

**LA FORMAZIONE DI GORNO  
NEI DINTORNI DI DOSSENA E DI GORNO  
(PREALPI BERGAMASCHE)  
ANALISI DI UNA LAGUNA TRIASSICA**

MARIO GNACCOLINI

*Key-words:* Facies analysis, Siliciclastic and carbonate lagoonal deposits, Triassic, Northern Italy.

*Abstract.* A Triassic lagoon has been identified in the Bergamasco Alps, northern Italy. It is bordered, to the south, by a volcanic mainland, with fluvial and deltaic depositional systems, and northwards by a peritidal carbonate platform. The Triassic lagoon is characterized by mixed terrigenous and carbonate sedimentation. Four main zones have been distinguished:

*Zone Ia* is situated near the mouths of the rivers and corresponds to the subaqueous part of the delta. Feldspatic litharenites and siltstones prevail in this area.

*Zone Ib* represents near-shore lagoonal areas situated far from the "entry-points" of the sands. This zone is characterized by intrabacinal carbonate deposits (oolitic grainstones are relatively frequent). Terrigenous mudstones are also frequent, whereas hybrid arenites and feldspatic litharenites are subordinate.

*Zone II* is the transition zone between the area Ia and the central part of the lagoon. Terrigenous mudstones and intrabacinal carbonate packstones, wackestones and mudstones prevail. Feldspatic litharenites are locally frequent.

*Zone III* represents the central part of the lagoon and is almost exclusively characterized by wackestones, carbonate mudstones and marls.

### **Premessa.**

Assereto e Casati, in una memoria dedicata alla stratigrafia permotriassica della Val Camonica meridionale (1965), avevano presentato un'efficace ricostruzione dei rapporti stratigrafici intercorrenti tra le formazioni del Carnico nella Lombardia centrale. Dalla Fig. 1, ripresa da Assereto e Casati (op. cit.), risulta particolarmente evidente l'eteropia tra Arenaria di Val Sabbia, Formazione di Gorno e parte della Formazione di Breno.

Successivamente fu individuata la presenza di un'unità riferibile alla Formazione di Breno, in precedenza limitata alla bassa Val Camonica, anche nelle Prealpi Bergamasche, ove risulta compresa tra il Calcare di Esino ed il Calcare Metallifero Bergamasco (Assereto, Jadoul & Omenetto, 1977).

