

G. VANNUCCI (*), M. PIAZZA (*), P. PASTORINO (*), P. FRAVEGA (*)

LE FACIES A CORALLI COLONIALI E RODOFICEE CALCAREE DI ALCUNE SEZIONI BASALI DELLA FORMAZIONE DI MOLARE (OLIGOCENE DEL BACINO TERZIARIO DEL PIEMONTE, ITALIA NORD-OCCIDENTALE) (**)

Riassunto - L'evento trasgressivo, che nel corso dell'Oligocene ha portato alla progressiva individuazione dell'area bacinale marina del Bacino Terziario del Piemonte (B.T.P.), è spesso rivelato dallo sviluppo di piccole comunità ricifali a coralli costruttori, macroforaminiferi ed alghe rodoficee.

L'analisi degli aspetti litostratigrafici e sedimentologici e della composizione e del significato paleoecologico delle flore e faune contenute ha permesso di ricostruire i paleoambienti di quegli antichi sistemi deposizionali; inoltre il confronto tra le associazioni algali riconosciute nelle varie situazioni analizzate ha consentito di formulare alcune ipotesi autoecologiche relative ad alcuni taxa di corallinacee. *Lithothamnion moretii* e *Lt. cf. moretii* (considerati unitamente), *Mesophyllum fructiferum* e *Spongyites albanensis*, elencati in ordine di importanza decrescente, sono le specie più frequenti nelle sei sezioni presentate. È però risultato come soprattutto *Lithothamnion moretii*, *Lt. cf. moretii* e *Mesophyllum fructiferum* diventino meno significativi in situazioni dove prevalgono generi più tipicamente eliofili.

Anche se quantitativamente presenti in minore percentuale, è stato possibile formulare alcune ipotesi autoecologiche anche per *Lithothamnion tectifons* e per *Mesophyllum cf. rigidum*. Per il primo è stata supposta una nicchia ecologica diversa rispetto a quella degli standards del genere *Lithothamnion*, mentre per il secondo è stato ipotizzato che potesse assumere il ruolo di colonizzatore di fondi mobili.

Parole chiave - Paleoecologia, litostratigrafia, rodoficee calcaree, Oligocene, Bacino Terziario del Piemonte.

Abstract - *Corals and calcareous rhodophycean facies from some basal sections of the Molare Formation (Oligocene, Tertiary Piedmont Basin, NW Italy)*. During the Oligocene, the northern border of the Ligurian Alps was flooded by the sea of the Tertiary Piedmont Basin.

The Molare Formation is an important lithostratigraphic unit of the Tertiary Piedmont Basin and it is composed of non-marine to transgressive sediments. The basal portion of this formation is chiefly represented by alluvial fan and fan delta deposits.

In the Molare Formation the main transgressive event is often marked by the development of reef communities, mainly composed of corals, larger foraminifera and rhodophycean algae.

In this paper six sections of the basal Molare Formation are analysed in respect to lithostratigraphy, sedimentology, biostratigraphy, palaeontology, and palaeoecology. On the basis of palaeoecological meaning of the corals and larger foraminifera faunas and red calcareous algae, a

paleoenvironmental scenario is depicted for each section. The paleoenvironments share a common setting of inner to middle neritic, tropical or sub-tropical, oceanic waters, but they differ in terms of paleodepth, energy and sedimentation rate.

The comparisons between the algal assemblage found in the levels of the sections, suggest some hypotheses about the autoecology of some algal species. *Lithothamnion moretii* together to the related *Lt. cf. moretii* and *Mesophyllum fructiferum* seem to be negatively correlated to heliophilic conditions. The presence of *Spongyites albanensis* in almost all the studied associations indicates that this species might have a wide ecological range. *Lithothamnion tectifons* is highly positively correlated with shallow heliophilic taxa and thus it is likely regarded as a shallow reefal environment element. Finally, the crustose-laminar *Mesophyllum cf. rigidum* that occurs only in the siliciclastic strata interbedded in reefal framestones, might have been an important role in the hardening of soft loose coarse sandy bottom.

Key words - Palaeoecology, lithostratigraphy, calcareous Rhodophyceae, Oligocene, Tertiary Piedmont Basin.

INTRODUZIONE ED INQUADRAMENTO GEOLOGICO

Questo lavoro esamina alcune successioni sedimentarie terrigene e le relative associazioni a coralli coloniali e rodoficee calcaree appartenenti al ciclo trasgressivo oligocenico del Bacino Terziario del Piemonte (B.T.P.). Si tratta di un contributo che raccoglie il frutto di indagini condotte a più riprese in diversi punti del B.T.P. e che vuole essere un primo tentativo di correlazione paleoecologica e di interpretazione autoecologica dei più ricorrenti gruppi di rodoficee calcaree.

Lo studio delle varie successioni stratigrafiche qui presentate è stato condotto, oltre che dagli autori, anche da diversi collaboratori che verranno di volta in volta specificati.

Nella descrizione litostratigrafica delle varie sezioni verranno presi in considerazione tutti i livelli individuati durante il lavoro di campagna. Nella trattazione paleoecologica l'attenzione sarà incentrata esclusivamente sugli orizzonti in cui è stato possibile evidenziare una concomitante presenza di coralli costruttori e rodoficee calcaree e su quelli a questi

(*) Dipartimento di Scienze della Terra dell'Università di Genova, Corso Europa, 26, 16132 Genova.

(**) Lavoro realizzato con il finanziamento MURST 40%.

immediatamente soprastanti (rappresentanti le fasi di soffocamento degli insediamenti bioermali) e sottostanti (rappresentanti potenzialmente le fasi di stabilizzazione dei fondali, necessarie per lo sviluppo delle colonizzazioni stesse), quando costituiti da sedimenti clastici a rodofee calcaree e/o macroforaminiferi.

Le ricostruzioni paleoecologiche qui presentate si basano essenzialmente sulle faune a coralli ed a macroforaminiferi e sulle flore a rodofee calcaree. Generalmente le colonie di corallo rinvenute sono tanto ricristallizzate da rendere spesso impossibile una sicura identificazione a livello generico o specifico: in questi casi si è proceduto concentrando l'attenzione sulle loro morfologie di crescita, distinguendole in accordo con gli schemi proposti da James (1983, 1984).

Nelle varie zone studiate la trasgressione interessa i margini interni del Gruppo di Voltri ed è rappresentata da una successione terrigena di tipo «fining upward» (Formazione di Molare, Oligocene), generalmente caratterizzata da una sezione clastica basale grossolana (prevalentemente conglomeratica con intercalazioni arenaceo sabbiose) che passa verso l'alto ad alternanze di conglomerati fini ed arenarie ed infine a silt-marnosi e marne siltose (riferibili alla Formazione di Rocchetta, Oligocene superiore-Miocene inferiore).

Per un esaustivo quadro degli eventi geologici relativi a questa zona e più in generale al B.T.P. si rimanda a Gelati e Gnaccolini (1982, 1988), Giammarino (1984), Biella *et al.* (1987), Piazza (1989), Gnaccolini *et al.* (1990), Miletto e Polino (1992), Falletti *et al.* (1995).

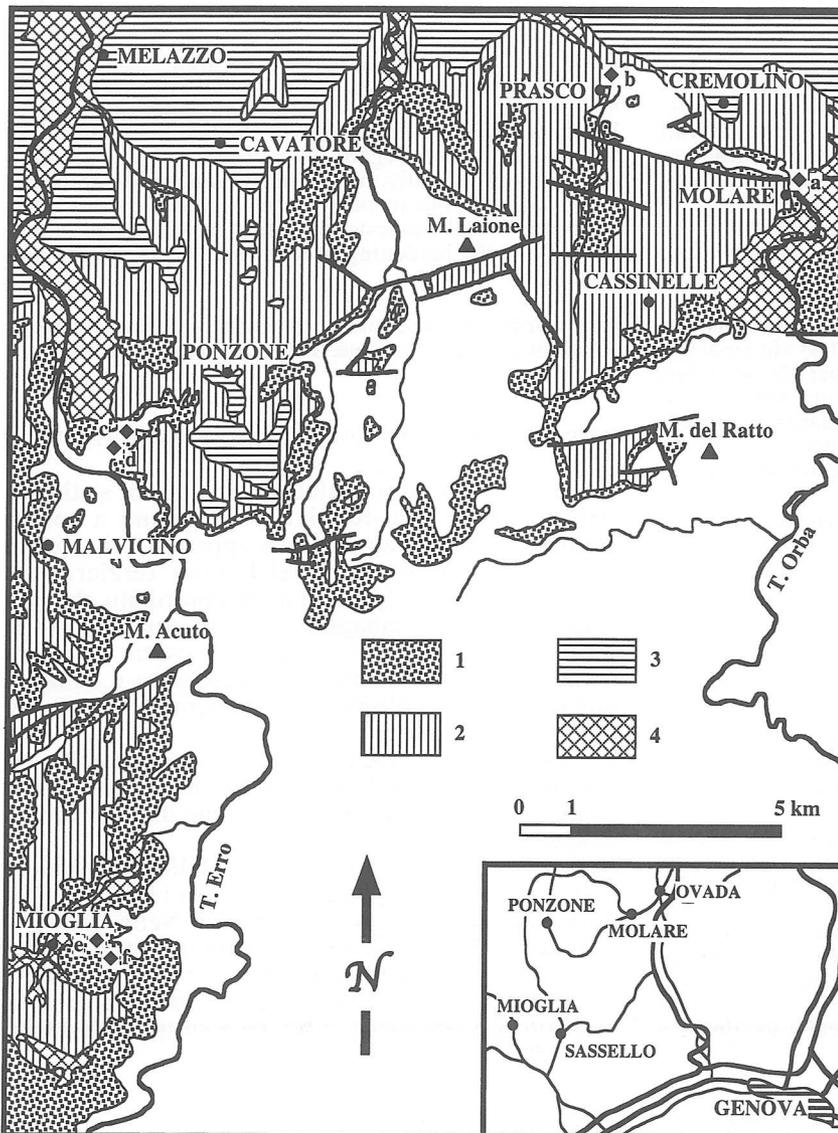


Fig. 1 - Schema geologico del settore del B.T.P. (da Lorenz, 1968, ridisegnato e modificato) in cui sono ubicate le sezioni descritte in questo lavoro. La Formazione di Pianfolco e delle Breccie di Costa Cravara non sono state distinte. 1: Formazione di Molare (Oligocene); 2: Formazione di Rocchetta (Oligocene sup.-Miocene inf.); 3: Formazione di Visone e Formazione di Cremolino (Miocene inf.); 4: Depositi alluvionali (Quaternario); in bianco è rappresentato il substrato (Gruppo di Voltri). Il simbolo \blacklozenge indica l'ubicazione delle diverse sezioni litostratigrafiche; a: Sezione di Molare; b: Sezione di Prasco; c: Sezione 2 di Cascine Fornaca; d: Sezione 1 di Cascine Fornaca; e: Sezione di Mioglia Tagliarina; f: Sezione di Bosco della Chiesa.

METODI DI STUDIO

Il materiale fossile studiato proviene da rocce ben litificate che rendevano impossibile il campionamento necessario per una analisi volumetrica.

La campionatura destinata alle indagini paleoecologiche è stata condotta raccogliendo tutti i talli di rodoficee calcaree visibili sulla testata di strato (normalmente per una distanza lineare di non più di 2 m, vista anche la limitata estensione areale degli affioramenti) e circa trenta esemplari per tipo morfologico di macroforaminiferi. La frequenza delle diverse morfologie delle colonie di corallo è stata direttamente stimata sull'affioramento.

Le sezioni sottili hanno interessato tutti i talli, o gruppi di talli, presenti nei vari campioni e un numero di campioni di macroforaminiferi sufficiente per riconoscere, nei limiti imposti dalla cattiva conservazione, tutti i taxa presenti.

Le osservazioni sui microforaminiferi sono state condotte utilizzando le sezioni sottili eseguite sia per le rodoficee sia per i macroforaminiferi.

L'indagine in sezione sottile sui macroforaminiferi ha poi fornito anche le indicazioni biostratigrafiche. L'analisi paleoecologica, essendo basata su un numero di campioni e di sezioni sottili variabile da livello a livello, è stata di tipo semiquantitativo.

LA SEZIONE DI MOLARE

(Con il contributo di D. Liguori)

Questa sezione (Figg. 1, 2, Tab. 1) affiora ad SE della località di Molare, sulla riva sinistra del torrente Orba, per una potenza complessiva di circa 14 m ed è riferibile alla parte basale della Formazione di Molare; le rocce a substrato sono parte del complesso poli-metamorfico e polideformato del Gruppo di Voltri. Franceschetti (1967) si interessa degli affioramenti qui presi in esame e li riferisce alla «Zona a dominante arenaceo-conglomeratica» del Membro del Torrente Orba della Formazione di Molare, attribuendo loro una età oligocenica. L'Autore descrive, in modo schematico, due sezioni stratigrafiche distanti fra loro poche decine di metri, che evidenziano la forte variabilità laterale della potenza dei diversi orizzonti sedimentari. Franceschetti (1967) interpreta questi corpi sedimentari come transizionali fra zone di paleorilievo (Bric Mazzapiede) e di basso soggetto a grandi apporti fluviali di ambiente deltizio. Lorenz (1968) cita questa sezione individuando una coltre sedimentaria che riposa direttamente sulle metamorfite del Gruppo di Voltri che ritiene formassero, in questo settore, un paleorilievo. L'Autore interpreta la successione conglomeratica come «... correspondant à la base de la série marine transgressive ou à un

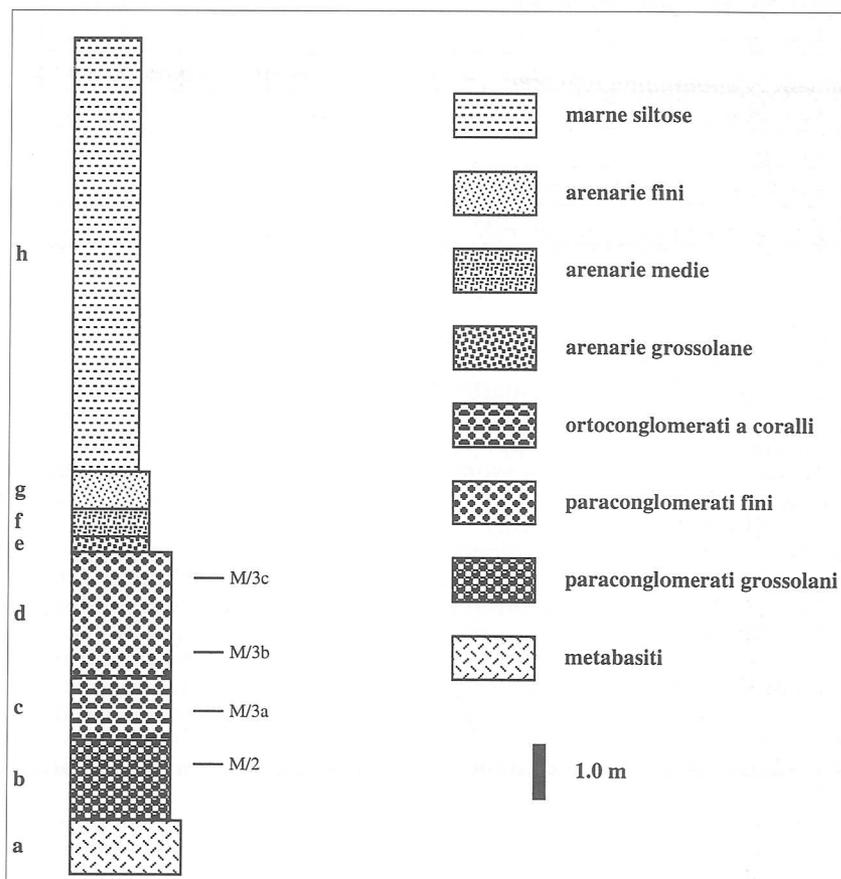


Fig. 2 - Colonna litostratigrafica della sezione di Molare.

Tab. 1 - Frequenza delle specie e dei generi di Corallinales nei diversi livelli della sezione di Molare. n: numero di talli di Corallinales o di segmenti di corallinacee articolate rinvenuti nei campioni dei vari livelli; %: valore di n espresso percentualmente.

Sezione di Molare	Livelli	c		d		Generi	%	%
		n	%	n	%			
<i>Lithophyllum perrandoi</i> Airoldi, 1932				1	1.3	<i>Lithophyllum</i>	2.2	13.2
<i>Lithophyllum</i> cf. <i>perrandoi</i> Airoldi, 1932				1	1.3	<i>Leptolithophyllum</i>	11.1	4.0
<i>Lithophyllum</i> cf. <i>quadrangulum</i> Lemoine, 1934				1	1.3	<i>Titanoderma</i>		4.0
<i>Lithophyllum contii</i> Mastroiilli, 1966	1	1.1	6	8.0	<i>Lithoporella</i>	12.2		
<i>Lithophyllum intumescens</i> Mastroiilli, 1968	1	1.1	1	1.3	<i>Spongites</i>	4.4	9.4	
<i>Leptolithophyllum</i> cf. <i>rusticellum</i> Airoldi, 1932	10	11.1	3	4.0	<i>Lithothamnion</i>	20.0	24.0	
<i>Titanoderma nitida</i> Johnson, 1957			3	4.0	<i>Mesophyllum</i>	30.1	21.4	
<i>Lithoporella minus</i> Johnson, 1964	11	12.2			<i>Jania</i>		8.0	
<i>Spongites albanensis</i> (Lemoine) Braga et al., 1993	4	4.4	3	4.0	<i>Sporolithon</i>	20.0	16.0	
<i>Spongites</i> sp. A			4	5.4				
<i>Lithothamnion peleense</i> Lemoine, 1917	6	6.7	3	4.0				
<i>Lithothamnion moretii</i> Lemoine, 1927	9	10.0	7	9.3				
<i>Lithothamnion</i> cf. <i>obstrusum</i> Airoldi, 1932			4	5.4				
<i>Lithothamnion crispithallus</i> Johnson, 1957			3	4.0				
<i>Lithothamnion pianfolchi</i> Mastroiilli, 1968	3	3.3						
<i>Lithothamnion tectifons</i> Mastroiilli, 1968			1	1.3				
<i>Mesophyllum fructiferum</i> Airoldi, 1932	22	24.5	12	16.0				
<i>Mesophyllum roveretoi</i> Conti, 1943	5	5.6	4	5.4				
<i>Jania nummulitica</i> Lemoine, 1927			1	1.3				
<i>Jania elongata</i> Ishijima, 1960			4	5.4				
<i>Jania</i> sp.			1	1.3				
<i>Sporolithon oulianovii</i> Pfender, 1926	4	4.4	6	8.0				
<i>Sporolithon stattiense</i> Airoldi, 1932	14	15.6	6	8.0				

équivalent réduit du complexe conglomératique continental ...» e la riferisce allo «Stampien moyen»; a questo primo corpo sedimentario fa seguire una successione marnosa che data allo «Stampien moyen-superieur» (Lorenz, 1968, pp. 409-410).

Dal basso verso l'alto si possono osservare:

a) Metabasiti.

