Fig. 2 *Nebroditis (Mesosimoceras) cavouri* (Gemmellaro)
Sezione di Collungo, strato 3b, Kimmeridgiano superiore, Zona a Cavouri, x 0.72 (Coll. Paleontologiche del Serv. Geol. d'Ital., es. SGI.S.51).
- Fig. 3 *Hybonoticeras* gr. *hybonotum* (Oppel)
Sezione dell'Infernaccio, strato 1, Titonico inferiore, Zona a Hybonotum, x 0.7 (Coll. Paleontologiche Serv. Geol. d'Ital. es. SGI.S.56).
- Fig. 4 *Virgatosimoceras albertinum* (Catullo)
Sezione dell'Infernaccio, strato 2, Titonico inferiore, Zona a Darwini, x 0.68 (Coll. Paleontologiche Serv. Geol. d'Ital., es. SGI.S.53).

Le frecce indicano l'inizio della camera d'abitazione

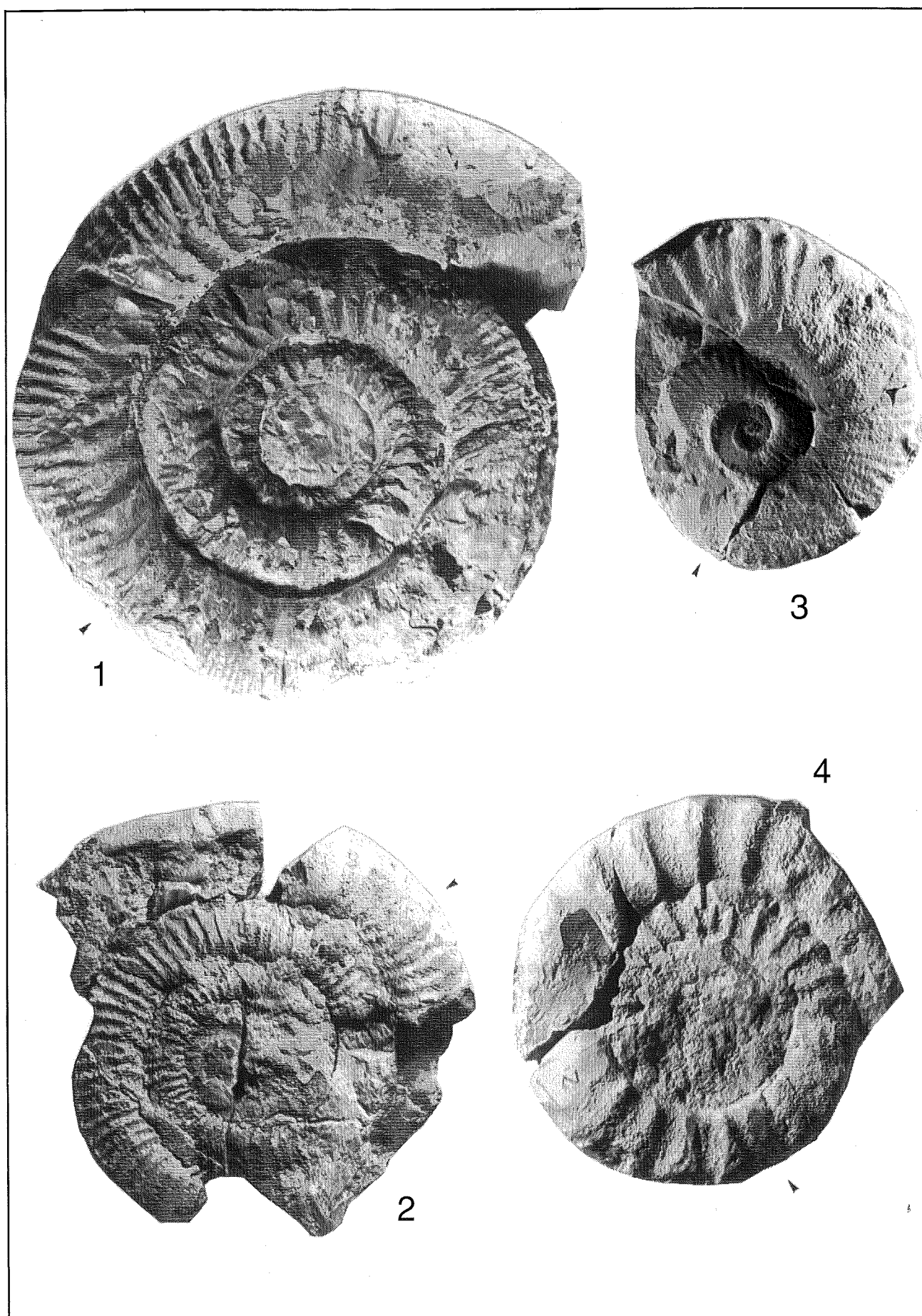


Tavola 6

- Fig. 1 *Taramelliceras (Parastreblites) cfr. hoelderi* Donze et Enay
Sezione del Fosso del Presale, Titonico inferiore, Zona a Darwini; fragmocono, x 1.2 (Coll. Paleontologiche Serv. Geol. d'Ital., es. SGI.S.54).
- Fig. 2 *Substreblites zonarius* (Oppel)
Sezione del Fosso Bugarone, strato 8a, Titonico inferiore, passaggio Zona a Darwini-Zona a Semiforme; fragmocono, x 0.94 (Coll. Paleontologiche Serv. Geol. d'Ital., es. SGI.F.136).
- Fig. 3 *Haploceras (Volanites) veruciferum* (Zittel)
Sezione del Fosso Bugarone, strato 13, Titonico inferiore, Zona a Semiforme, x 0.9 (Coll. Paleontologiche Serv. Geol. d'Ital., es. SGI.F.137).
- Fig. 4 *Semiformiceras semiforme* (Oppel)
Sezione della Cava Bugarone, strato 16, Titonico Inferiore, Zona a Semiforme, x 1 (Coll. Paleontologiche Serv. Geol. d'Ital., es. SGI.S.55).
- Fig. 5 *Streblitinae* sp.
Sezione della Cava Bugarone, strato 18, Titonico inferiore, passaggio Zona a Semiforme, Zona a Fallauxi; fragmocono, x 1.2 (Coll. Paleontologiche Serv. Geol. d'Ital., es. SGI.S.50).
- Fig. 6 *Fauriella (Strambergella) cfr. carpathica* (Zittel)
Sezione di Campo al Bello, Berriasiano inferiore, base della Zona a Calpionella = Zona a Jacobi; camera di abitazione, x 1 (Coll. Paleontologiche Serv. Geol. d'Ital., es. SGI.F.93).
- Fig. 7 *Jabronella* aff. *paquieri* (Simionescu)
Sezione del Fosso Piasciarello, Berriasiano medio, passaggio tra la zona a Calpionella e la Zona a Calpionellopsis, camera di abitazione, x 1 (Coll. Paleontologiche Serv. Geol. d'Ital., es. SGI.F.131).

Le frecce indicano l'inizio della camera d'abitazione