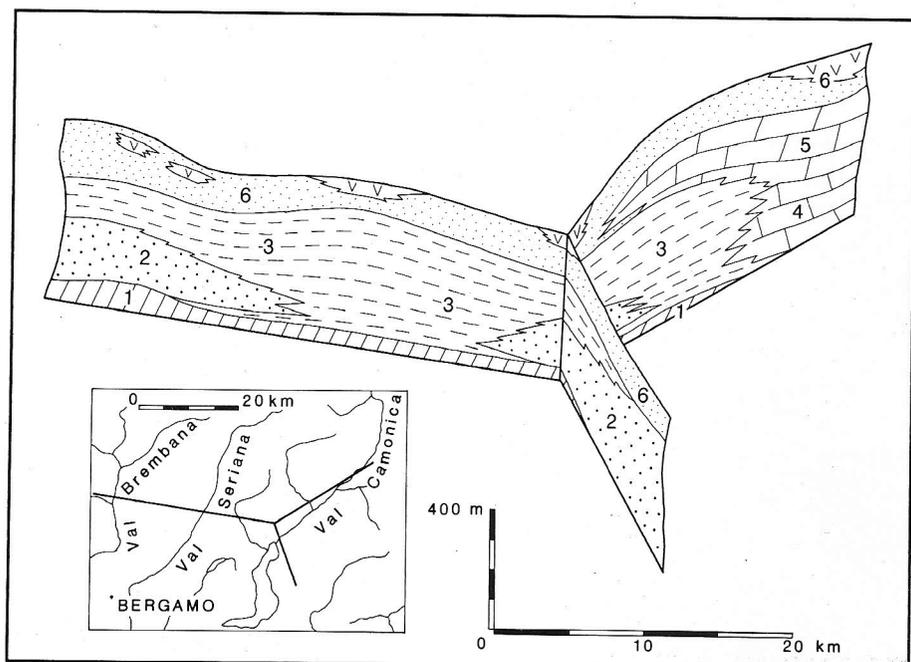


Fig. 1 – Rapporti stratigrafici intercorrenti tra Calcare Metallifero Bergamasco (1), Arenaria di Val Sabbia (2), Formazione di Gorno (3), Formazione di Breno (4, 5) (4, membro dell'Annunciata; 5, lingua del Campolungo) e Formazione di S. Giovanni Bianco (6) nella Lombardia centrale (da Assereto & Casati, 1965, fig. 17, ridisegnata e semplificata).

Per quanto riguarda in particolare la parte medio-inferiore del Carnico, l'eteropia Arenaria di Val Sabbia–Formazione di Gorno – Formazione di Breno, il cui significato paleogeografico generale è stato delineato già da Assereto e Casati (1965) e successivamente da Assereto et al. (1977) e da Brusca et al. (1981), testimonia il passaggio da un ambiente deltizio ad un'area lagunare e quindi ad una piattaforma carbonatica.

Recentemente, le caratteristiche sedimentologiche dell'Arenaria di Val Sabbia affiorante in Val Brembana – corrispondente al primo degli ambienti sopra citati – sono state illustrate in dettaglio dallo scrivente (Gnaccolini, 1982). I caratteri petrografici delle arenarie che costituiscono questa unità sono stati studiati da Casati e Pace (1968) e, più recentemente, da Garzanti (1985a, 1985b), che si è occupato anche delle arenarie comprese nella Formazione di Gorno e nella Formazione di S. Giovanni Bianco (1).

Oggetto del presente lavoro, che si pone quale continuazione della nota precedentemente citata dedicata all'Arenaria di Val Sabbia (Gnaccolini, 1982),

(1) Una nota relativa ad un sondaggio effettuato nelle formazioni del Carnico delle Prealpi Bergamasche (Garzanti & Jadoul, 1985) è uscita quando questo lavoro era in fase di stesura definitiva.

è lo studio sedimentologico della Formazione di Gorno. Questa unità fu definita formalmente da Assereto e Casati (1965), che scelsero l'attuale denominazione in sostituzione della designazione più generica «strati di Gorno e Dossena» usata in precedenza dagli Autori per indicare la facies prevalentemente calcareo-marnosa, riccamente fossilifera, del Carnico lombardo. Seguendo le indicazioni dei vecchi Autori, sono state prese in esame, nella ricerca oggetto della presente nota, proprio i dintorni di queste due classiche località: Dossena, in Val Brembana, e Gorno, in Val Seriana (Fig. 2).

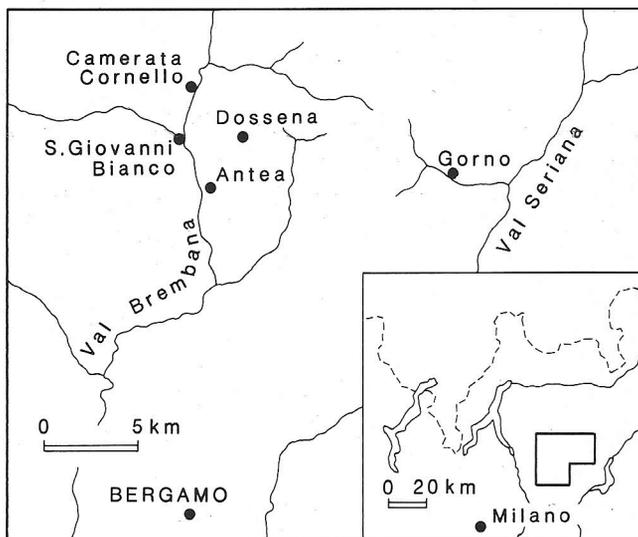


Fig. 2 – Ubicazione delle località nei dintorni delle quali sono state misurate le sezioni stratigrafiche analizzate nel testo.