– Superficie di nonconformity

b) Paraconglomerato grossolano (potenza variabile fra 1.10 e 1.50 m - Fig. 3) a matrice arenacea. Lo scheletro è costituito da ciottoli prevalentemente di serpentinoscisti, metagabbri, prasiniti e subordinatamente di calcescisti, arrotondati o notevolmente appiattiti, di dimensioni molto variabili (in genere fra 15 e 25 cm), occasionalmente si possono osservare anche elementi di dimensioni metriche. I ciottoli sono sporadicamente colonizzati da colonie coralline fortemente ricristallizzate e da talli di rodoficee calcaree molto mal conservate, tanto da risultare non identificabili.

– Contatto netto, erosivo

c) Ortoconglomerato fine (1.20 m - Fig. 3) a cemento calcitico, con clasti scarsamente arrotondati di calcescisti, serpentinoscisti, quarzo, calcite. Sono presenti inoltre, molto frequentemente, granuli di glauconite che possono presentarsi sia come aggregati microcristallini sia come riempimento, parziale o totale, di microfossili. La frazione fossile è costituita da coralli, frammenti di lamellibranchi (soprattutto ostriche), resti di echinidi, serpulidi, briozoi (molto abbondanti) e foraminiferi, tra cui miliolidi, textularidi, rotalidi, *Amphistegina*, *Nummulites* ed *Operculina*. Va notato che amphistegine ed operculine sono molto abbondanti mentre le nummuliti sono assai rare. Le colonie coralline, in posizione di vita, generalmente hanno habitus tabular, encrusting o hemispherical (*sensu* James, 1983; 1984), e tali colonizzazioni non evolvono mai sino a formare vere e proprie strutture bioermali. Sono inoltre presenti rodoficee calcaree ascrivibili alle specie: *Lithophyllum contii*, *Lp. intumescens*, *Leptolithophyllum* cf. *rusticellum*, *Lithoporella minus*, *Spongites albanensis*, *Lithotham-*



Fig. 3 - Rodoficee e coralli che incrostano i grandi ciottoli del conglomerato, parte sommitale del livello b e basale del livello c della sezione di Molare.

nion peleense, *Lt. moretii* (Tav. I, fig. a), *Lt. pianfolchi*, *Mesophyllum fructiferum* (Tav. I, fig. c), *Mp. roveretoi*, *Sporolithon oulianovii*, *Sp. statiellense* e *Peyssonnelia antiqua*.

– Contatto sfumato

d) Paraconglomerato fine (2.30 m) a gradazione diretta, con matrice arenacea fine e con intercalazioni lenticolari di paraconglomerati da medi a grossolani. Lo scheletro è formato da clasti arrotondati di serpentiniti, calcescisti, prasiniti, metagabbri, quarzo, calcite (nella matrice si riconoscono inoltre granuli monomineralici di miche, epidoti, clorite, glauconite, ossidi). Il contenuto fossile è costituito da frammenti di coralli, pettinidi, serpulidi, briozoi, resti di echinidi, foraminiferi, tra cui miliolidi, rotalidi, textularidi, *Amphistegina* (molto abbondante), piccole *Nummulites*, *Operculina* (molto abbondante), e rodoficee calcaree. L'associazione algale è formata sia da specie incrostanti sia da corallinacee articolate, sono state riconosciute le seguenti specie: *Lithophyllum perrandoi*, *Lp. cf. perrandoi*, *Lp. intumescens*, *Lp. contii*, *Lp. cf. quadrangulum*, *Leptolithophyllum cf. rusticellum*, *Titanoderma nitida*, *Spongites albanensis*, *S. sp. A*, *Lithothamnion peleense*, *Lt. moretii*, *Lt. crispithallus*, *Lt. tectifons*, *Lt. cf. obstrusum*, *Mesophyllum fructiferum*, *Mp. roveretoi*, *Jania nummulitica*, *J. elongata*, *J. sp.*, *Sporolithon oulianovii* (Tav. I, fig. d) e *Sp. statiellense*.

– Contatto sfumato

e) Arenaria grossolana (0.30 m), mal classata, granulo-portante, con scheletro formato da clasti arrotondati di serpentiniti, calcescisti, prasiniti, metagabbri, quarzo, calcite, miche, epidoti, clorite, glauconite, ossidi. Si tratta di un orizzonte fortemente bioturbato e con un contenuto fossile costituito da frammenti di ostriche e pettinidi (tra i quali è molto frequente *Pecten arcuatus*), resti di echinidi, briozoi (molto abbondanti), serpulidi, frammenti di crostacei, foraminiferi (tra i quali miliolidi, textularidi, rotalidi,

Amphistegina, piccole *Nummulites*, *Operculina complanata* (quest'ultima specie è presente con numerosissimi esemplari) e rari talli di rodoficee calcaree.

– Contatto sfumato

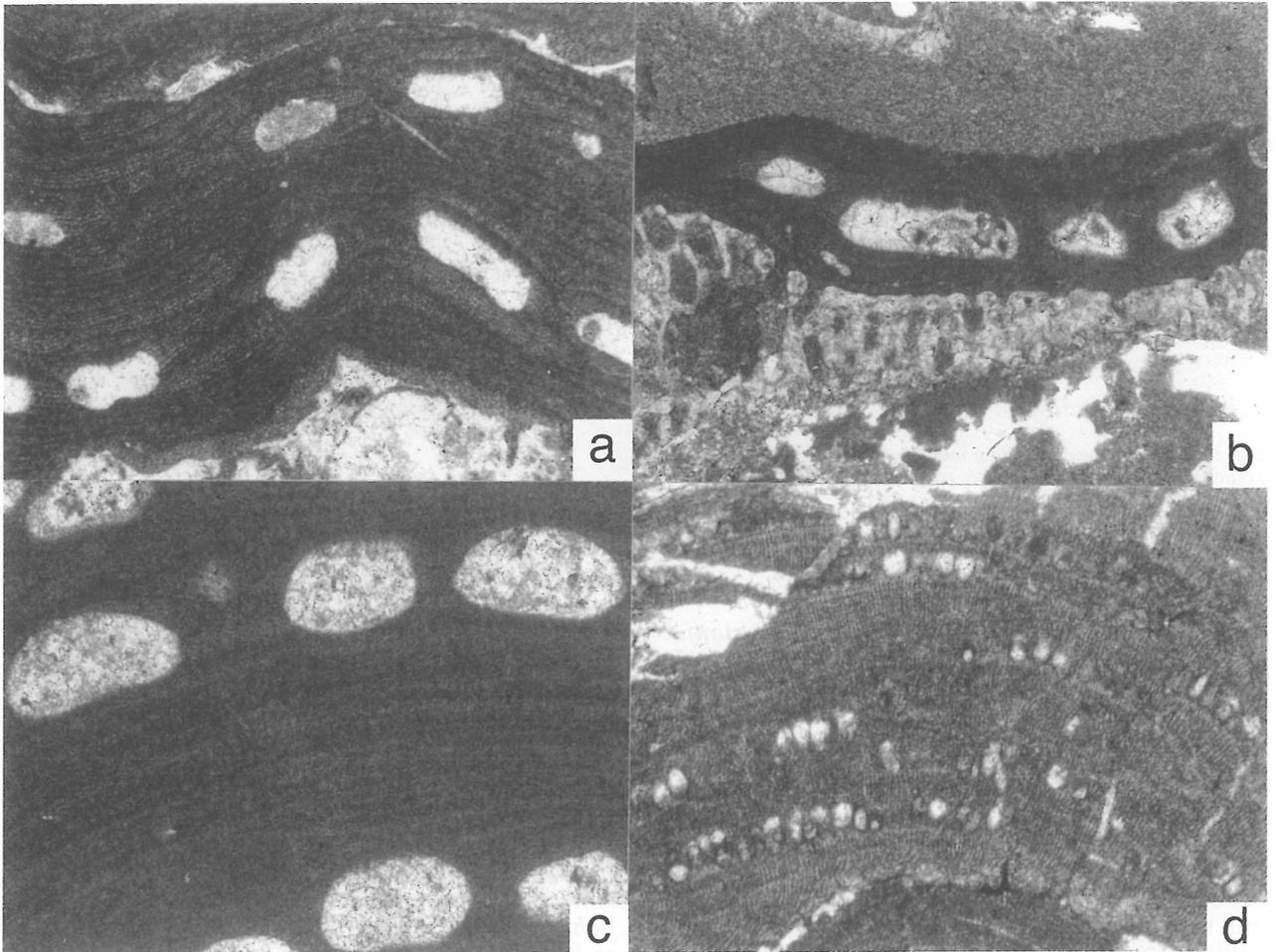
f) Arenaria media (0.50 m), granulosostenuta, mal classata, a cemento calcareo, con clasti sub-angolosi di serpentiniti e metabasiti, bioturbata. La frazione fossile è costituita da serpulidi, briozoi, resti di echinidi, foraminiferi, tra cui anomalinidi, textularidi, rotalidi, miliolidi, *Amphistegina*, abbondanti *Nummulites* (tra le quali è presente la specie *Nummulites fichteli*), *Operculina* e rare rodoficee calcaree, talora formanti piccole rodoliti.

– Contatto sfumato

g) Arenaria fine (0.70 m) a cemento calcitico, con frequenti intercalazioni di lenticelle microconglomeratiche di spessore decimetrico passante verso l'alto ad arenaria molto fine e siltosa a cemento calcitico. L'orizzonte è bioturbato e tali strutture sembrano divenire più frequenti dal basso verso l'alto. Lo scheletro di queste arenarie è costituito da clasti da sub-angolosi a sub-arrotondati di serpentiniti, calcescisti, prasiniti, metagabbri, quarzo, calcite, miche, ossidi. Il contenuto fossile è formato quasi esclusivamente da resti di echinidi e rari foraminiferi bentonici.

– Contatto netto, non erosivo

h) Marne siltose più o meno argillose (8.0 m), bluastrre, mal stratificate, leggermente laminate e fogliettate, fortemente bioturbate. La frazione inorganica è data da frammenti spigolosi di calcite, quarzo, fillosilicati; quella fossile è abbondante ed in cattivo stato di conservazione. Nella parte inferiore del livello ricorrono soprattutto frammenti di lamellibranchi, radioli di echinidi, resti carboniosi e modelli interni di foraminiferi; nella parte superiore si riscontra la presenza di frammenti di lamellibranchi e di echinidi, resti carboniosi, ostracodi e foraminiferi. L'associazione microfaunistica è largamente dominata dai foraminiferi bentonici.



Tav. I - a: *Lithothamnion moretii* Lemoine, 38x, sezione di Molare, liv. c; b: *Lithothamnion tectifons* Mastrorilli, 38x, sezione di Prasco, liv. c; c: *Mesophyllum fructiferum* Airoldi, 38x, sezione di Molare, liv. c; d: *Sporolithon oulianosii* Pfender, 60x, sezione di Molare, liv. d.

CONSIDERAZIONI BIOSTRATIGRAFICHE

Nei livelli clastici grossolani (c, d, e, f), sono state rinvenute faune a macroforaminiferi a volte abbastanza abbondanti ma sempre mal conservate. Fra i gruppi di interesse biostratigrafico è presente solo *Nummulites*, in particolare è stato possibile osservare come questo genere ricorra, anche se con diversa frequenza, in tutti i livelli sopra citati. In un caso la conservazione ha consentito di individuare la specie *Nummulites fichteli* (livello f), mentre negli altri è stato possibile solamente rilevare la ridotta taglia degli esemplari. Sulla base dell'assenza dei lepidocyclinidi, della presenza di *Nummulites fichteli* e di una associazione a piccole nummuliti si può riferire la successione al Rupeliano (in accordo con Drooger e Laagland, 1986) e probabilmente alla biozona a *N. vascus* e *N. fichteli* (SB21 - Rupeliano inferiore e medio) di Cahuzac e Poignant (1997).

CONSIDERAZIONI PALEOECOLOGICHE

La fauna

L'associazione faunistica comprende resti di crostacei, coralli costruttori, lamellibranchi (pettinidi ed ostriche), echinidi, serpulidi, briozoi e foraminiferi (molto abbondanti i bentonici ed assai rari i planctonici); le componenti di maggior interesse sono i coralli ed i macroforaminiferi.

I coralli costruttori, che attualmente vivono in acque tropicali e subtropicali, ben illuminate e con profondità ottimali non eccedenti i 20 m (Geister, 1979), ricorrono con morfologie di crescita di tipo tabular, encrusting e hemispherical, indicando quindi condizioni energetiche da moderate ad alte e tassi di sedimentazione ridotti (James, 1983; 1984).

Per quanto riguarda i macroforaminiferi si può notare che l'associazione dei livelli c, d è costituita dai

generi *Amphistegina*, *Operculina* e *Nummulites* (subordinato). La diffusa presenza di *Amphistegina* a guscio ispessito e globulare suggerisce condizioni di alta energia ed una profondità compresa fra 5 e 20 m (in accordo con Murray, 1973; Chaproniere, 1975) e comunque non eccedente i 40 m (Reiss e Hottinger, 1984; Murray, 1991). Riguardo alla distribuzione batimetrica di *Nummulites* va ricordato che Decke (1914) indica una profondità di 30-55 m, Nemkov (1962) propone un intervallo compreso fra 50 e 60 m e Hottinger (1983) colloca le associazioni paleogene e neogene dominate da questo genere in intervalli variabili ma compresi fra 40 e 80 m e segnala l'attuale *Nummulites cumingii* nello stesso range batimetrico. Va inoltre notato che Luterbacher (1984) discute la distribuzione di alcuni gruppi di macroforaminiferi del Paleogene dei Pirenei meridionali, inquadrandola in una sezione ideale tracciata dalle linee di riva sino al batiale. Da quello schema si può dedurre che le «small disc-shaped *Nummulites*», quindi il gruppo morfologicamente e dimensionalmente comparabile alle forme qui discusse, sembrano essere più tolleranti e quindi più diffuse in situazioni superficiali. L'associazione *Amphistegina-Operculina* può trovare una buona analogia con l'attuale «*Amphistegina lessonii* association» riportata per il Mare di Banda (a SE della Nuova Guinea) da Murray (1991) e da questi riferita a profondità comprese fra 0 e 10 m. Considerando la coesistenza fra *Operculina* e *Nummulites* si può rilevare una discreta analogia con l'attuale «*Operculina gaimardii* association» (comprendente *Nummulites cumingii*) individuata a profondità comprese fra 2 e 28 m nei mari della Nuova Caledonia (Murray, 1991). Tenuto conto di quanto sopra esposto si possono ipotizzare condizioni di alta energia ed una profondità compresa fra 5 e 30 m. Anche la concomitante presenza di *Nummulites* e di *Amphistegina* indica la presenza di acque calde di tipo tropicale o subtropicale a salinità oceanica normale (Murray, 1991).

La microflora

Nella sezione studiata sono presenti due livelli (c, d) in diretta relazione con gli episodi di colonizzazione e che verranno qui di seguito distintamente considerati (Tab. 1).

Livello c - Associazione algale abbondante e diversificata, costituita da corallinacee (6 generi, 10 specie), sporolitacee (1 genere, 2 specie) e subordinate peyssonneliacee; queste ultime sono rarissime e rappresentate dalla sola specie *Peyssonnelia antiqua*, che per la sua estrema rarità non verrà considerata nella discussione paleoecologica. I talli hanno morfologia prevalentemente crostoso-laminare o laminare e più raramente intumescente; generalmente incrostano il sedimento od i coralli; sono presenti inoltre rarissime e piccole rodoliti.

L'associazione è dominata dal genere *Mesophyllum* rappresentato da due specie che rappresentano il 30.1% del totale degli esemplari di tale livello; la specie più

abbondante è *Mesophyllum fructiferum* (Tav. I, fig. c) che cresce, con abito crostoso o, più raramente, crostoso-intumescente, su sedimento od altri talli della stessa specie formando strutture anastomizzate con, per lo più, croste di notevole spessore. Il genere *Lithothamnion* riveste, nel contesto dell'associazione, un ruolo codominante ed è rappresentato da tre specie che rappresentano il 20.0% del totale degli individui; i talli hanno abito crostoso o crostoso-intumescente e incrostano sia il sedimento che i coralli (*Lt. pianfolchi* e *Lt. peleense*). A volte costituiscono rodoliti ellittiche (3.5 x 1.8 cm) con nucleo costituito da frammenti di corallo (*Lt. moretii* e *Lt. peleense*). *Sporolithon* ha ruolo codominante ed è presente con due specie che rappresentano il 20.0% del totale degli individui; i talli si rinvencono sia incrostanti il sedimento o altri talli, sia in rodoliti con nucleo di corallo e dimensioni massime di 3.4 x 1.2 cm ed hanno abito crostoso; in particolare *Sp. statiellense* mostra sempre croste di notevole spessore. Generi accessori sono *Leptolithophyllum* (11.1%) e *Lithoporella* (12.2%); i talli di *Leptolithophyllum* hanno portamento crostoso e, come *Lithoporella*, colonizzano altre alghe o il sedimento, a volte oncolitizzano anche bioclasti di corallo di notevoli dimensioni (4.4 x 3.0 cm). Occasionali sono infine i generi *Lithophyllum* (2 specie, 2.2%) e *Spongites* (1 specie, 4.4%) che, con forme crostose o crostoso-laminari, incrostano il sedimento. L'associazione, a livello di specie, è dominata da *Mesophyllum fructiferum* (24.5%) e *Sporolithon statiellense* (15.6%); specie codominanti sono *Leptolithophyllum* cf. *rusticellum* (11.1%), *Lithoporella minus* (12.2%) e *Lithothamnion moretii* (10.0% - Tav. I, fig. a). Le restanti specie sono solamente accessorie.

Livello d - Associazione algale abbondante e molto diversificata, costituita da corallinacee non articolate (6 generi, 16 specie), corallinacee articolate (1 genere, 3 specie) e sporolitacee (1 genere, 2 specie). L'associazione è suddivisibile, sulla base dell'abbondanza degli individui, in tre gruppi diversi: 1) gruppo dominante caratterizzato dai generi *Lithothamnion* (24.0%) e *Mesophyllum* (21.4%). Il primo, del quale sono presenti cinque specie, è rappresentato da talli con portamento da crostoso a laminare che si rinvencono su sedimento o su coralli e che solo raramente costituiscono rodoliti ellittiche (3.0 x 1.0 cm) con nucleo di corallo (*Lt. cf. obstrusum* e *Lt. peleense*); il secondo è presente con due specie ad abito crostoso-intumescente. Come nel precedente livello *Ms. fructiferum* (16.0%) è la specie più abbondante ed è rappresentata da croste spesse e anastomizzate che si sviluppano sul sedimento. 2) gruppo codominante caratterizzato dai generi *Lithophyllum* (13.2%), *Sporolithon* (16.0%) e *Spongites* (9.4%). Il primo è rappresentato da cinque specie che hanno abito generalmente crostoso-laminare e che colonizzano prevalentemente il sedimento e solo raramente (*Lp. intumescens*) i coralli; il secondo da due specie con portamento crostoso o crostoso-laminare presenti sia su sedimento che su coralli e raramente costituenti piccole rodoliti di 2.0 cm di diametro (*Sp. statiellen-*

se); il terzo da due specie con abito crostoso o crostoso-intumescente insediatesi su sedimento o coralli (i talli attribuiti a *Spongites* sp. A sono confrontabili con *Lithophyllum cingens* Mastorilli, 1968, ma mostrano i caratteri generici di *Spongites*). 3) gruppo accessorio caratterizzato dai generi *Leptolithophyllum* (4.0%, 1 specie) e *Titanoderma* (4.0%, 1 specie), entrambi presenti su sedimento o coralli e raramente in oncoliti, e *Jania* (8.0%, due specie note ed una non identificabile).

L'associazione specifica mostra *Ms. fructiferum* come specie dominante (16.0%), mentre per il resto si ha una notevole diversificazione con venti specie distribuite quasi omogeneamente in un «range» con valori percentuali compresi fra 1.3 e 9.3%. Il gruppo di specie con valori compresi fra 1.3% e 5.4% può essere considerato accessorio, mentre appare ragionevole ritenere ugualmente importanti, anche se non dominanti, le specie comprese fra 8.0% e 9.3%.

La presenza nel livello c di *Lithoporella* e di *Sporolithon*, generi attualmente rispettivamente esclusivi o abbondantemente presenti in acque calde di tipo intertropicale (Lemoine, 1976; Wray, 1977; Bosence, 1983), indica situazioni di acque calde. Da un punto di vista batimetrico l'associazione algale, caratterizzata dalla dominanza di *Mesophyllum* e dalla codominanza di *Lithothamnion*, nonché da una buona differenziazione di *Sporolithon*, risulterebbe in contrasto con le indicazioni batimetriche indicate dalla fauna poiché tali generi in ambiente carbonatico intertropicale diventano dominanti a maggiori batimetrie (Adey, 1979; Adey *et al.*, 1982; Minnery *et al.*, 1985; Bosence, 1991; Perrin *et al.*, 1995).

Nel livello d si incontra una associazione algale leggermente differente, anche se i generi considerati attualmente prevalentemente batifili in acque calde (*Lithothamnion*, *Mesophyllum* e *Sporolithon*) costituiscono la porzione dominante dell'associazione algale. Si osserva un decremento di *Sporolithon* e *Mesophyllum*, un leggero aumento di *Lithothamnion* e un buon incremento dei generi considerati più tipicamente superficiali come *Lithophyllum* e *Jania* (Adey e Macintyre, 1973; Ghose, 1977; Wray, 1977; Adey, 1979; Minnery *et al.*, 1985; Minnery, 1990).

L'associazione algale dei livelli c, d permetterebbe, dal confronto con gli schemi attualistici (Adey, 1979; Adey *et al.*, 1982; Minnery *et al.*, 1985; Bosence,

1991; Perrin *et al.*, 1995), di ipotizzare una situazione abbastanza profonda che sarebbe in contrasto sia con l'assetto litostratigrafico sia con il significato sedimentologico della sequenza; si potrebbero ipotizzare (in analogia con Piazza, 1989), nel contesto della trasgressione, situazioni di acque marine superficiali influenzate da apporti fluviali dal continente, tali da non permettere la diffusione di generi considerati superficiali in acque calde (*Lithophyllum*) in quanto solo lentamente tendevano alla riequilibratura termica ed alla limpidezza, e da limitare lo sviluppo dei coralli, ad esempio selezionando i gruppi con più elevata capacità di rigetto del sedimento.

Ipotesi alternativa potrebbe essere un diverso comportamento dei generi qui dominanti rispetto a quanto osservato attualmente. Tale ipotesi potrebbe trovare conferma analizzando le situazioni tipicamente reefali presenti nel B.T.P. (Valzemola, Cairo Montenotte, Case Cne, Cascine) dove *Lithothamnion* è genere dominante (Fravega *et al.*, 1994; Vannucci dati inediti). La prima ipotesi potrebbe essere confermata dal fatto che nel livello d cominciano a comparire generi più tipicamente superficiali.

Relativamente all'idrodinamismo dell'ambiente si osserva che nel livello c le forme che incrostano il sedimento e i coralli sono sia crostoso-laminari (*Lp. contii*, *Ltp. minus*) che crostose (*Lt. peleense*) e più raramente crostoso-intumescenti (*Lpt. cf. rusticellum* e *S. albanensis*); si hanno inoltre molto abbondanti forme crostose, sempre di notevole spessore e spesso sovrapposte (*Ms. fructiferum*). Le rodoliti sono prevalentemente ellittiche, anche con dimensioni pluricentriche, l'incrostazione algale è sempre di limitato spessore e costituita da talli crostosi e meno frequentemente crostoso-intumescenti (*Sp. statiellense*, *Lt. moretii*, *Lt. peleense* e *Ltp. minus*). Le rodoliti sono sia poli- che monospecifiche, queste ultime costituite da *Lt. moretii* o *Sp. statiellense*.

La grande abbondanza nelle forme incrostanti di *Ms. fructiferum* con le caratteristiche suddette e di rodoliti prevalentemente laminari vengono ad indicare una energia moderato-alta (Bosellini e Ginsburg, 1971; Poignant, 1976; Buchbinder, 1977; Bosence, 1991). Analoghe osservazioni si possono effettuare per il livello d; le lievi differenze riscontrate sono l'aumento delle forme crostoso-laminari su sedimento e su coralli (soprattutto con specie del genere *Lithophyllum*) e

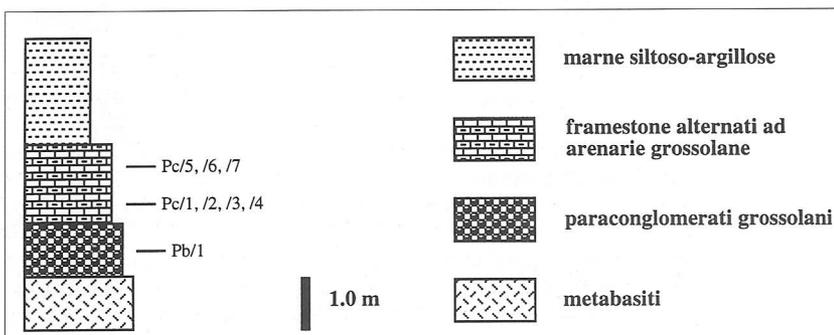


Fig. 4 - Colonna litostratigrafica della sezione di Prasco.

Tab. 2 - Frequenza delle specie e dei generi di Corallinales nei diversi livelli della sezione di Prasco. Per il significato delle sigle si veda la didascalia di Tab. 1.

Sezione di Prasco	Livelli	b		c		Generi	%	%
		n	%	n	%			
<i>Lithophyllum</i> cf. <i>perrandoi</i> Airoldi, 1932				4	8.3	<i>Lithophyllum</i>	30.0	22.9
<i>Lithophyllum</i> <i>contii</i> Mastroiilli, 1966	3	30.0		4	8.3	<i>Neogoniolithon</i>	10.0	
<i>Lithophyllum</i> <i>intumescens</i> Mastroiilli, 1968				3	6.3	<i>Spongites</i>	20.0	8.3
<i>Neogoniolithon</i> cf. <i>raripunctatum</i> Mastroiilli, 1968	1	10.0				<i>Lithothamnion</i>		20.9
<i>Spongites</i> <i>albanensis</i> (Lemoine) Braga et al., 1993	1	10.0		4	8.3	<i>Mesophyllum</i>		12.3
<i>Spongites</i> sp. B	1	10.0				<i>Jania</i>	40.0	35.6
<i>Lithothamnion</i> <i>pianfolchi</i> Mastroiilli, 1968				3	6.3			
<i>Lithothamnion</i> <i>tectifons</i> Mastroiilli, 1968				7	14.6			
<i>Mesophyllum</i> cf. <i>rigidum</i> Mastroiilli, 1968				6	12.3			
<i>Jania</i> <i>nummulitica</i> Lemoine, 1927	1	10.0						
<i>Jania</i> <i>elongata</i> Ishijima, 1960				3	6.3			
<i>Jania</i> spp.	3	30.0		14	29.3			

la diminuzione del numero e della taglia delle rodoliti (diametro massimo 3 cm ma più spesso 1.5-2 cm). L'eventuale lieve diminuzione dell'idrodinamismo ipotizzabile da un maggior numero di croste sottili e dalla taglia ridotta delle rodoliti contrasterebbe con la comparsa delle corallinacee articolate tendenzialmente più abbondanti in acque con buon tenore idrodinamico (Ghose, 1977; Wray, 1977).

LA SEZIONE DI PRASCO (Con il contributo di D. Liguori)

Questa sezione (Figg. 1, 4, Tab. 2) stratigrafica è situata 100 m a NE della località di Prasco, a 280 m s.l.m., sul lato sinistro della strada che da Prasco porta alla stazione ferroviaria. La potenza complessiva è di circa 4.5 m.

Su questa zona si è soffermata l'attenzione di diversi Autori: i contributi più recenti si devono a Franceschetti (1967), Lorenz (1968) e Mastroiilli (1968), ai quali si rimanda per la rassegna dei contributi precedenti. Franceschetti (1967) ricorda brevemente l'affioramento di Prasco, inquadrandolo nella «Zona a dominante arenaceo-microconglomeratica» del Membro del Torrente Orba della Formazione di Molare ed attribuendogli una età oligocenica. Successivamente Lorenz (1968) descrive questa successione ed attribuisce l'episodio recifale allo «Stampiano medio», inquadrandolo nell'ambito delle vicende trasgressive che interessano il paleorilievo di Bric Mazzapiede. Il contributo di Mastroiilli (1968) verte sulla composizione della flora algale rinvenuta in una serie di stazioni paleontologiche ubicate attorno a Bric Mazzapiede.

La sezione di Prasco è costituita da sedimenti marini depositatisi secondo una successione di tipo fining upwards in cui si intercala un orizzonte costituito da

calcare biocostruito e poggiante su un substrato costituito dalle metamorfite del Gruppo di Voltri.

Dal basso verso l'alto si possono osservare:

a) Metabasiti

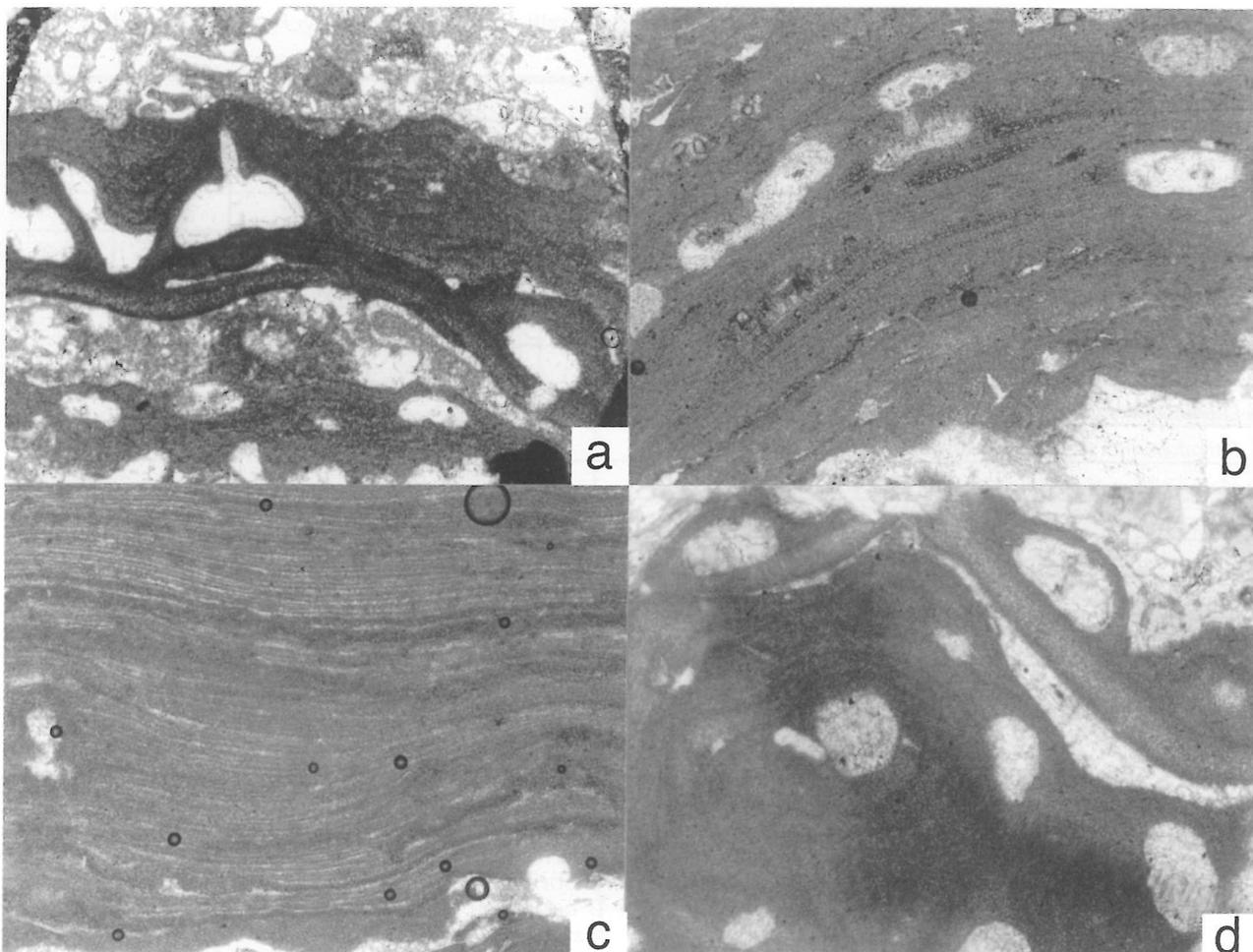
– Superficie di nonconformity

b) Paraconglomerato poligenico (1.0 m circa), con matrice arenacea e ciottoli ben arrotondati di metagabbri, serpentiniti, metabasiti, calcescisti, quarzo. Il contenuto fossile è mal conservato e comprende frammenti di coralli e di lamellibranchi, piastre e radioli di echinidi, briozoi, serpulidi, foraminiferi (miliolidi e textularidi) e rare alghe corallinacee. L'associazione algale è costituita da *Lithophyllum contii*, *Neogoniolithon* cf. *raripunctatum*, *Spongites albanensis*, *S.* sp. B, *Jania nummulitica* e *J.* spp.

– Contatto netto, non erosivo

c) Alternanza di sottili ed irregolari strati di framestone a coralli e di arenarie grossolane (1.50 m circa). I coralli hanno prevalentemente morfologia laminar, con diametro di circa 7-10 cm ed altezza variabile da 0.5 a 1.5 cm. Le arenarie intercalate sono cemento-portanti e costituite da clasti poco arrotondati di metagabbri, metabasiti, serpentiniti, quarzo, mica, calcite, epidoti, ossidi e feldspati. Il contenuto fossile, oltre i coralli costruttori, comprende piastre e radioli di echinidi, frammenti di lamellibranchi, briozoi, serpulidi, foraminiferi bentonici (tra cui miliolidi, textularidi, anomalinidi, nodosaridi, rotalidi, *Amphistegina*, *Nummulites*) e alghe corallinacee. Va notato che le amphistegine sono molto abbondanti e presentano sempre gusci ispessiti. L'associazione algale è costituita dalle seguenti specie: *Lithophyllum* cf. *perrandoi*, *Lp. contii*, *Lp. intumescens* (Tav. II, fig. a), *Spongites albanensis*, *Lithothamnion pianfolchi*, *Lt. tectifons* (Tav. I, fig. b), *Mesophyllum* cf. *rigidum*, *Jania elongata*, *J.* spp.

– Contatto netto



Tav. II - a: *Lithophyllum intumescens* Mastrorilli, 38x, sezione di Prasco, liv. c; b: *Lithothamnion roveretoi* Airoldi, 38x, sezione 2 di Cascine Fornaca, liv. b; c: *Sporolithon statiellense* Airoldi, 38x, sezione di Bosco della Chiesa, liv. h; d: *Lithothamnion undulatum* Capeder, 38x, sezione di Moglia Tagliarina, liv. b.

d) Marne siltoso-argillose (2.0 m), grigio-bluastre, leggermente laminate e debolmente bioturbate. La frazione inorganica è costituita da quarzo, mica e calcite. La frazione fossile è rappresentata da frustoli carboniosi, frammenti di lamellibranchi, ostracodi, piastre e radioli di echinidi e foraminiferi. L'associazione a foraminiferi è generalmente mal conservata e largamente dominata dalle forme bentoniche.

CONSIDERAZIONI BIOSTRATIGRAFICHE

Nel livello c è presente un'associazione a macroforaminiferi abbastanza abbondante ma piuttosto mal conservata. Fra i gruppi di interesse biostratigrafico sembra essere presente solamente *Nummulites*, generalmente con individui di ridotta taglia. L'assenza di lepidocyclinidi, la presenza di una associazione a sole piccole nummuliti e l'impossibilità di identificazioni specifiche delle nummuliti rinvenute sugge-

risce una generica attribuzione al Rupeliano (in accordo con Drooger e Laagland, 1986).

CONSIDERAZIONI PALEOECOLOGICHE

La fauna

L'associazione faunistica comprende coralli costruttori, lamellibranchi, echinidi, serpulidi, briozoi e foraminiferi (molto abbondanti i bentonici ed assai rari i planctonici).

I coralli costruttori ricorrono quasi esclusivamente con morfologie di crescita di tipo laminar, che indica condizioni di alta energia e bassi tassi di sedimentazione (James, 1983; 1984).

I macroforaminiferi, presenti nel solo livello c, sono piuttosto abbondanti e rappresentati da *Amphistegina* e *Nummulites*; questi generi indicano condizioni di acque a salinità oceanica normale di clima tropi-

cale o subtropicale (Chaproniere, 1975; Murray, 1991). *Amphistegina*, il cui range batimetrico ottimale è compreso fra 5 e 20 m, in condizioni di alta energia (Murray, 1973; Chaproniere, 1975), è presente con individui globulari a guscio ispessito, che per analogia con le specie recenti *Amphistegina lessonii* ed *Amphistegina lobifera*, indicano profondità non eccedenti i 40 m (Reiss e Hottinger, 1984). Tenuto conto anche della presenza di *Nummulites*, si possono supporre profondità comprese fra 5 e 30 m (per il significato di *Nummulites* si rimanda alle considerazioni presentate per i livelli c, d della sezione di Molare).

La microflora

Nella sezione studiata sono presenti due livelli con flore algali (b, c) fra loro differenti sia qualitativamente sia quantitativamente (Tab. 2).

Livello b - Associazione molto povera e mal conservata, costituita da corallinacee sia incrostanti sia articolate. Le forme non articolate sono *Spongites albanensis* (con abito crostoso-intumescente) che costituisce la porzione più esterna di una piccola rodolite con nucleo di corallo nella quale si riscontra anche *S. sp. B* (tallo affine a *Lithophyllum platycarpum* Maslov, 1962, ma con caratteri generici di *Spongites*) e *Lithophyllum contii*; quest'ultima specie tipicamente crostoso-laminare, più frequentemente incrosta il sedimento. È presente inoltre un frammento di ramo riferibile a *Neogoniolithon cf. raripunctatum*. Le corallinacee articolate sono rappresentate da internodi riferibili al genere *Jania*.

Livello c - Associazione algale abbondante ma poco diversificata, esclusivamente costituita da corallinacee (5 generi, 9 specie). Il genere *Jania* (35.6%) domina l'associazione, mentre *Lithophyllum* (22.9%) e *Lithothamnion* (20.9%) assumono un ruolo di codominanza. I generi *Mesophyllum* (12.3%) e *Spongites* (8.3%) sono accessori. Il genere *Lithophyllum* è rappresentato da specie con abito crostoso-laminare (*Lp. contii*) o crostoso-intumescente (*Lp. intumescens* e *Lp. cf. perrandoi*), incrostanti coralli o sedimento, o costituenti piccole rodoliti polispecifiche con 1-2 cm di diametro massimo (*Lp. intumescens* e *Lp. cf. perrandoi*). *Lithothamnion* è rappresentato dalle specie *Lt. pianfolchi* e *Lt. tectifons*, con morfologia di crescita prevalentemente crostosa o crostosa-intumescente, incrostanti il sedimento o costituenti le piccole rodoliti sopraccitate. *Mesophyllum* è presente con la sola specie *Mp. cf. rigidum* che, con morfologia crostoso-laminare, incrosta il sedimento. *Spongites albanensis*, con talli crostosi, fa parte di una rodolite polispecifica con nucleo costituito da un frammento di corallo.

L'associazione, a livello specifico, è dominata da *Lithothamnion tectifons* (Tav. I, fig. b) e da *Mesophyllum cf. rigidum*, mentre le altre specie sono meno significative e più o meno egualmente rappresentate. L'associazione algale rinvenuta nel livello b risulta tanto scarsa da non consentire un'analisi paleoecologica, si può solamente osservare l'assenza di ge-

neri batifili (*Lithothamnion* e *Mesophyllum*) e la presenza sporadica di generi di acque calde e/o superficiali.

Nel livello c l'abbondanza di *Lithophyllum* e la dominanza di corallinacee articolate indicano condizioni di acque superficiali (Adey e Macintyre, 1973; Ghose, 1977; Wray, 1977; Bosence, 1991). La codominanza di *Lithothamnion* potrebbe in questo caso essere spiegata invocando un controllo di tipo autoecologico. Infatti va notato che la grande maggioranza dei talli riferibili a questo genere è sicuramente ascrivibile alla specie *Lithothamnion tectifons*, la quale è anche la più diffusa nelle situazioni studiate in Val Lemme (Fravega *et al.*, 1988) e nella parte basale della successione di Ponte Prina (Fravega *et al.*, 1987). In entrambe le citate situazioni si possono osservare insediamenti a coralli costruttori e rodoficee calcaree sviluppatasi in corpi elastici grossolani stabilizzati, costituenti fondali ad una profondità non superiore a 20-30 m e spazzati da correnti. Si potrebbe quindi supporre che la specie in questione abbia avuto una nicchia ecologica diversa rispetto agli standards del genere al quale appartiene. In altre parole che *Lithothamnion tectifons* fosse ben adattato a vivere in condizioni di acque superficiali, agitate, calde e con fondali costituiti da accumuli ghiaioso-ciottolosi più o meno consolidati.

Infine la abbastanza elevata presenza del genere *Mesophyllum* potrebbe essere giustificata ipotizzando essenzialmente un controllo edafico, in quanto è presente una sola specie ad habitus crostoso-laminare che potrebbe assumere la funzione di colonizzatore di fondi mobili.

L'abbondanza di corallinacee articolate e le rodoliti di tipo laminare suggeriscono un ambiente di alta energia (Bosellini e Ginsburg, 1971; Ghose, 1977; Wray, 1977; Bosence, 1983, 1991); al contrario le più abbondanti forme crostose che colonizzano il sedimento senza però realizzare strutture di sovrapposizione indicherebbero moderata energia (Poignant, 1976; Buchbinder, 1977; Bosence, 1991). Quest'ultimo tipo morfologico potrebbe rientrare in un contesto generale di alta energia se si suppone che le forme laminari si comportassero come consolidatrici di fondi mobili in momenti di bassi regimi energetici e sensibili tassi di sedimentazione. Questi sedimenti stabilizzati costituirebbero il substrato sul quale si realizzava la colonizzazione da parte dei coralli costruttori.

LE SEZIONI DI CASCINE FORNACA (Con il contributo di A. Zampa)

Le sezioni in esame sono ubicate in prossimità della località denominata Cascine Fornaca (a SW di Ponzzone) e sono riferibili alla parte basale della Formazione di Molare; le rocce a substrato sono parte del Gruppo di Voltri, nel complesso si tratta di successioni sedimentarie di tipo fining upwards alla base delle quali ricorrono calcari biocostruiti a coralli coloniali ed alghe corallinacee.

La zona in esame non è stata mai direttamente con-

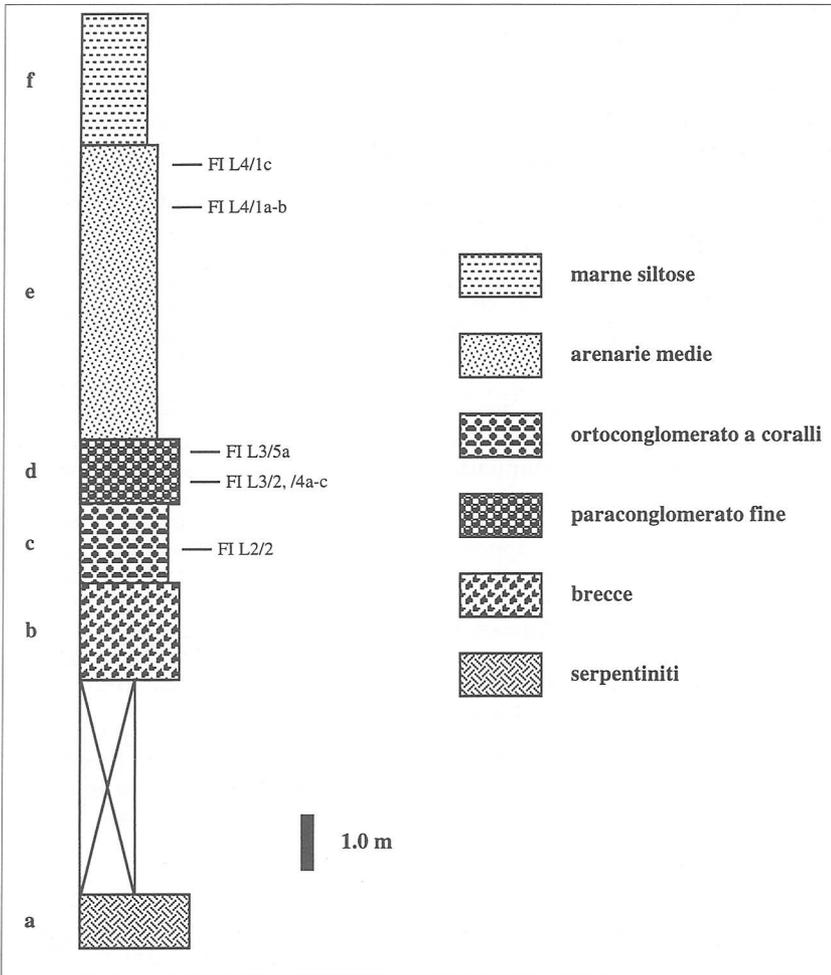


Fig. 5 - Colonna litostratigrafica della sezione 1 di Cascine Fornaca.

Tab. 3 - Frequenza delle specie e dei generi di Corallinales nei diversi livelli della sezione 1 di Cascine Fornaca. Per il significato delle sigle si veda la didascalia di Tab. 1.

Sezione 1 di Cascine Fornaca	Livelli	d		e		Generi	%	%
		n	%	n	%			
<i>Lithophyllum</i> cf. <i>perrandoi</i> Airoldi, 1932				1	11.1	<i>Lithophyllum</i>		11.1
<i>Spongites</i> <i>albanensis</i> (Lemoine) Braga et al., 1993				1	11.1	<i>Spongites</i>		11.1
<i>Lithothamnion</i> cf. <i>moretii</i> Lemoine, 1927				3	44.5	<i>Lithothamnion</i>	50.0	66.7
<i>Lithothamnion</i> cf. <i>crispithallus</i> Johnson, 1957	3	37.5				<i>Mesophyllum</i>	50.0	11.1
<i>Lithothamnion</i> spp.	1	12.5	2	22.2				
<i>Mesophyllum</i> <i>fructiferum</i> Airoldi, 1932	4	50.0	1	11.1				

siderata prima d'ora: l'attenzione di alcuni ricercatori si è concentrata al più su zone a questa adiacenti. In particolare vanno ricordati gli studi di Lorenz (1968), il quale segnala la presenza di fianchi verticalizzati imputabili alla presenza di flessure che coinvolgono la Formazione di Molare affiorante in

corrispondenza della confluenza del Torrente Roboaro nel Fiume Erro e di Pfister (1980), che descrive un insediamento reefale a coralli costruttori ed alghe corallinacee affiorante nei pressi della località di Cascine (sita immediatamente a SW di Cascine Fornaca).

SEZIONE 1

La sezione (Figg. 1, 5, Tab. 3) in esame è ubicata a circa 250 m a SW della località denominata Cascine Fornaca, ha una potenza totale di circa 10 m.

Dal basso verso l'alto si possono osservare:

a) Serpentinitì massicce.

– Copertura vegetale (4.0 m)

b) Breccie monogeniche ed eterometriche (1.8 m), con clasti di serpentinitì di dimensioni comprese fra 0.5 cm e 1.5 m, legate da matrice sabbioso-argillosa. Nella parte sommitale del livello si rinvencono colonie di corallo ad abito massivo, sia disperse sia accresciute le une sulle altre.

– Contatto netto, non erosivo, ondulato

c) Conglomerati monogenici ed eterometrici (1.5 m), con clasti da sub-angolosi a sub-arrotondati di serpentinitì (dimensioni maggiori comprese fra 0.5 cm e 60 cm), legati da matrice argilloso-sabbiosa scarsamente coerente. Localmente si possono osservare disperse colonie di coralli in posizione di vita, queste hanno prevalentemente morfologia domal (altezza 25 cm, larghezza 15 cm) e subordinatamente encrusting (larghezza 20 cm, altezza 5 cm). Fra le colonie rinvenute è stato possibile riconoscere solamente la specie *Antiguastrea lucasiana*. La parte sommitale del livello è caratterizzata dalla presenza di rare e piccole rodoliti con nucleo clastico; il pessimo stato di conservazione non ha consentito il riconoscimento tassonomico degli esili individui oncolitizzanti.

– Contatto transizionale

d) Conglomerati fini (1.2 m), monogenici, eterometrici, matrice-portanti, con clasti arrotondati ed appiattiti di serpentinitì (dimensione maggiore compresa fra 0.5 cm e 3.0 cm), con matrice sabbioso-arenacea debolmente cementata. La parte basale del livello è

caratterizzata dalla presenza di numerose colonie di corallo di tipo encrusting e rare emispherical in posizione di vita. I talli algali costituiscono un'associazione poco diversificata e sono riferibili a *Lithothamnion* cf. *crispithallus*, *Lt.* spp. e *Mesophyllum fructiferum*. L'associazione fossile comprende inoltre foraminiferi bentonici (tra cui *Nephrolepidina*, *Eulepidina* ed *Amphistegina*), briozoi e serpulidi.

– Contatto netto, non erosionale

e) Arenarie medie (5.5 m) con intercalazioni lenticolari di conglomerati fini, localmente sono osservabili deboli laminazioni piano-parallele. Lo scheletro di entrambi i litotipi è costituito da clasti sub-arrotondati di serpentinitì e di calcescisti, le frazioni leganti da cemento calcareo. Nel livello sono inoltre osservabili disperse colonie di corallo ad abito massivo. Il contenuto fossile, ad esclusione dei Coralli, è generalmente concentrato nelle lenti conglomeratiche e sembra essere più ricco nella parte sommitale del livello; sono presenti ostracodi, foraminiferi bentonici (tra cui *Nephrolepidina*, *Eulepidina*, *Amphistegina*, rotalidi e miliolidi), frammenti di bivalvi e di echinidi, briozoi, alghe corallinacee. L'associazione algale comprende: *Lithophyllum* cf. *perrandoi*, *Spongites albanensis*, *Lithothamnion* cf. *moretii*, *Lt.* spp. e *Mesophyllum fructiferum*.

– Contatto transizionale

f) Marne siltose (2.5 m), grigiastre, sottilmente stratificate e laminare, caratterizzate da una scarsa microfaua a Foraminiferi, largamente dominata dalle forme bentoniche.

SEZIONE 2

La sezione (Figg. 1, 6, Tab. 4) in esame è ubicata a circa 50 m a SW della località denominata Cascine

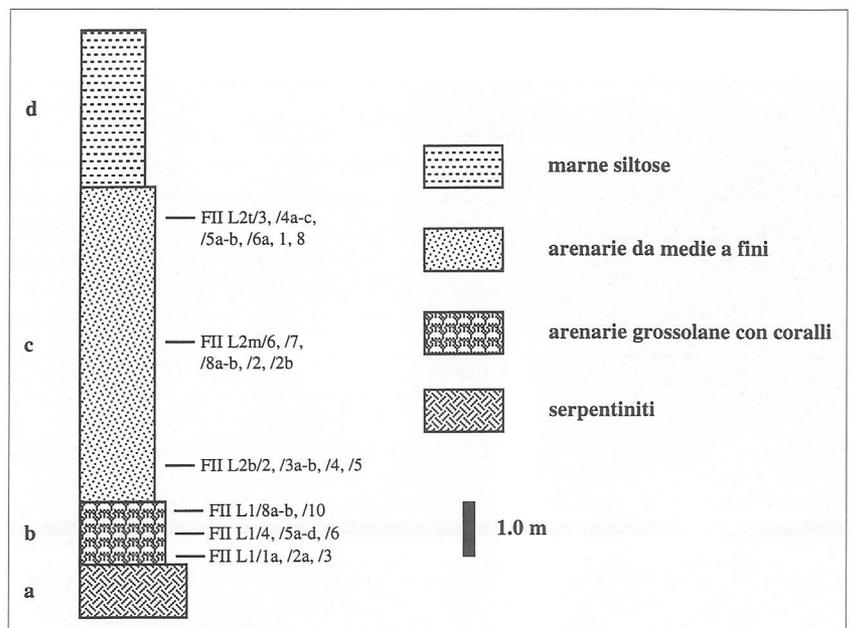


Fig. 6 - Colonna litostratigrafica della sezione 2 di Cascine Fornaca.

Tab. 4 - Frequenza delle specie e dei generi di Corallinales nei diversi livelli della sezione 2 di Cascine Fornaca. Per il significato delle sigle si veda la didascalia di Tab. 1.

Sezione 2 di Cascine Fornaca		Livelli		b		c		Livelli		b		c	
Specie		n	%	n	%	Generi		%	%				
<i>Lithophyllum</i> cf. <i>perrandoi</i> Airoldi, 1932		3	12.5			<i>Lithophyllum</i>		12.5	4.3				
<i>Lithophyllum</i> cf. <i>intumescens</i> Mastrorilli, 1968				1	4.3	<i>Spongites</i>		4.2					
<i>Spongites albanensis</i> (Lemoine) Braga et al., 1993		1	4.2			<i>Lithothamnion</i>		83.3	39.0				
<i>Lithothamnion undulatum</i> Capeder, 1900		1	4.2	1	4.3	<i>Mesophyllum</i>			56.7				
<i>Lithothamnion moretii</i> Lemoine, 1927		10	41.6	2	8.7								
<i>Lithothamnion</i> cf. <i>moretii</i> Lemoine, 1927		2	8.3										
<i>Lithothamnion roveretoi</i> Airoldi, 1932		3	12.5	2	8.7								
<i>Lithothamnion leptum</i> Johnson & Ferris, 1950		1	4.2										
<i>Lithothamnion</i> cf. <i>macrosporangicum</i> Mastrorilli, 1950				1	4.3								
<i>Lithothamnion crispithallus</i> Johnson, 1957				1	4.3								
<i>Lithothamnion pianfolchi</i> Mastrorilli, 1968		1	4.2										
<i>Lithothamnion</i> spp.		2	8.3	2	8.7								
<i>Mesophyllum</i> cf. <i>vaughanii</i> (Howe) Lemoine, 1928				3	13.1								
<i>Mesophyllum fructiferum</i> Airoldi, 1932				10	43.6								

Fornaca, ha una potenza totale di circa 15 m.

Dal basso verso l'alto si possono osservare:

a) Serpentiniti massicce.

– Superficie di nonconformity

b) Arenarie grossolane (1.20 m - Fig. 7), con debole gradazione diretta, poligeniche e mal classate, con clasti di serpentiniti, quarzo e miche, legate da cemento sparitico. In tutto il livello sono presenti colonie coralline sia direttamente insediate sulle rocce di substrato, sia disperse nella successione arenacea, sia accresciutesi le une sulle altre formando piccoli

corpi biocostruiti a geometria lenticolare, la cui potenza varia fra 80 cm e 1 m. Le colonie isolate hanno prevalentemente morfologia di tipo encrusting (larghezza 18-20 cm, altezza 3-5 cm) alla base del livello e domal (larghezza 13-18 cm, altezza 15-20 cm) al tetto; quelle direttamente incrostate sul substrato e quelle costituenti le lenti biocostruite sono di tipo sia massive (prevalenti, larghezza 20-30 cm, altezza 15-20 cm) sia encrusting (poco frequenti, larghezza 15-20 cm, altezza 2-4 cm). Fra le colonie rinvenute è stato possibile riconoscere solamente la specie



Fig. 7 - Colonia di corallo che incrosta il substrato metamorfico, livello b della sezione 2 di Cascine Fornaca.

Antiguastrea lucasiana. L'associazione algale è costituita da *Lithophyllum* cf. *perrandoi*, *Spongites albanensis*, *Lithothamnion undulatum*, *Lt. moretii*, *Lt. cf. moretii*, *Lt. roveretoi* (Tav. II, fig. b), *Lt. leptum*, *Lt. pianfolchi*, *Lt. spp.* Il contenuto fossile, oltre alle alghe ed ai coralli, comprende foraminiferi (fra cui *Nephrolepidina*, *Eulepidina*, *Operculina*, *Amphistegina*, rotalidi, textularidi, miliolidi), briozoi e serpulidi.

– Contatto sfumato

c) Arenarie da medie a fini (6.0 m), poligeniche, mal classate, granulo-sostenute, debolmente gradate dirette e bioturbate, con clasti di serpentiniti, miche e quarzo, con cemento calcitico. Nel livello si intercalano frequentemente lenticelle di conglomerati fini (il cui scheletro è composizionalmente del tutto analogo a quello delle arenarie) e sono disperse rare colonie di corallo generalmente di tipo encrusting (larghezza 15-25 cm, altezza 2-3 cm). L'associazione algale è costituita dalle specie *Lithophyllum* cf. *intumescens*, *Lithothamnion undulatum*, *Lt. moretii*, *Lt. roveretoi*, *Lt. cf. macrosporangicum*, *Lt. crispithallus*, *Lt. spp.*, *Mesophyllum* cf. *vaughanii*, *Mp. fructiferum*. Il contenuto fossile comprende inoltre foraminiferi (tra cui *Nephrolepidina*, *Eulepidina*, *Operculina*, *Amphistegina*, textularidi, miliolidi, alveolinidi, rotalidi e rarissimi globigerinidi), bivalvi, briozoi, serpulidi, echinidi ed ostracodi.

– Contatto sfumato

d) Marne silteose (3.0 m), grigiastre, sottilmente stratificate e laminate, caratterizzate da una microfauna a foraminiferi (largamente dominata dalle forme bentoniche) e dalla sporadica presenza di frustoli vegetali, ostracodi e frammenti di echinidi.

CONSIDERAZIONI BIOSTRATIGRAFICHE

In entrambe le sezioni ricorrono con discreta abbondanza sia *Nephrolepidina* sia *Eulepidina* e sembra essere del tutto assente sia *Nummulites* sia *Miogypsinoides*. Una simile composizione suggerisce (in accordo con Drooger e Laagland, 1986) una età chattiana superiore. Sulla base delle biozone di Cahuzac e Poignant (1997) la presenza dei lepidoclinidi e l'assenza di *Nummulites* imporrebbero un'età corrispondente alla parte terminale del Chattiano, in questo quadro sarebbe però dissonante l'assenza di *Miogypsinoides*. Va però notato che la nummulite ancora presente nella parte media ed alta del Chattiano è *Nummulites buillei* che è specie dubbia (si veda in Drooger e Laagland, 1986) e che è assai poco rappresentata nel Bacino Terziario del Piemonte, infatti viene segnalata solamente da Lorenz (1968) che peraltro ritiene che *Nummulites* nel Bacino Terziario del Piemonte non riesca a superare il limite Rupeliano-Chattiano. Inoltre va ricordato che, fatta eccezione per *N. buillei* di cui si è detto poco sopra, le nummuliti non superano la parte mediana del Chattiano (Drooger e Laagland, 1986; Cahuzac e Poignant, 1997). Sulla base di quanto sopra esposto è evidente che una sicura datazione non è possibile, a nostro avviso una generica attribuzione al Chattiano sembra essere una ragionevole approssimazione.

CONSIDERAZIONI PALEOECOLOGICHE

La fauna

L'associazione faunistica di entrambe le sezioni comprende ostracodi, coralli costruttori, bivalvi, echinidi, serpulidi, briozoi e foraminiferi (molto abbondanti i bentonici ed assai rari i planctonici).

Nelle due sezioni descritte i coralli costruttori sono presenti con habitus di tipo encrusting, massive e domal, che suggeriscono generali condizioni di bassi tassi di sedimentazione e di idrodinamismo moderato-alto (in accordo con James, 1983; 1984). I rapporti di dominanza fra le diverse morfologie sono però abbastanza variabili da livello a livello e quindi consentono, basandosi sulle schematizzazioni di James (1983, 1984) alcune considerazioni per quanto concerne i regimi energetici. In particolare si può osservare che nella sezione 1 sembra verificarsi un progressivo aumento dell'energia da condizioni moderato-alte (liv. b, dominanza delle forme massive) ad alte (liv. d, dominanza delle forme encrusting) e quindi un ritorno alle condizioni iniziali (liv. e, dominanza delle forme massive). Nella sezione 2 si possono supporre condizioni variabili da moderato-alte ad alte per la parte basale (liv. b) ed un successivo passaggio a situazioni di più alta energia (liv. c).

Per quanto concerne i macroforaminiferi si può osservare come l'associazione più significativa (presente nei livelli d-e di Fornaca 1 e b-c di Fornaca 2) sia costituita da *Eulepidina*, *Nephrolepidina*, *Amphistegina* e talora *Operculina*. La diffusa presenza di *Nephrolepidina* suggerisce condizioni esposte a batimetriche comprese fra 0 e 12 m (Chaproniere, 1975), che ben si accordano con la abbondanza di *Amphistegina* a gusci globulari ed ispessiti, che suggeriscono profondità comprese fra 5 e 20 m in situazioni di alta energia (Murray, 1973, 1991; Chaproniere, 1975; Reiss e Hottinger, 1984). Complessivamente si può quindi attribuire questa associazione ad un ambiente con alta energia ed ubicato ad una profondità compresa fra 5 e 15 m. La situazione qui descritta trova buone analogie con la Facies IV del reef oligocenico di Valzemola (Fravega *et al.*, 1994) per la quale erano state proposte profondità non superiori a 10 m.

La microflora

Sezione 1 (Tab. 3)

Livello c - Le rare rodoliti presenti aventi una geometria sferoidale e una morfologia laminare indicano un tenore idrodinamico elevato (Bosellini e Ginsburg, 1971; Bosence, 1983; Bosence, 1991).

Livello d - La limitata e poco diversificata associazione algale è rappresentata dai soli generi *Lithothamnion* (50.0%), che con esili talli crostosi (*Lt. crispithallus* e *Lt. spp.*) incrosta i coralli e *Mesophyllum* (50.0%), rappresentato dalla sola specie *Ms. fructiferum*. Quest'ultima è presente con talli crostosi di notevole spessore insediatisi sul sedimento. Essen-

do presenti in uguale proporzione talli crostosi più o meno spessi ma mai accresciuti a costituire strutture strettamente sovrapposte è possibile ipotizzare condizioni idrodinamiche sostanzialmente moderate (Poignant, 1976; Buchbinder, 1977; Bosence, 1991). Dal punto di vista batimetrico l'esclusività dei generi tendenzialmente batifili in acque calde *Lithothamnion* e *Mesophyllum* (Adey, 1979; Adey et al., 1982; Minnery et al., 1985; Minnery, 1990; Bosence, 1991; Perrin et al., 1995) suggerisce le stesse considerazioni presentate per la sezione di Molare, alla quale si rimanda.

Livello e - La scarsa associazione algale mostra, rispetto a quella del livello precedente, una maggiore diversificazione generica e specifica. Genere dominante è *Lithothamnion* (66.7%), mentre *Lithophyllum*, *Spongites* e *Mesophyllum* sono accessori (11.1%). A livello specifico l'associazione algale è dominata da *Lt. cf. moretii* (44.5%) che prevalentemente incrosta il sedimento con forme da crostose a crostoso-intumescenti e che, in un caso, costituisce una piccola rodolite ellittica di dimensioni 0.5 x 1 cm con nucleo algale costituito da un tallo intumescente della stessa specie; le altre specie di questo genere, con morfologia crostosa, colonizzano sia i coralli (*Lt. cf. crispithallus*) sia il sedimento (*Lt. spp.*). Per quanto concerne la batimetria, la dominanza di *Lithothamnion*, anche se accompagnata da un corteo accessorio dove compaiono anche generi più superficiali, porta a formulare le stesse considerazioni presentate per la sezione di Molare. Da un punto di vista idrodinamico le osservazioni sono analoghe a quelle del livello d.

Sezione 2 (Tab. 4)

Livello b - L'associazione algale è dominata dal genere *Lithothamnion* (83.3%), mentre generi accessori sono *Lithophyllum* (12.5%) e *Spongites* (4.2%). A livello specifico taxon dominante è *Lithothamnion moretii* (41.6%), mentre tutte le altre specie sono esclusivamente accessorie od occasionali (presenti in percentuali variabili tra 12.5% e 4.2%). *Lithothamnion moretii* e *Lt. cf. moretii* hanno talli crostosi che colonizzano coralli ed in alcuni casi costituiscono piccole rodolite ellittiche (1-1.5 x 0.5 cm) con nucleo di corallo. Tutte le altre specie, con morfologia prevalentemente crostosa, colonizzano esclusivamente i coralli. La concomitante presenza di rodoliti a morfologia laminare e di talli mai sovrapposti a costituire un impalcatura scheletrica, indicano condizioni di energia da moderata a moderato-alta (Bosellini e Ginsburg, 1971; Poignant, 1976; Buchbinder, 1977; Bosence, 1983, 1991).

Livello c - L'associazione algale è dominata dai generi batifili; va però notato che compare ed assume un ruolo preminente il genere *Mesophyllum* (56.7%), andando a sostituirsi in larga misura a *Lithothamnion* (39.0%). La restante composizione è del tutto confrontabile con quella del precedente livello b. *Lithothamnion undulatum*, *Lt. moretii*, *Lt. roveretoi* (Tav. II, fig. b), *Lt. cf. macrosporangicum*, *Lt. crispithallus* e *Lt. spp.* formano croste più o meno spesse che colonizzano il sedimento o, in un solo caso

(*Lt. roveretoi*), i coralli. *Mesophyllum cf. vaughanii* e *Ms. fructiferum* si sviluppano sempre sul sedimento con talli crostosi ispessiti. L'unico tallo riferibile al genere *Lithophyllum* (4.3%) costituisce una crosta sottile accresciutasi sul sedimento. Le morfologie di crescita dei talli algali riconosciuti in questo livello si accordano con un'idrodinamismo moderato (Poignant, 1976; Buchbinder, 1977; Bosence, 1991). Da un punto di vista batimetrico valgono, per entrambi i livelli qui discussi, le stesse considerazioni presentate per la sezione 1 di Cascine Fornaca e per quelle di Molare.

LA SEZIONE DI BOSCO DELLA CHIESA (Con il contributo di P. Mirabelli)

La sezione (Figg. 1, 8, Tab. 5) affiora in località Bosco della Chiesa (ad E di Mioglia) e si sviluppa per una potenza complessiva di circa 21 m.

Questa sezione e la successiva (Moglia Tagliarina) sono ubicate nella zona di Mioglia, che è stata oggetto di studio per diversi Autori. In particolare la successione terrigena trasgressiva è stata presa in esame da Mosna (1965), Lorenz (1968) e Bianco (1985).

Mosna (1965) concentra la sua attenzione sugli aspetti micropaleontologici, evidenziando faune che gli permettono di attribuire all'Oligocene inferiore - medio le parti basali della successione. Lorenz (1968) descrive diverse successioni litostratigrafiche e conclude attribuendo gli orizzonti trasgressivi allo «Stampiano superiore». Bianco (1985), inserendo le successioni affioranti nell'area di Mioglia in un più ampio quadro litostratigrafico, riferisce le sezioni basali trasgressive all'Oligocene medio.

Dal basso verso l'alto si possono osservare:

- a) Serpentiniti massicce
- Superficie di nonconformity
- b) Arenarie grossolane (1.8 m), a laminazione piano-parallela, sterili, poligeniche, mal classate, legate da abbondante matrice sabbioso-siltosa.
- Contatto sfumato
- c) Paraconglomerati grossolani (2.0 m), caotici, sterili, poligenici, mal classati, con ciottoli arrotondati e matrice sabbiosa.
- Contatto sfumato
- d) Arenarie sabbiose (2.8 m), a laminazione piano-parallela, poligeniche, mal classate, con abbondante matrice siltosa, nelle quali si intercalano lenti di paraconglomerato grossolano, sterile, poligenico, mal classato, con ciottoli arrotondati e matrice sabbiosa.
- Copertura vegetale (1.0 m)
- e) Ortoconglomerati poligenici (0.6 m), massivi e caotici, eterometrici, poligenici ma con prevalenti clasti sub-angolosi di serpentiniti, legati da cemento calcitico. In questo livello si incontrano frequentemente colonie di corallo in posizione di vita, con morfologia di tipo encrusting (larghezza 10-20 cm, altezza 2-5 cm); sono inoltre presenti *Nummulites* ed *Operculina*.
- Contatto sfumato
- f) Arenarie sabbiose (0.4 m), ben classate, con lami-

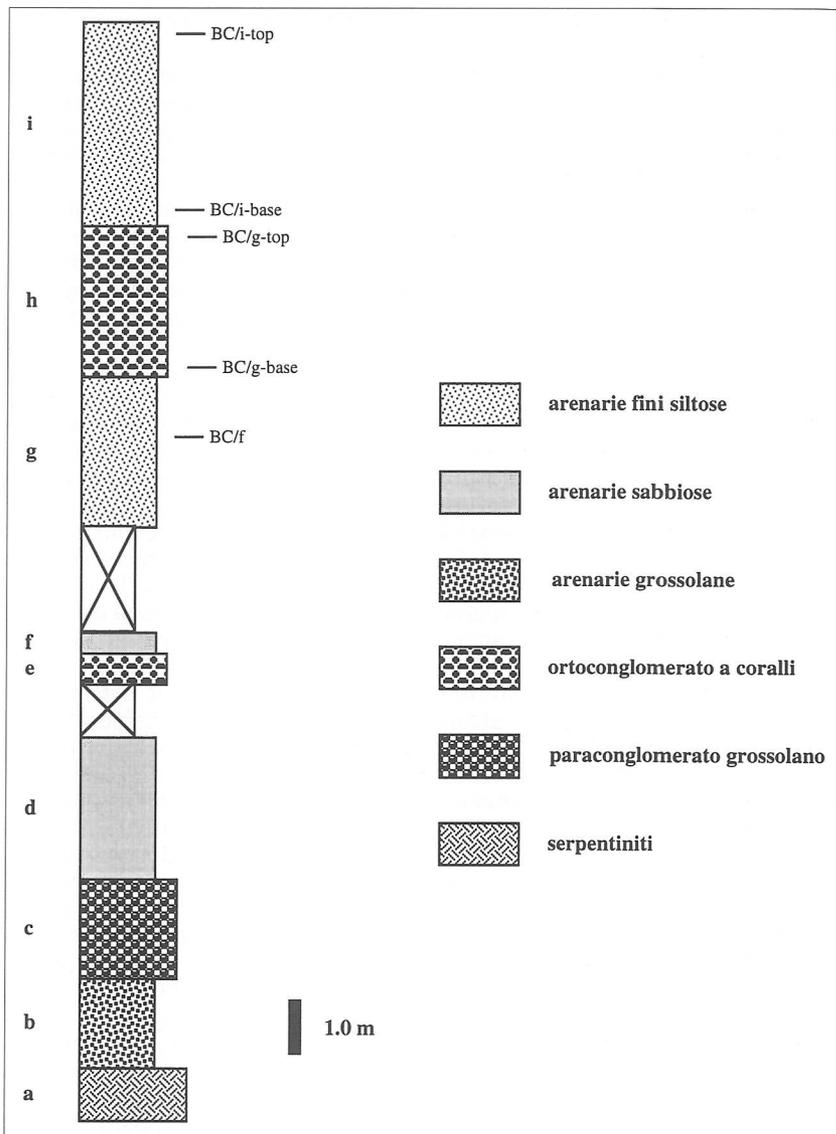


Fig. 8 - Colonna litostratigrafica della sezione di Bosco della Chiesa.

Tab. 5 - Frequenza delle specie e dei generi di Corallinales nei diversi livelli della sezione di Bosco della Chiesa. Per il significato delle sigle si veda la didascalia di Tab. 1.

Sezione di Bosco della Chiesa	Livelli	g		h		i		Livelli	g	h	i
		n	%	n	%	n	%				
<i>Lithothamnion peleense</i> Lemoine, 1917				4	5.6			<i>Lithothamnion</i>	14.3	48.6	20.0
<i>Lithothamnion moretii</i> Lemoine, 1927				26	36.0			<i>Mesophyllum</i>		1.4	
<i>Lithothamnion cf. ishigakiense</i> Johnson, 1964				1	1.4			<i>Jania</i>	85.7	25.0	80.0
<i>Lithothamnion tectifons</i> Mastroianni, 1968				3	4.2			<i>Sporolithon</i>		25.0	
<i>Lithothamnion</i> spp.	1	14.3	1	1.4	1	20.0					
<i>Mesophyllum fructiferum</i> Airoldi, 1932				1	1.4						
<i>Jania nummulitica</i> Lemoine, 1927	2	28.6	2	2.8							
<i>Jania</i> spp.	4	57.1	16	22.2	4	80.0					
<i>Sporolithon statiellense</i> Airoldi, 1932			18	25.0							

nazione piano-parallela e abbondante matrice silto-marnosa. Il livello mostra una geometria blandamente lenticolare e un contenuto fossile assai povero, essenzialmente costituito da piccoli esemplari di *Nummulites*.

– Copertura vegetale (2.0 m)

g) Arenarie fini siltose (3.0 m), moderatamente clasate, con laminazione piano-parallela e cemento carbonatico. Il contenuto fossile comprende foraminiferi bentonici (tra cui *Operculina*, *Amphistegina*, *Nummulites fichteli*, miliolidi, rotalidi), briozoi, frammenti di gasteropodi, echinidi, serpulidi e di alghe corallinacee (riferibili a *Lithothamnion* spp., *Jania nummulitica* e *J.* spp.).

– Contatto sfumato

h) Ortoconglomerato massiccio (3.0 m), caotico, mal classato, con clasti sub-angolosi e talvolta angolosi di serpentiniti, con cemento carbonatico. In questo livello si possono osservare disperse colonie di corallo in posizione di vita, con morfologia di tipo tabular (larghezza 6-15 cm, altezza 1-2 cm). Sono inoltre diffusi: foraminiferi bentonici (tra cui *Nummulites fichteli*, *Operculina*, *Amphistegina*, miliolidi, rotalidi, textularidi, anomalinidi, acervulinidi, miniacine ed oftmalididi), serpulidi, resti di echinidi, briozoi, frammenti di bivalvi e di gasteropodi (tra cui vermetidi), ostracodi e rodoficee calcaree. L'associazione algale è costituita da *Lithothamnion peleense*, *Lt. moretii*, *Lt. cf. ishigakiense*, *Lt. tectifons*, *Lt.* spp., *Mesophyllum fructiferum*, *Jania nummulitica*, *J.* spp., *Sporolithon statiellense* (Tav. II, fig. c).

– Contatto netto erosivo

i) Arenarie fini marnoso-siltose (4.0 m), micacee, a laminazione piano-parallela, bioturbate. Il contenuto fossile è costituito da *Operculina* (molto abbondante), *Nummulites*, *Amphistegina*, miliolidi, rotalidi, acervulinidi, lepidocyclinidi (rari), bivalvi, serpulidi, briozoi e frammenti di alghe corallinacee riferibili a *Lithothamnion* spp., *Jania nummulitica* e *J.* spp.

CONSIDERAZIONI BIOSTRATIGRAFICHE

In questa sezione ricorrono sia il genere *Nummulites* (sicuramente con la specie *Nummulites fichteli*) e rari lepidocyclinidi, non meglio identificabili per il cattivo stato di conservazione e per la sfavorevole orientazione con cui si presentavano in sezione sottile. Questa associazione è riferibile all'intervallo che va dal Chattiano inferiore al Chattiano medio (in accordo con Drooger e Laagland, 1986), oppure al Rupeiano superiore - Chattiano inferiore (biozona SB22) in base alle biozonature di Cahuzac e Poignant (1997).

CONSIDERAZIONI PALEOECOLOGICHE

La fauna

L'associazione faunistica comprende echinidi, bivalvi, gasteropodi, briozoi, coralli costruttori, serpulidi, foraminiferi bentonici.

Per quanto riguarda i Coralli va notato che nel livello e sono state rinvenute colonie di tipo encrusting (indicative di alta energia e bassi tassi di sedimentazione), mentre nel livello h dominano le colonie di tipo tabular (indicatrici di moderata energia e bassi tassi di sedimentazione). Nel complesso si può quindi osservare una riduzione del tenore dell'energia in condizioni di basso tasso di sedimentazione.

La fauna a macroforaminiferi presente nei vari livelli è piuttosto diversificata e quindi verranno qui di seguito separatamente descritte e discusse le diverse associazioni.

Livelli g, h - L'associazione a macroforaminiferi è dominata da *Nummulites* al quale si associano in posizione subordinata *Operculina* ed *Amphistegina*. La diffusa presenza di *Nummulites* e la coesistenza con *Amphistegina* con gusci globulari ispessiti ed *Operculina* suggerisce una collocazione ad una profondità compresa fra 20 e 40 m (per il dettaglio delle informazioni disponibili sui diversi generi si vedano i precedenti paragrafi).

Livello i. L'associazione a macroforaminiferi è dominata da *Operculina* alla quale si associano con buona frequenza *Nummulites* ed *Amphistegina* ed assai raramente i lepidocyclinidi. Questi ultimi, per la rarità e il cattivo stato di conservazione possono essere considerati come elementi trasportati. *Amphistegina* è sempre presente con individui con gusci lenticolari e sottili, che indicano profondità comprese fra 40 e 80 m (Reiss e Hottinger, 1984) e che possono trovare confronto con le attuali *Amphistegina papillosa* ed *Amphistegina bicirculata* del Mar Rosso e Pacifico occidentale dove sono distribuite a profondità superiori a 30 m (Murray, 1991). *Operculina* è rappresentata da forme ad avvolgimento sia involuto sia evoluto, queste ultime, che diventano prevalenti al tetto del livello, sembrano essere legate a profondità maggiori di 70 m (Murray, 1991 e relativa rassegna di dati e bibliografica). Per quanto riguarda *Nummulites* si rimanda alle considerazioni esposte per i livelli c, d della sezione di Molare. Da quanto sopra esposto si può dedurre una paleobatimetria compresa fra 60 e 70 m.

La microflora

Nella sezione indagata sono presenti tre livelli (g, h, i) in diretta relazione con gli episodi di colonizzazione da parte delle associazioni bentoniche a coralli ed alghe calcaree (Corallinales) (Tab. 5).

Livello g - Il livello mostra solo pochi resti algali riferibili a *Jania* e *Lithothamnion*.

Livello h - Questo livello presenta una associazione algale abbastanza ricca e diversificata. Genere dominante è *Lithothamnion* (48.6%) rappresentato soprattutto da una notevole abbondanza di *Lt. moretii* (36.0%); tale specie colonizza con abito crostoso o crostoso-intumesciente, il sedimento e costituisce, con forme più nettamente intumescenti, rodoliti mono- e polispecifiche sia ellittiche (1.5-3 x 2-4 cm) che sferoidali (2-3 x 2-3 cm), soprattutto presenti al top del livello ed aventi nucleo costituito da frammenti di

corallo. *Lt. tectifons* e *Lt. peleense*, con esili talli crostosi, incrostano i coralli o costituiscono rodoliti ellittiche (3 x 2 cm). *Lt. cf. ishigakiense* e *Lt. spp.* sono rappresentati da sporadici frammenti su sedimento. Codominanti sono il genere *Jania* (25.0%) rappresentato da *J. nummulitica* (2.8%) e *J. spp.* (22.2%) *Sporolithon* (25.0%) rappresentato dalla sola specie *Sp. statiellense* (Tav. II, fig. c), che costituisce prevalentemente rodoliti ellittiche (2-3 x 2.5-3.5 cm) sia mono- che polispecifiche con talli crostosi di notevole spessore o crostoso-intumescenti. Occasionale è il genere *Mesophyllum* (1.4%), rappresentato da un solo esemplare crostoso riferibile a *Ms. fructiferum*.

Livello i - L'associazione algale, estremamente povera, è analoga a quella del livello g.

Dal punto di vista paleobatimetrico è possibile avanzare delle ipotesi solo per il livello h, dove la dominanza di *Lithothamnion* e la codominanza di *Sporo-*

lithon e *Jania* portano a considerazioni analoghe a quelle presentate per i livelli c-d della sezione di Molare alla quale si rimanda, va però notato che in questo caso è più elevata la percentuale di corallinacee articolate, ciò potrebbe suggerire una situazione leggermente meno profonda.

Sia le rodoliti con struttura interna raramente laminare (*Lt. tectifons* e *Lt. peleense*), più spesso laminare-colonnare (*Lt. moretii* e *Sp. statiellense*) e chiaramente colonnare nella porzione più esterna (*Lt. moretii*), sia i talli che incrostano il sedimento che hanno prevalente morfologia crostosa o crostosa-intumescente e che quasi mai costituiscono strutture a talli sovrapposti, suggeriscono condizioni di energia moderata, mentre la significativa presenza di corallinacee articolate potrebbe far propendere per un regime idrodinamico moderato-alto (Bosellini e Ginsburg, 1971; Poignant, 1976; Buchbinder, 1977; Ghose, 1977; Wray, 1977; Bosence, 1983, 1991).

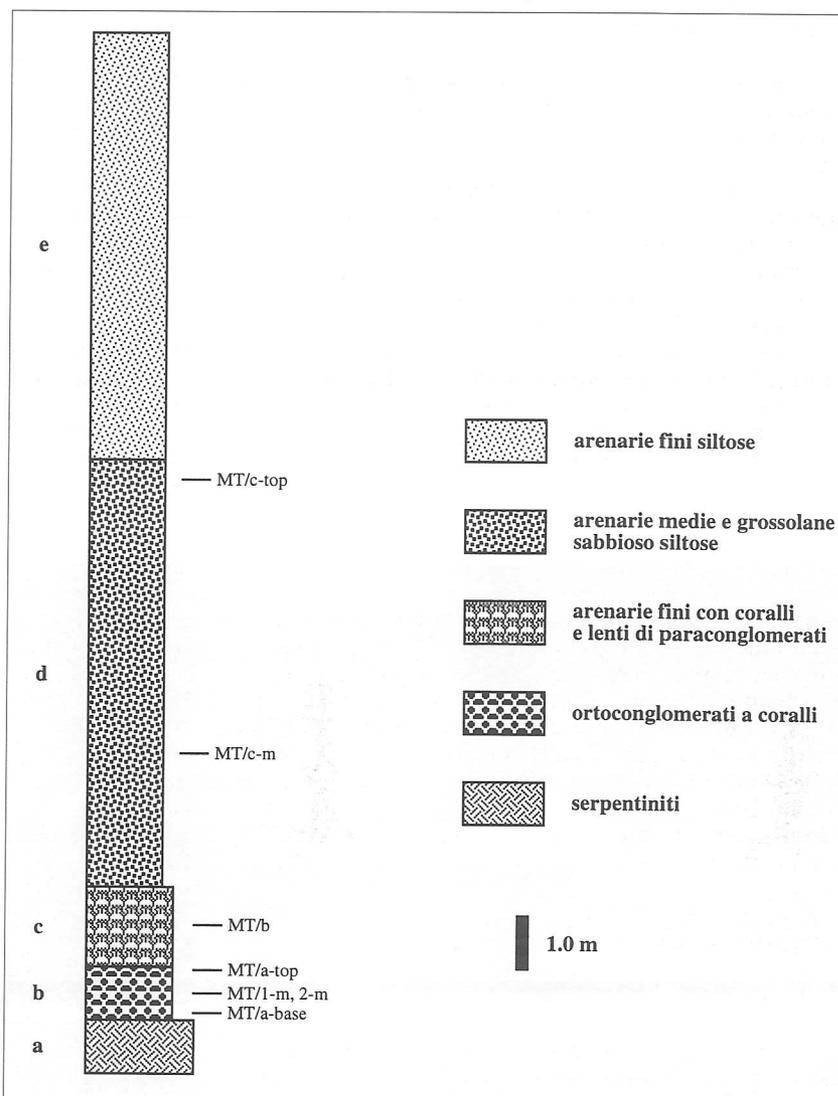


Fig. 9 - Colonna litostratigrafica della sezione di Moglia Tagliarina.

Tab. 6 - Frequenza delle specie e dei generi di Corallinales nei diversi livelli della sezione di Moglia Tagliarina. Per il significato delle sigle si veda la didascalia di Tab. 1.

Sezione di Moglia Tagliarina	Livelli	b		c		d		Generi	%	%	%
		n	%	n	%	n	%				
<i>Spongites albanensis</i> (Lemoine) Braga et al., 1993		1	12.5					<i>Spongites</i>	12.5		
<i>Lithothamnion undulatum</i> Capeder, 1900		2	25.0					<i>Lithothamnion</i>	37.5	32.0	6.2
<i>Lithothamnion peleense</i> Lemoine, 1917				3	6.0			<i>Mesophyllum</i>	12.5		
<i>Lithothamnion moretii</i> Lemoine, 1927				13	26.0			<i>Jania</i>	37.5	64.0	93.8
<i>Lithothamnion</i> spp.		1	12.5			1	6.2	<i>Sporolithon</i>		4.0	
<i>Mesophyllum fructiferum</i> Airoldi, 1932		1	12.5								
<i>Jania nummulitica</i> Lemoine, 1927		1	12.5	4	8.0	2	12.5				
<i>Jania</i> spp.		2	25.0	28	56.0	13	81.3				
<i>Sporolithon</i> cf. <i>statiellense</i> Airoldi, 1932				2	4.0						

LA SEZIONE DI MOGLIA TAGLIARINA (Con il contributo di P. Mirabelli)

La sezione (Figg. 1, 9, Tab. 6) affiora poco a Sud di Cascina Moglia Tagliarina (circa 500 m ad Ovest rispetto alla sezione precedente), risalendo il versante a partire da una piccola costruzione sulla strada e si sviluppa per una potenza complessiva di circa 18 m. Dal basso verso l'alto si possono osservare:

a) Serpentiniti massicce.

– Superficie di nonconformity

b) Alternanza di strati decimetrici di ortoconglomerati fini a coralli e di ortoconglomerati grossolani con lenti di arenarie (1.0 m). I conglomerati fini sono monogenici, eterometrici, caotici, con clasti sub-angolosi di serpentiniti e quarzo, con frazione legante costituita da matrice arenacea a cemento calcitico. In questi orizzonti sono presenti numerose colonie di corallo ad abito di tipo encrusting (larghezza 10-

15 cm, altezza 1-2 cm) in posizione di vita; si incontrano inoltre abbondanti pezzami di coralli ad abito robust-branching (lunghi da 2 a 4 cm e con diametro di 1 cm circa) per lo più disposti casualmente nel sedimento. In taluni casi alcuni pezzi sembrano disposti in modo da suggerire che si tratti di resti in posizione di vita e che quindi si tratti di colonie ramosse frammentate in situ e quindi sostanzialmente autoctone. Il conglomerato grossolano è poligenico, caotico, a matrice arenacea, con clasti da sub-angolosi a sub-arrotondati, di serpentiniti e quarzo. Oltre ai coralli, il contenuto fossile del livello comprende bivalvi, resti di echinidi, briozoi, frammenti di gasteropodi, foraminiferi bentonici (tra cui *Nummulites fichteli*, *Operculina*, *Amphistegina*, *Nephrolepidina*, miliolidi, rotalidi, acervulinidi, textularidi), numerosissimi serpulidi, ostracodi e alghe corallinacee. L'associazione algale è costituita da frammenti riferibili a *Spongites albanensis*, *Lithothamnion un-*



Fig. 10 - Colonie di corallo che colonizzano i sedimenti arenacei, livello c della sezione di Moglia Tagliarina.

dulatum (Tav. II, fig. d), *Lt. spp.*, *Mesophyllum fructiferum*, *Jania nummulitica*, *J. spp.*

– Contatto netto erosivo

c) Arenarie fini (1.5 m - Fig. 10) con accenni di stratificazione incrociata a basso angolo, passanti verso l'alto ad arenarie grossolane. Nell'orizzonte si intercalano lenti di paraconglomerati, con laminazione piano-parallela, mal classati, con clasti appiattiti di serpentiniti e con matrice argilloso-siltosa. Nelle arenarie fini si possono osservare frequentemente colonie di corallo in posizione di vita, con morfologia di tipo massivo (larghezza 25-30 cm, altezza 10-15 cm). Oltre ai coralli, sono presenti e diffusi in tutto il livello briozoi, frammenti di bivalvi e gasteropodi (tra cui vermetidi), resti di echinidi, serpulidi (molto abbondanti), foraminiferi bentonici (tra cui *Amphistegina*, *Operculina*, miliolidi, rotalidi, textularidi, miniacine ed acervulinidi che a volte formano piccole oncoliti) e Corallinales. L'associazione algale è formata da *Lithothamnion peleense*, *Lt. moretii*, *Jania nummulitica* e *J. spp.*, *Sporolithon cf. statiellense*.

– Contatto sfumato

d) Arenarie sabbioso-siltose (8.0 m), da medie a grossolane, matrice-portanti, con sottili laminazioni piano-parallele, con intercalazioni di lenti arenacee ben cementate nella parte basale e conglomeratiche nelle parte sommitale. Il contenuto fossile comprende resti carboniosi, gasteropodi, bivalvi, resti di echinidi, briozoi, serpulidi, foraminiferi bentonici (tra cui *Amphistegina*, *Operculina*, *Nummulites fichteli*, *Nummulites vascus*, rotalidi, miliolidi) e rodoficee calcaree prevalentemente riferibili alle corallinacee articolate (*Jania nummulitica*, *J. spp.*) e ad un solo frammento attribuibile al genere *Lithothamnion*.

– Contatto netto non erosivo

e) Arenarie siltose (8.0 m), con laminazione piano-parallela, bioturbate, mal classate, con dispersi grandi clasti. Sono presenti miliolidi, *Operculina*, *Nummulites*, resti di bivalvi, resti di echinidi, serpulidi e rari talli di alghe corallinacee.

CONSIDERAZIONI BIOSTRATIGRAFICHE

La diffusa e concomitante presenza di *Nummulites fichteli*, *Nummulites vascus* e *Nephrolepidina* consente di riferire la sezione ad un intervallo di tempo che va dal Chattiano inferiore al Chattiano medio (in accordo con le zonazioni di Drooger e Laagland, 1986) o dal Rupeliano superiore al Chattiano inferiore (biozona SB22 di Cahuzac e Poignant, 1997).

CONSIDERAZIONI PALEOECOLOGICHE

La fauna

Le componenti di maggior interesse sono i coralli ed i macroforaminiferi. La corallofauna ricorre in due livelli con caratteri leggermente differenti, infatti nel livello b è formata da colonie di tipo encrusting associate a colonie di tipo robust-branching, che indi-

cano livelli energetici da moderati ad alti e tassi di sedimentazione da bassi a moderati; mentre nel successivo livello c è formata da colonie massive, che suggeriscono energia da moderata ad alta e bassi tassi di sedimentazione.

Le faune a macroforaminiferi sono piuttosto diversificate da livello a livello e quindi verranno qui di seguito discusse separatamente.

Livello b - La biofacies a macroforaminiferi è formata da *Nummulites*, *Operculina*, *Amphistegina* e *Nephrolepidina*. Questa associazione è confrontabile con quella rinvenuta nei livelli d-e della sezione Fornaca 1 e b-c della sezione Fornaca 2, dalle quali differisce per la presenza di *Nummulites* e per l'assenza di *Eulepidina*. Nel complesso si potrebbero quindi ipotizzare condizioni analoghe a quelle proposte per le dette sezioni, ovvero un ambiente con alta energia ed ubicato ad una profondità compresa fra 5 e 15 m.

Livello c - La biofacies a macroforaminiferi è costituita da *Amphistegina* e *Operculina*, che può trovare una buona analogia con l'attuale «*Amphistegina lessonii* association» riportata per il Mare di Banda (a SE della Nuova Guinea) da Murray (1991) e da questi riferita a profondità comprese fra 0 e 10 m. Va inoltre ricordato che la diffusa presenza di *Amphistegina* suggerisce condizioni di alta energia ed una batimetrica compresa fra 5 e 20 m (in accordo con Murray, 1973; Chaproniere, 1975). Tenuto conto di quanto sopra esposto si possono ipotizzare condizioni di alta energia ed una profondità compresa fra 5 e 10 m.

Livello d - La biofacies a macroforaminiferi di questo livello è ben assimilabile a quella descritta e discussa per i livelli g-h della sezione di Bosco della Chiesa, per i quali sono state ipotizzate profondità comprese fra 20 e 40 m.

La microflora

Livello b - Sono presenti (Tab. 6) solo rari frammenti in pessimo stato di conservazione di *Spongites albanensis* e *Mesophyllum fructiferum* incrostanti il sedimento ed una rodolite costituita da *Lithothamnion undulatum* con a nucleo un tallo intumescente riferibile al genere *Lithothamnion* (Tav. II, fig. d). Rare le corallinacee articolate riferibili al solo genere *Jania*. L'esiguità del materiale a disposizione non consente una interpretazione paleoecologica.

Livello c - Le alghe sono poco diversificate a livello generico ma rappresentate da un buon numero di individui. Dominante è la presenza di corallinacee articolate riferibili al genere *Jania* (64.0%), codominante è *Lithothamnion* (32.0%) presente con due specie, delle quali la più abbondante è *Lt. moretii* (26.0%) che con forme crostoso-intumescenti ed intumescenti colonizza il sedimento e più frequentemente forma noduli sparsi o piccole rodoliti sferoidali (1 cm di diametro) o ellittiche (4 x 3 cm) con nucleo costituito da frammenti di corallo; *Lt. peleense* si incrosta, con talli crostosi, sul sedimento. Accessoria è la presenza di *Sporolithon cf. statiell-*

lense (4.0%) che costituisce una piccola rodolite (1 cm di diametro) attorno ad un frammento di corallo. Il livello c, oltre ad una grande abbondanza di corallinacee articolate, che generalmente vivono a limitate batimetrie ed in tenori idrodinamici abbastanza elevati (Ghose, 1977; Wray, 1977), mostra una codominanza di *Lithothamnion* ed una accessoria presenza di *Sporolithon*. La codominante presenza di generi prevalentemente batifili in acque calde (Adey, 1979; Adey *et al.*, 1982; Minnery *et al.*, 1985; Bosence, 1991; Perrin *et al.*, 1995) e l'assenza di generi di corallinacee non articolate più tipicamente eliofili pone, in parte, la stessa problematica evidenziata nella sezione di Molare. Da un punto di vista idrodinamico l'associazione del livello c permette di ipotizzare, sia per la grande abbondanza di frammenti di corallinacee articolate, sia per la presenza di rodoliti di tipo laminare-globulare, condizioni di energia da media a medio-alta (Bosellini e Ginsburg, 1971; Ghose, 1977; Wray, 1977; Bosence, 1983, 1991).

Livello d - L'associazione è caratterizzata da una notevole abbondanza del genere *Jania* (93.8%) e da un solo frammento riferibile al genere *Lithothamnion*; si possono quindi supporre acque relativamente superficiali e condizioni di buon idrodinamismo, considerando la significativa presenza di internodi di corallinacee articolate (Ghose, 1977; Wray, 1977).

CONCLUSIONI PALEOECOLOGICHE

Le flore e le faune considerate nei paragrafi precedenti delineano alcuni caratteri sicuramente comuni a tutte le diverse sezioni (condizioni climatiche e di salinità) e consentono di disegnare degli scenari paleoambientali abbastanza diversificati da zona a zona per quanto concerne le paleoprofondità, i regimi energetici e, in alcuni casi, i tassi di sedimentazione.

Rodoficee calcaree, macroforaminiferi e coralli complessivamente indicano che la zona in esame era, durante l'Oligocene, caratterizzata da acque calde, ben ossigenate ed illuminate ed a salinità oceanica normale. Queste informazioni suggeriscono di collocare l'area esaminata in un ambito climatico di tipo tropicale-subtropicale, ciò è in buon accordo con le ricostruzioni paleoclimatiche e paleoambientali proposte da Dott e Batten (1988) e Dercourt *et al.* (1993). Di seguito verranno presentati sinteticamente i dati disponibili e saranno descritti i diversi quadri paleoambientali così come deducibili dal complesso di informazioni disponibili e delle conseguenti considerazioni paleoecologiche (per il dettaglio delle informazioni si vedano i precedenti paragrafi). Per le sezioni 1 e 2 di Cascine Fornaca e per le sezioni di Bosco della Chiesa e Moglia Tagliarina verranno presentate separatamente le rassegne sintetiche dei dati, mentre, per la vicinanza geografica delle sezioni (rispettivamente Cascina Fornaca 1 e 2; Bosco della Chiesa e Moglia Tagliarina), gli scenari paleoambientali saranno descritti in una unica trattazione.

Sezione di Molare

Livello c. Profondità: sulla base delle indicazioni fornite dai macroforaminiferi (5-30 m), dai coralli (optimum entro 20 m), dalle evidenze sedimentologiche (sequenze di alluvial fan distale o di fan delta prossimale, sensu Stow, 1986) è ipotizzabile una paleoprofondità di 5-15 m; in questo contesto l'associazione algale dominata da generi attualmente batifili può essere ritenuta a comportamento aberrante. Energia: le indicazioni fornite dai diversi taxa sono un poco discordanti; complessivamente si possono ipotizzare condizioni di idrodinamismo variabile da moderato ad alto. Sedimentazione: le corallofaune indicano condizioni di bassi tassi di sedimentazione.

Livello d. Profondità: i macroforaminiferi suggeriscono un range compreso fra 5 e 30 m, l'associazione algale è costituita da taxa sia batifili sia eliofili (subordinati ma più abbondanti rispetto al livello precedente), le evidenze sedimentologiche suggeriscono un trend di approfondimento, da ciò possiamo ipotizzare una paleoprofondità di 15-30 m. Energia: le indicazioni date dai diversi taxa sono discordanti, per la presenza di abbondanti matrici pare più ragionevole proporre condizioni di moderata energia, quindi in accordo con quanto suggerito dalla flora a rodoficee calcaree.

La sezione di Molare evidenzia quindi una sequenza trasgressiva che si sviluppa a partire da sistemi di conoidi alluvionali sommerse e progradanti verso mare, sulle quali va a svilupparsi una discreta attività bioerale che vede protagonisti i coralli coloniali in associazione con le rodoficee calcaree. Le prime fasi di colonizzazione si dovevano essere sviluppate a una profondità di 5-15 m, in condizioni di bassa sedimentazione ed energia variabile, forse discontinua, ma comunque sempre almeno moderata. Successivamente si assiste ad un progressivo approfondimento che porta al soffocamento delle biocostruzioni e al delinarsi di fondali ubicati a 15-30 m e soggetti a moderata energia. Nell'evoluzione descritta le modificazioni che subiscono le flore a rodoficee calcaree (nella prima fase sono presenti quasi esclusivamente i taxa batifili, mentre successivamente ricorrono anche quelli eliofili) sembra ben accordarsi con un progressivo processo di riequilibrio termica delle masse d'acqua, infatti nella fase iniziale di colonizzazione l'influenza delle acque provenienti dal continente era sicuramente più marcata mentre nella seconda (di soffocamento) per l'approfondimento e quindi per la relativa migrazione verso il bacino delle biocostruzioni, doveva essere più attenuata e quindi non più in grado di inibire la diffusione dei taxa più tipicamente superficiali.

Sezione di Prasco

Livello b. Per questo livello i dati sono estremamente scarsi, si può però rilevare come l'associazione algale indichi condizioni decisamente superficiali (ad

esempio per la presenza di taxa eliofilii quali *Neogoniolithon* e *Lithophyllum*).

Livello c. Profondità: dai macroforaminiferi si può dedurre un range che va da 5 a 30 m e le flore algali suggeriscono situazioni molto superficiali, si tratta di indicazioni in buon accordo con la presenza di coralli costruttori e con le evidenze sedimentologiche; da ciò possiamo ipotizzare una paleoprofondità di 5-15 m. Energia: il complesso delle indicazioni è coerente con un livello energetico alto e probabilmente discontinuo nel tempo. Sedimentazione: le corallofaune indicano bassi tassi di sedimentazione.

La sezione di Prasco descrive una sequenza trasgressiva che vede lo sviluppo di un corpo bioermale a partire da un orizzonte terrigeno depositatosi a bassa profondità (riferibile, sulla base di quanto ipotizzato per il successivo livello ad una batimetrica probabilmente non superiore a 5 m) e forse stabilizzato dalla proliferazione di specie «induritrici di fondali» (per confronti si veda in Fravega e Vannucci, 1987) quali *Lithophyllum contii*. L'attività dei costruttori si doveva svolgere poi ad una profondità di 5-15 m, in condizioni di alta energia e di bassi tassi di sedimentazione, nel complesso quindi condizioni ottimali per la formazione di un complesso recifale. L'associazione algale del complesso recifale è estremamente caratteristica, in quanto non solo è dominata da taxa eliofilii ma annovera un cospicuo numero di esemplari della specie *Lithothamnion tectifons*, che sembra essere tipica di ambiente di scogliera; in questo quadro ben si inserirebbe anche la significativa presenza di talli crostoso-laminari (nella fattispecie *Mesophyllum* cf. *rigidum*) che andavano a colonizzare gli orizzonti terrigeni intercalati al corpo carbonatico, stabilizzandoli e quindi favorendo la diffusione della scogliera. Il ciclo bioermale si conclude poi con un rapido sprofondamento che porta ad un veloce annegamento della biocostruzione.

Sezioni di Cascine Fornaca

Sezione 1

Livello b. Le uniche indicazioni disponibili provengono dalla corallofauna che suggerisce una limitata profondità, energia da moderata ad alta e bassi tassi di sedimentazione.

Livello c. Anche in questo caso le informazioni deducibili sono limitate, in particolare possiamo solamente supporre condizioni di alta energia.

Livello d. Profondità: in base alla associazione a macroforaminiferi (che suggerisce un intervallo batimetrico compreso fra 5 e 15 m), alla presenza di una diffusa fauna a coralli costruttori e tenuto conto delle evidenze sedimentologiche (conoidi alluvionali poste al limite delle aree emerse e rielaborate dalla dinamica marina), si possono ipotizzare paleobatimetrie di circa 10 m. Tale range batimetrico non trova riscontro, come nella sezione di Molare, con le indicazioni fornite dalla flora algale. Energia: le indicazioni sono discordanti, ma per la presenza di sedimenti ricchi in matrici fini ci pare ragionevole

proporre condizioni di moderata energia. Sedimentazione: bassa, sulla base delle corallofaune.

Livello e. Profondità: i dati a disposizione sono del tutto analoghi a quelli disponibili per il precedente livello, fatta eccezione per una maggiore diffusione dei taxa eliofilii nell'ambito della associazione a rodoficee calcaree. Ciò consente di ipotizzare una paleobatimetria di circa 15 m. Energia: le indicazioni non sono completamente concordanti, nel complesso si possono supporre condizioni moderato-alte. Sedimentazione: le corallofaune suggeriscono bassi tassi deposizionali.

Sezione 2

Livello b. Profondità: i macroforaminiferi suggeriscono una batimetria compresa fra 5 e 15 m, si tratta quindi di dati in buon accordo con la presenza di una fauna a coralli costruttori e che, se si tiene conto delle evidenze litostratigrafiche (fase iniziale della trasgressione), consentono di ipotizzare una paleobatimetria di 5-10 m; relativamente alle indicazioni batimetriche fornite dalle associazioni algali valgono le stesse osservazioni effettuate per la sezione precedente. Energia: le indicazioni non sono completamente concordanti, ma per la presenza di sedimenti relativamente grossolani e ben lavati ci pare ragionevole proporre condizioni di energia da moderato-alta ad alta. Sedimentazione: bassa, sulla base delle corallofaune.

Livello c. Profondità: i dati a disposizione sono analoghi a quelli disponibili per il precedente livello, quindi, tenendo in conto l'evidente trend di approfondimento, si può ipotizzare una paleobatimetria di 10-15 m. Energia: le indicazioni non sono completamente concordanti, nel complesso si possono supporre condizioni moderato-alte.

Le sezioni di Cascine Fornaca descrivono una successione trasgressiva che si sviluppa su un substrato irregolare caratterizzato da alti e bassi morfologici. Nelle depressioni (sezione 1) andavano dapprima ad accumularsi, dopo brevissimo trasporto, depositi breccioidi derivanti dallo smantellamento del substrato, in queste zone la trasgressione investe quindi sia il substrato in affioramento sia gli accumuli di breccie e proprio su questi fondali si avvia la colonizzazione ad opera dei coralli costruttori (liv. b di sez. 1); si tratta di un ambiente con energia da moderata ad alta e bassi tassi di sedimentazione per il quale si possono azzardare profondità di 1-5 m. Al di sopra iniziava la sedimentazione terrigena legata alla progradazione dei complessi di fan delta (liv. c di sez. 1) che veniva costretta all'interno delle depressioni e che doveva determinare fondali ghiaiosi soggetti ad alta energia e probabilmente a profondità di 5-10 m (anche questo valore è fortemente ipotetico). A questo punto, nelle zone di alto (sezione 2) si assiste all'arrivo del mare con conseguente sviluppo di condizioni adatte alla proliferazione di corallofaune che vanno ad insediarsi direttamente sulle rocce del substrato e che vanno poi ad intercalarsi alla successiva sedimentazione arenacea; si delinea così un ambiente (liv. b di sez. 2) con profondità di 5-10 m.

Contemporaneamente nelle depressioni, ormai quasi colmate, si assiste ad un chiaro e progressivo approfondimento, marcato dalla dominanza di una sedimentazione arenacea nella quale si intercalano colonie di corallo; si instaura così un ambiente (liv. d di sez. 1) a bassa sedimentazione, moderata energia e profondità di circa 10 m. Successivamente la dinamica deposizionale tende sempre più ad uniformarsi e quindi si vengono a sedimentare coltri arenacee da medie a fini, in una sequenza chiaramente di approfondimento, che rappresentano il fondale di un ambiente (liv. e di sez. 1, liv. c di sez. 2) ubicato a 10-15 m di profondità, soggetto a bassi tassi di sedimentazione e ad un regime energetico moderato-alto. Infine la sedimentazione diviene uniforme in tutta l'area e si determina un marcato approfondimento con la deposizione di peliti (liv. f di sez. 1, liv. d di sez. 2).

Sezioni di Bosco della Chiesa e di Moglia Tagliarina

Bosco della Chiesa

Livello e. Le corallofaune suggeriscono acque poco profonde (probabilmente circa 20 m), condizioni di alta energia e bassi tassi di sedimentazione.

Livello g. Anche in questo caso disponiamo di poche informazioni, in particolare si possono dedurre, sulla base dei macroforaminiferi, paleoprofondità di 20-40 m.

Livello h. Profondità: le faune a macroforaminiferi suggeriscono una profondità di 20-40 m, la presenza di coralli costruttori e le evidenze litostratigrafiche testimonianti una temporanea superficializzazione, ci suggeriscono una paleoprofondità di 20-30 m; in tale contesto le corallinacee non articolate e le spolitacee assumono lo stesso significato di quelle della sezione di Molare, anche se la significativa presenza di corallinacee articolate potrebbe indicare situazioni di maggiore superficialità. Energia: le corallofaune suggeriscono condizioni di moderata energia, mentre la flora algale indica un alto livello idrodinamico. Sedimentazione: sulla base dei coralli costruttori si possono dedurre condizioni di bassi tassi di sedimentazione.

Livello i. Gli unici dati disponibili riguardano i macroforaminiferi che testimoniano condizioni di sensibile profondità (40-70 m), in accordo con le evidenze sedimentologiche.

Moglia Tagliarina

Livello b. Profondità: le informazioni disponibili derivano esclusivamente dalle faune a macroforaminiferi che potrebbero suggerire un intervallo batimetrico compreso fra 5 e 15 m. Accordando questa indicazione, che è in buon accordo con la presenza di coralli costruttori, con le evidenze sedimentologiche che suggeriscono condizioni molto superficiali è possibile supporre una paleoprofondità di circa 5 m. Energia: è ipotizzabile un regime energetico da moderato ad alto con andamento pulsante. Sedimentazione: sono deducibili tassi di sedimentazione va-

riabili da bassi a moderati, con temporanei aumenti responsabili della frammentazione in situ delle colonie di corallo ramoso.

Livello c. Profondità: i macroforaminiferi indicano batimetriche comprese fra 5 e 10 m e tenuto conto sia delle evidenze sedimentologiche, che suggeriscono condizioni batimetriche più profonde rispetto al precedente livello, sia della presenza di coralli costruttori, si possono ipotizzare paleobatimetrie comprese fra 5 e 10 m; le indicazioni fornite dalle alghe calcaree sono analoghe a quelle suggerite per il livello h di Bosco della Chiesa e per la sezione di Molare. Energia: le informazioni disponibili sono concordi nell'indicare regimi energetici da moderati ad alti. Sedimentazione: bassi tassi deposizionali sono deducibili dalle corallofaune.

Livello d. Profondità: le faune a macroforaminiferi sembrano indicare una profondità di circa 20-40 m, mentre le flore algali suggeriscono condizioni piuttosto superficiali essenzialmente per la notevole abbondanza di corallinacee articolate, considerate presenti a limitata batimetria (Ghose, 1977; Wray, 1977); in particolare Ghose (1977) riferisce che Cloud (1952) e Johnson (1957) affermano che negli ambienti reefali le corallinacee articolate in generale vivono entro i primi 30 m, con massima diffusione fra 20 e 25 m. Complessivamente e considerando che le evidenze sedimentologiche testimoniano un graduale processo di approfondimento, si può supporre una paleoprofondità 20-30 m. Energia: le uniche informazioni convincenti sono quelle offerte dalle rodoficee calcaree che indicano un regime energetico abbastanza elevato.

Le sezioni di Bosco della Chiesa e di Moglia Tagliarina descrivono l'evoluzione dell'evento trasgressivo oligocenico, evidenziando come questo si sviluppò invadendo progressivamente aree coperte da coltri alluvionali adiacenti ad altre prive di sedimenti. La sezione di Bosco della Chiesa (da qui in poi, in questo paragrafo, indicata per brevità con la sigla BC) mostra come sul substrato pre-oligocenico si erano depositati corpi di alluvial fan (liv. b-c di sez. BC) che dovevano essere coevi con le prime fasi di trasgressione documentate invece nella sezione di Moglia Tagliarina (da qui in poi, in questo paragrafo, indicata per brevità con la sigla MT) dove si assiste allo sviluppo dei primi insediamenti bioermali (liv. b di sez. MT). L'ambiente marino così formatosi era caratterizzato da energia da moderata ad alta e da tassi di sedimentazione da bassi a moderati, con occasionali intensi apporti che andavano a soffocare, temporaneamente, le colonie di corallo, causando frequentemente la frammentazione delle forme ramosi; si doveva trattare di un ambiente di profondità molto bassa, forse non eccedente 5 m. Successivamente, sulle zone alluvionali continuava la deposizione delle conoidi (liv. d di sez. BC) che probabilmente iniziavano a progredire lateralmente invadendo le aree sommerse dove, in probabile eteropia, si sedimentavano lentamente coltri clastiche fini (liv. c di sez. MT) che costituivano fondali ubicati ad una profondità di 5-10 m e soggetti a regimi energetici da moderati ad

alti. Con l'avanzare della trasgressione anche le aree ancora ricoperte solamente dagli apparati alluvionali, venivano sommerse (liv. e-f-g-h di sez. BC); il fenomeno non doveva essere progressivo e continuo ma piuttosto ad andamento altalenante, come testimoniato da temporanei momenti di superficializzazione (ad es. liv. h di sez. BC), le profondità raggiunte oscillavano quindi fra 20 e 30 m ed i fondali così costituiti dovevano essere interessati da livelli energetici da moderati ad alti e da tassi di sedimentazione generalmente bassi. Lateralmente (liv. d di sez. MT) si realizzava un ambiente di analoga profondità, che probabilmente risentiva in modo meno evidente delle temporanee superficializzazioni e che era interessato da elevata energia. Infine tutto il settore veniva interessato da una decisa fase di approfondimento che ne provocava il definitivo annegamento (liv. i di sez. BC, liv. e di sez. MT), portando i fondali a profondità di 40-70 m.

NOTA SULL'AUTOECOLOGIA DI ALCUNE SPECIE DI CORALLINACEE

Nelle sezioni qui descritte, la Formazione di Molare esordisce con successioni di alluvial-fan e di fan-delta sulle quali si accumulano poi sedimenti che testimoniano una notevole diversificazione degli ambienti deposizionali e che, in alcuni casi, vedono lo sviluppo di comunità bentoniche a coralli costruttori, macroforaminiferi e rodoficee, che portano alla formazione di grandi complessi bioermali o di più modesti episodi carbonatici biocostruiti intercalati in una successione prevalentemente terrigena.

Nelle sezioni qui descritte, fortemente terrigene, gli insediamenti a coralli e rodoficee calcaree non arrivano mai a costituire strutture bioermali di notevole sviluppo latero-verticale, tuttavia danno luogo ad interessanti situazioni di colonizzazione.

Le informazioni paleoambientali, desunte dalle faune a coralli e macroforaminiferi, dalle flore a rodoficee calcaree e dalle caratteristiche tessiturali dei sedimenti, hanno permesso di formulare, come si è visto poco sopra, ipotesi relative a clima, batimetria, idrodinamismo e tasso di sedimentazione dell'ambiente deposizionale.

In tutte le sezioni stratigrafiche indagate, tranne che in quella di Prasco, i generi di Corallinales più abbondanti sono quelli che attualmente, in acque intertropicali, si trovano maggiormente diffusi a batimetrie più profonde rispetto a quelle che vengono suggerite da altri taxa. È inoltre importante sottolineare come i generi eliofili in acque calde (ad es. *Lithophyllum* e *Neogoniolithon*) siano poco diffusi o assenti. La significativa presenza dei primi ci ha portato ad avanzare le ipotesi discusse per la sezione di Molare ed in parte già precedentemente avanzate per altri settori del B.T.P. (Vannucci *et al.*, 1993).

A questo riguardo va ricordato che situazioni in cui le associazioni algali, se interpretate su rigorose basi attualistiche, contrastano con le batimetrie dedotte in altro modo non sono infrequenti. Ne sono un esempio quelle riconosciute nei patch reef eocenici del

Bacino di Vic (Spagna nord-orientale) da Taberner e Bosence (1985) e nei corpi carbonatici a rodoliti eocenici di Krappfeld (Austria meridionale) da Rasser (1994).

Soltanto nella sezione di Prasco la buona diffusione di *Lithophyllum* e la sporadica presenza di *Neogoniolithon*, peraltro già segnalato nel B.T.P. da Mastroirilli (1968) in un sito presso Case Galli e abbondantemente ritrovato nelle facies recifali di Costa d'Ovada (Vannucci, dati inediti) può essere imputato o ad un controllo di tipo ecologico (ma in questo caso non è per nulla chiaro di quale fattore si potesse trattare) e/o alle fasi iniziali di diffusione areale di *Neogoniolithon* (a questo proposito va ricordato che secondo Poignant (1977), questo genere compare alla base del Paleocene). Se fosse vera la seconda ipotesi allora si potrebbe pensare che i generi attualmente più profondi, in assenza di un così efficiente competitore, potessero avere un più ampio range batimetrico rispetto all'attuale, andando così ad occupare nicchie ecologiche superficiali.

Nell'ambito dell'associazione a Corallinales, possiamo osservare che tra le 35 specie riscontrate in tutte le situazioni indagate quelle maggiormente diffuse sono, in ordine di importanza decrescente, *Lithothamnion moretii* e *Lt. cf. moretii* (81 talli complessivamente), *Mesophyllum fructiferum* (51 talli) e *Spongites albanensis* (18 talli).

Lithothamnion moretii e *Lt. cf. moretii*, complessivamente abbondantemente diffusi in tutte le sezioni, eccetto che in quella di Prasco, costituiscono talli crostosi più o meno spessi e talli crostoso-intumescenti che si accrescono sul sedimento e che in taluni casi costituiscono rodoliti aventi un nucleo che può essere di volta in volta costituito da frammenti di corallo o anche da talli della stessa specie. *Mesophyllum fructiferum*, anch'esso assente nella sezione di Prasco, è presente in percentuale limitata nella sezione di Bosco della Chiesa ed in quella di Moglia Tagliarina ed è più o meno abbondantemente rappresentato nelle restanti sezioni fino ad essere la specie dominante nella sezione di Molare. Tale specie forma croste spesse e intumescenti che, talvolta anastomizzate, si accrescono sul sedimento. *Spongites albanensis*, assente nella sezione di Bosco della Chiesa e comunque sempre presente con pochi esemplari, costituisce talli da crostosi a crostoso-intumescenti in grado di accrescersi tanto sul sedimento quanto sulle colonie di corallo. In alcuni casi può anche costituire strutture rodolitiche. Le tre specie più importanti, *Lithothamnion moretii*, *Lt. cf. moretii* e *Mesophyllum fructiferum*, sono tutte assenti nella sezione di Prasco. È quindi possibile evidenziare un trend tale per cui quando dominano le specie eliofile tali specie non sono presenti. La poco significativa presenza di *Spongites albanensis* riconosciuta però in quasi tutte le sezioni potrebbe sottolineare la forte capacità adattativa di tale specie.

Anche se meno significativa, se considerata nel contesto di tutte le situazioni analizzate, è ugualmente importante la specie *Lithothamnion tectifons* particolarmente abbondante nell'ambito del livello c della sezione di Prasco. La codominanza del genere

Lithothamnion in un orizzonte dominato da taxa più tipicamente superficiali (*Lithophyllum* e corallinacee articolate), potrebbe essere spiegata invocando un controllo di tipo autoecologico. Infatti va notato che la grande maggioranza dei talli riferibili al genere *Lithothamnion* è riferibile alla specie *Lt. tectifons*, la quale è anche la più diffusa nelle situazioni studiate nella Val Lemme (Fravega *et al.*, 1988) e nella parte basale della successione di ponte Prina (Fravega *et al.*, 1987). In entrambe le citate situazioni si possono osservare insediamenti a coralli costruttori e rodoficee calcaree sviluppatasi su corpi clastici grossolani stabilizzati, costituenti fondali ad una profondità non superiore a 20-30 m e spazzati da correnti. Si potrebbe quindi supporre che la specie in questione abbia avuto una nicchia ecologica diversa rispetto agli standards del genere al quale appartiene. In altre parole che *Lithothamnion tectifons* fosse ben adattato a vivere in condizioni di acque superficiali, agitate, calde e con fondali costituiti da accumuli ghiaioso-ciottolosi più o meno consolidati. Sempre nello stesso livello, la significativa presenza di *Mesophyllum rigidum* abbondantemente presente negli orizzonti terrigeni costituiti da arenarie grossolane potrebbe essere giustificata ipotizzando un controllo edafico in quanto tale specie ad habitus crostoso-laminare potrebbe assumere la funzione di colonizzatore di fondi mobili.

RINGRAZIAMENTI

Gli autori desiderano ringraziare il Prof. F. Barattolo (Napoli) per l'accurata e proficua lettura critica.

BIBLIOGRAFIA

- Adey, W.H., 1979. Crustose coralline algae as microenvironmental indicators for the Tertiary. In: J. Gray, e A.J. Boucot (Eds.), Historical biogeography. Plate Tectonic and Changing Environment. Oregon State Univ. Press, Corvallis, U.S.A., 459-464.
- Adey, W.H., e Macintyre, I.G., 1973. Crustose Coralline Algae: A Re-evaluation in the Geological Sciences. Bull. geol. Soc. Amer., 84 (3): 883-904.
- Adey, W.H., Townsend, R.A., e Boykins, W.T., 1982. The crustose coralline algae (Rhodophyta: Corallinaceae) of the Hawaiian Islands. Smithsonian Contr. Marine Sci., 15: 1-74.
- Airoldi, M., 1932. Contributo allo studio delle Corallinacee del Terziario italiano. 1° Le Corallinacee dell'Oligocene ligure-piemontese. Palaeontographia ital., Mem. Paleont., 33: 55-83.
- Bianco, P., 1985. Nota preliminare sulla biostratigrafia dell'area di Spigno Monferrato, Pareto e Mioglia (Alpi Liguri - Italia nord-occidentale). Atti Accad. naz. Lincei, Rend. (Cl. Sci. fis. mat. nat.), 78 (1-2): 34-43.
- Biella, G.C., Gelati, R., Mancuso, M., Massiotta, P., e Scarascia, S., 1987. The structure of the upper crust in the Alps-Appennine boundary region deduced from refraction seismic data. Tectonophysics, 142: 71-85.
- Bosellini, A., e Ginsburg, R.N., 1971. Form and internal structure of recent algal nodules (rhodolites), Bermuda. J. Geol., 79: 669-682.
- Bosence, D.W.J., 1983. The occurrence and Ecology of Recent Rhodoliths. In: T. Peryt (Ed.), Coated Grains. Springer-Verlag, Berlin: 225-240.
- Bosence, D.W.J., 1991. Mineralization, Taxonomy, and Palaeoecology. In: R. Reading (Ed.), Calcareous Algae and Stromatolites. Springer-Verlag, Berlin, 98-113.
- Braga, C.J., Bosence, D.W.J., e Steneck, R., 1993. New anatomical characters in fossil coralline algae and their taxonomic implications. Palaeontology, 36 (3): 535-547.
- Buchbinder, B., 1977. Systematics and paleoenvironments of the calcareous algae from the Miocene (Tortonian) Tziqlag formation, Israel. Micropaleontology, 23 (4): 415-435.
- Cahuzac, B., e Poignant, A., 1997. Essai de biozonation de l'Oligo-Miocène dans les bassins européens à l'aide des grands foraminifères néritiques. Bull. Soc. géol. France, 168 (2): 155-169.
- Capeder, G., 1900. Contribuzione allo studio dei Lithothamnion Terziari. Malpighia, 14: 172-182.
- Chaproniere, G.C.H., 1975. Paleocology of Oligo-Miocene larger Foraminiferida, Australia. Alcheringa, 1: 37-58.
- Cloud, Jr. P.E., 1952. Facies relationships of organic reefs. Bull. amer. Assoc. Petroleum Geol., 36: 2125-2149.
- Conti, S., 1943. Contributo allo studio delle Corallinacee del Terziario italiano. 2° Corallinacee del Miocene ligure-piemontese. Palaeontographia ital., Mem. Paleont., 41: 37-61.
- Deecke, W., 1914. Paläontologische Betrachtungen VI. Über Foraminiferen. N. Jb. Miner. Geol. Paläont., 2 (1): 21-43.
- Dott, Jr. R.H. e Batten, R.L., 1988. Evolution of the Earth. 643 pp., McGraw-Hill Book Co., New York, U.S.A.
- Drooger, C.W., e Laagland, H., 1986. Larger foraminiferal zonation of the European-Mediterranean Oligocene. Proc. (k.) nederl. Akad. Wetensch., ser. B, 89 (2): 135-148.
- Falletti, P., Gelati, R., e Rogledi, S., 1995. Oligo-Miocene evolution of Monferrato and Langhe, related to deep structures. In: R. Polino, e R. Sacchi (Eds.), Atti del Convegno Rapporti Alpi-Appennino e Guida alle Escursioni. Atti Accad. naz. Sci., Scritti e Documenti XIV: 1-20.
- Franceschetti, B., 1967. Studi geologici sulla regione ad ovest di Ovada (Provincia di Alessandria). Mem. Soc. geol. ital., 6: 379-420.
- Fravega, P., Giammarino, S., Piazza, M., Russo, A., e Vannucci, G., 1987. Significato paleoecologico degli episodi coralgali a Nord di Sassello. Nuovi dati per una ricostruzione paleogeografico-evolutiva del margine meridionale del Bacino Terziario del Piemonte. Atti Soc. tosc. Sci. nat., Mem., ser. A, 94: 19-76.
- Fravega, P., Giammarino, S., Traverso, G., e Vannucci, G., 1988. Insediamenti coralgali e loro significato nell'evoluzione delle conoidi oligoceniche della Val Lemme (Bacino Terziario del Piemonte). In: E. Robba (Ed.), Atti IV Simposio Ecologia e Paleocologia delle Comunità Bentoniche. Mus. reg. Sci. nat. Torino, 199-221.
- Fravega, P., Piazza, M., Stockar, R., e Vannucci, G., 1994. Oligocene coral and algal reef and related facies of Valzemola (Savona, NW Italy). Riv. ital. Paleont. Stratigr., 100 (3): 423-456.
- Fravega, P., e Vannucci, G., 1987. Importanza di «*Lithophyllum conti*» nella colonizzazione di fondi mobili. Atti Soc. tosc. Sci. nat., Mem., ser. A, 94: 11-17.
- Geister, J., 1979. Morphologie et distribution des Coraux dans les récifs actuels de la Mer des Caraïbes. In: C. Loriga Broglio, C. Accorsi Benini, A. Lucchi Garavello, e S. Ungaro S. (Eds.), Atti I Simposio Ecologia e Paleocologia delle Comunità Bentoniche. Atti Univ. Ferrara, n.s., sez. 9 - Sci. geol. paleont., 6 (suppl.): 15-38.
- Gelati, R., e Gnaccolini, M., 1982. Evoluzione tettonico-sedimentaria della zona limite tra Alpi ed Appennini tra l'inizio dell'Oligocene ed il Miocene medio. Mem. Soc. geol. ital., 24: 183-191.
- Gelati, R., e Gnaccolini, M., 1988. Sequenze deposizionali in un bacino episuturale, nella zona di raccordo tra Alpi ed Appennino Settentrionale. Atti ticin. Sci. Terra, 31: 340-350.
- Ghose, B.K., 1977. Paleocology of the cenozoic reefal foraminifers and algae - A brief review. Palaeogeogr. Palaeoclimatol. Palaeoecol., 22: 231-256.
- Giammarino, S., 1984. Evoluzione delle Alpi Marittime Liguri e sue relazioni con il Bacino Terziario del Piemonte ed il Mar Ligure. Atti Soc. tosc. Sci. nat., Mem., ser. A, 91: 1-25.
- Gnaccolini, M., Gelati, R., Catrullo, D., e Falletti, P., 1990. Sequenze deposizionali nella successione oligo-miocenica delle «Langhe»: un approccio alla stratigrafia sequenziale del Bacino

- no terziario Ligure-Piemontese. Mem. Soc. geol. ital., 45: 671-686.
- Hottinger, L., 1983. Processes determining the distribution of Larger Foraminifera in space and time. Micropaleont. Bull. Utrecht, 30: 239-253.
- Ishijima, W., 1960. Eocene Coralline Algae from the Kuma group in the Ishzuchi range, Japan. Sci. Rep. Tohoku Univ., Sendai, Japan, second series (Geology) Spec. vol. 4: 154-161.
- James, N.P., 1983. Reef environment. In: P.A. Scholle, D.G. Bebout, e C.H. Moore (Eds.), Carbonate depositional environments. Mem. Amer. Assoc. Petroleum Geol., 33: 2346-2440.
- James, N.P., 1984. Reefs. In: R.G. Walker (Ed.), Facies model. Geosci. Canada, Reprint Series 1: 229-244.
- Johnson, J.H., 1957. Geology of Saipan, Mariana Island. Calcareous Algae. U.S. Dept. Interior, geol. Surv. Prof. Paper, 280-E: 209-246.
- Johnson, J.H., 1964a. Paleocene calcareous red algae from northern Iraq. Micropaleontology, 10 (2): 207-216.
- Johnson, J.H., 1964b. Eocene Algae from Ishigaki-Shima, Ryukyu-Retto. U.S. Dept. Interior, geol. Surv. Prof. Paper, 399-C: 1-13.
- Johnson, J.H., e Ferris, B.H., 1950. Tertiary and Pleistocene Coralline algae from Lau, Fiji. Bull. Bernice P. Bishop Mus., Honolulu, 201: 1-27.
- Lemoine, M. (Mme P), 1917. Contribution a l'étude des Corallinacées fossiles. III Corallinacées fossiles de la Martinique. Bull. Soc. géol. France, 4 (17): 256-279.
- Lemoine, M. (Mme P), 1927. Sur quelques Algues calcaires du Nummulitique de la Haute-Savoie. Bull. Mus. natl. Hist. nat. Paris, 33: 545-551.
- Lemoine, M. (Mme P), 1928. Corallinacées fossiles de Catalogne et de Valence recueillis par M. l'abbé Bataller. Bull. Inst. Catalana Hist. nat., sez. 2, 8 (5-6): 92-107.
- Lemoine, M. (Mme P), 1934. Algues calcaires de la famille des Corallinacées recueillies dans les Carpates occidentales par M. D. Andrusov. Vestn. státn. geol. Ustavu cask. Repub., 9 (5): 269-289.
- Lemoine, M. (Mme P), 1976. Le genre *Lithoporella* Foslie (algue Rhodophycée Corallinacée) au Tertiaire et au Quaternaire. Bull. Soc. géol. France, 7 (3): 773-787.
- Lorenz, C., 1968. Contribution a l'étude stratigraphique de l'Oligocène et le Miocène inférieur des confins ligure-piemontais (Italie). Atti Ist. Geol. Univ. Genova, 6 (2): 273-889.
- Dercourt, J., Ricou, L.-E., e Vrielynck, B., 1993. Atlas Tethys Palaeoenvironmental Maps. 307 pp., 14 maps, BEICIP, Paris.
- Luterbacher, H., 1984. Paleocology of foraminifera in the Paleogene of the Southern Pyrenees. Benthos '83: 2nd Int. Symp. Benthic Foraminifera (Pau, April 1983), 389-392.
- Maslov, V.P., 1962. Iscopaemie bagrianié vodorosoli SSSR i ic svias s faziiami [Algue rosse fossili dell'URSS e le loro relazioni con le facies]. Trudy Inst. geol., 53: 1-222.
- Mastrorilli, V.I., 1950. Corallinacee fossili del Calabriano di Miradolo. Atti Ist. Geol. Univ. Pavia, 4: 57-67.
- Mastrorilli, V.I., 1966. *Lithophyllum contii*: nuova specie di Corallinacea diffusa nella formazione oligocenica di Bric Mazzapiede, presso Prasco (Acqui). Atti Ist. Geol. Univ. Genova, 4 (2): 475-488.
- Mastrorilli, V.I., 1968. Nuovo contributo allo studio delle Corallinacee dell'Oligocene Ligure-Piemontese: i reperti della tavoletta Ponzone. Atti Ist. Geol. Univ. Genova, 5 (2): 153-406.
- Miletto, M., e Polino, R., 1992. A gravity model of the crust beneath the Tertiary Piemonte basin (Northwestern Italy). Tectonophysics, 212: 243-456.
- Minnery, G.A., 1990. Crustose coralline algae from the Flower Garden Banks, Northwestern Gulf of Mexico: controls on distribution and growth morphology. J. sediment. Petrol., 60 (6): 992-1007.
- Minnery, G.A., Rezak, R., e Bright, T.J., 1985. Depth zonation and growth form of crustose coralline algae: Flower Banks, Northwestern Gulf of Mexico. In: D.F. Toomey, e M.H. Nitecki (Eds.), Paleoalgology: Contemporary research and Applications. Springer-Verlag, Berlin, 237-247.
- Mosna, S., 1965. Contributi micropaleontologico-stratigrafici allo studio dell'Oligocene del Bacino Terziario Ligure-Piemontese. Atti Ist. Geol. Univ. Pavia, 16: 81-113.
- Murray, J.W., 1973. Distribution and ecology of living benthic Foraminiferids. 274 pp., Heinemann, London.
- Murray, J.W., 1991. Ecology and Paleocology of Benthic Foraminifera. 412 pp., Longman Higher Education e Paleont. Ass., Harlow.
- Nemkov, G.I., 1962. Remarque sur la paléocologie des Nummulites. Vopr. Mikropaleont. S.S.S.R., 6: 64-72.
- Perrin, C., Bosence, D.W.J., e Rosen, B., 1995. Quantitative approaches to palaeozonation and palaeobathymetry of corals and coralline algae in Cenozoic reefs. In: D.W.J. Bosence, e P.A. Allison (Eds.), Marine Palaeoenvironmental Analysis from Fossils. Geol. Soc. London, spec. publ. 83: 181-229.
- Pfender, J. 1926. Sur les organisme de Nummulitique de la colline de S. Salvador, près Camarasa (prov. de Lerida - Catalogne). Boll. (r.) Soc. españ. Hist. nat., 24: 325-330.
- Pfister, T., 1980. Palaookologie des oligozanen Korallenvorkommens von Cascine sudlich Acqui (Piemont, Norditalien). Jb. Naturhist. Mus. Bern, 7: 247-262.
- Piazza, M., 1989. Evoluzione dell'evento trasgressivo, tardo oligocenico, in alcuni settori del Gruppo di Voltri. Nuovi dati per una ricostruzione paleogeografico-ambientale del margine meridionale del Bacino Terziario del Piemonte. 229 pp., E.R.S.U. Genova.
- Poignant, A.F., 1976. Les Algues rouges calcaires, répartition dans le temps et dans l'espace. Géol. médit., 3 (1): 7-10.
- Poignant, A.F., 1977. Contribution à l'étude des Algues rouges paléocènes du Bassin parisien. Bull. Inf. Géol. Bas. paris., 14 (32): 57-61.
- Rasser, M., 1994. Facies and palaeocology of rhodoliths and acervulinid macroids in the Eocene of Krappfeld (Austria). Beitr. Paläont., 19: 191-217.
- Reiss, Z., e Hottinger, L., 1984. The Gulf of Aqaba. Ecological Micropaleontology. 354 pp., Springer-Verlag, Berlin.
- Stow, D.A.V., 1986. Deep clastic seas. In: H.G. Reading (Ed.), Sedimentary Environments and Facies. Blackwell Scient. Publ., Oxford, 399-444.
- Taberner, C., e Bosence, D.W.J., 1985. Ecological Succession from Corals to Coralline Algae in Eocene Patch Reefs, Northern Spain. In: D.F. Toomey, e M.H. Nitecki (Eds.), Paleoalgology. Springer-Verlag, Berlin, 226-236.
- Vannucci, G., Stockar, R., Piazza, M., e Fravega, P., 1993. La trasgressione tardo-oligocenica nella zona di Millesimo (Savona): caratteristiche e significato delle associazioni faunistiche ed algali. Boll. Mus. reg. Sci. nat. Torino, 11 (2): 239-266.
- Wray, J.L., 1977. Calcareous algae. 185 pp., Elsevier Scient. Publ. Co., Amsterdam.