### La Formazione di Gorno in Val Brembana

In Val Brembana la Formazione di Gorno si scompone in due lingue entro le quali si incunea l'unità nota come Arenaria di Val Sabbia. La lingua inferiore risulta compresa tra il Calcarea Metallifero Bergamasco e l'Arenaria di Val Sabbia: essa è osservabile in affioramento in un'area limitata delle Prealpi Bergamasche centrali, tra Oltre il Colle e Camerata Cornello (Assereto et al., 1977; Garzanti & Jadoul, 1985). Questa porzione dell'unità in esame è stata attraversata da un sondaggio effettuato in località S. Gallo, tra S. Pellegrino e S. Giovanni Bianco: presenta qui uno spessore di 22 m ed è costituita inferiormente da siltiti e calcari micritici, spesso marnosi, localmente contenenti grossi Lamellibranchi; a questi litotipi si aggiungono, nella parte superiore, sottili letti di arenarie fini (Garzanti & Jadoul, op. cit.).

Sopra la lingua basale della Formazione di Gorno si osservano circa 520 m di Arenaria di Val Sabbia (Garzanti & Jadoul, op. cit.) e infine la porzione superiore della Formazione di Gorno, affiorante con continuità lungo il Brembo, tra Camerata Cornello e S. Giovanni Bianco (spessore complessivo circa 122 m) e sui due versanti della valle.

Le località in prossimità delle quali sono state misurate sezioni stratigrafiche di dettaglio sono indicate nella Fig. 2 (1).

### Litofacies e associazioni di litofacies.

Dati gli stretti legami genetici che in Val Brembana intercorrono tra Formazione di Gorno ed Arenaria di Val Sabbia (Gnaccolini, 1982), le osservazioni che seguono si riferiscono all'analisi di sezioni stratigrafiche che comprendono oltre alla Formazione di Gorno vera e propria anche la zona di transizione alla Arenaria di Val Sabbia.

A causa della grande varietà di litotipi e per il particolare significato che riveste la presenza contemporanea, nell'area di sedimentazione della Formazione di Gorno, di materiali di provenienza extrabacinale e di frazioni intrabacinale, si è reso necessario un esame molto approfondito delle litofacies, effettuato con il supporto di 195 sezioni sottili. Altre 90 sezioni sottili sono state studiate per quanto riguarda gli affioramenti dei dintorni di Gorno, trattati più avanti.

#### 1. Litareniti feldspatiche.

Si tratta di arenarie di colore verdastro o grigio-verdastro, costituite esclusivamente da granuli terrigeni, di provenienza extrabacinale. I componenti fondamentali sono dati da:

- quarzo, in granuli prevalentemente monocristallini, subordinatamente policristallini, ed in quantità non superiori al 12% del totale dei granuli (2);
- feldspati (plagioclas), in quantità variabili dal 25 al 40% del totale dei granuli;
- frammenti di vulcaniti, in percentuali comprese tra il 50 ed il 60% del totale dei granuli.

Possono essere classificate (Folk, 1974) come litareniti feldspatiche (Fig. 4). Esse mostrano di essere state interessate da estesi fenomeni di soluzione intrastratale: i pori così formati sono stati successivamente riempiti, per la maggior parte, da calcite tardiva, così che larghe plaghe calcitiche appaiono ora rimpiazzare porzioni più o meno estese dei componenti originari, in particolare dei granuli feldspatici e vulcanitici (3).

Le arenarie in questione si presentano, in affioramento, con aspetti diversi: le situazioni più comunemente osservabili sono illustrate qui di seguito (Fig. 3).

1A. Un aspetto caratteristico è dato da orizzonti di spessore compreso tra 0,5 e 5 m costituiti esclusivamente da litareniti feldspatiche da medie a finisiss-

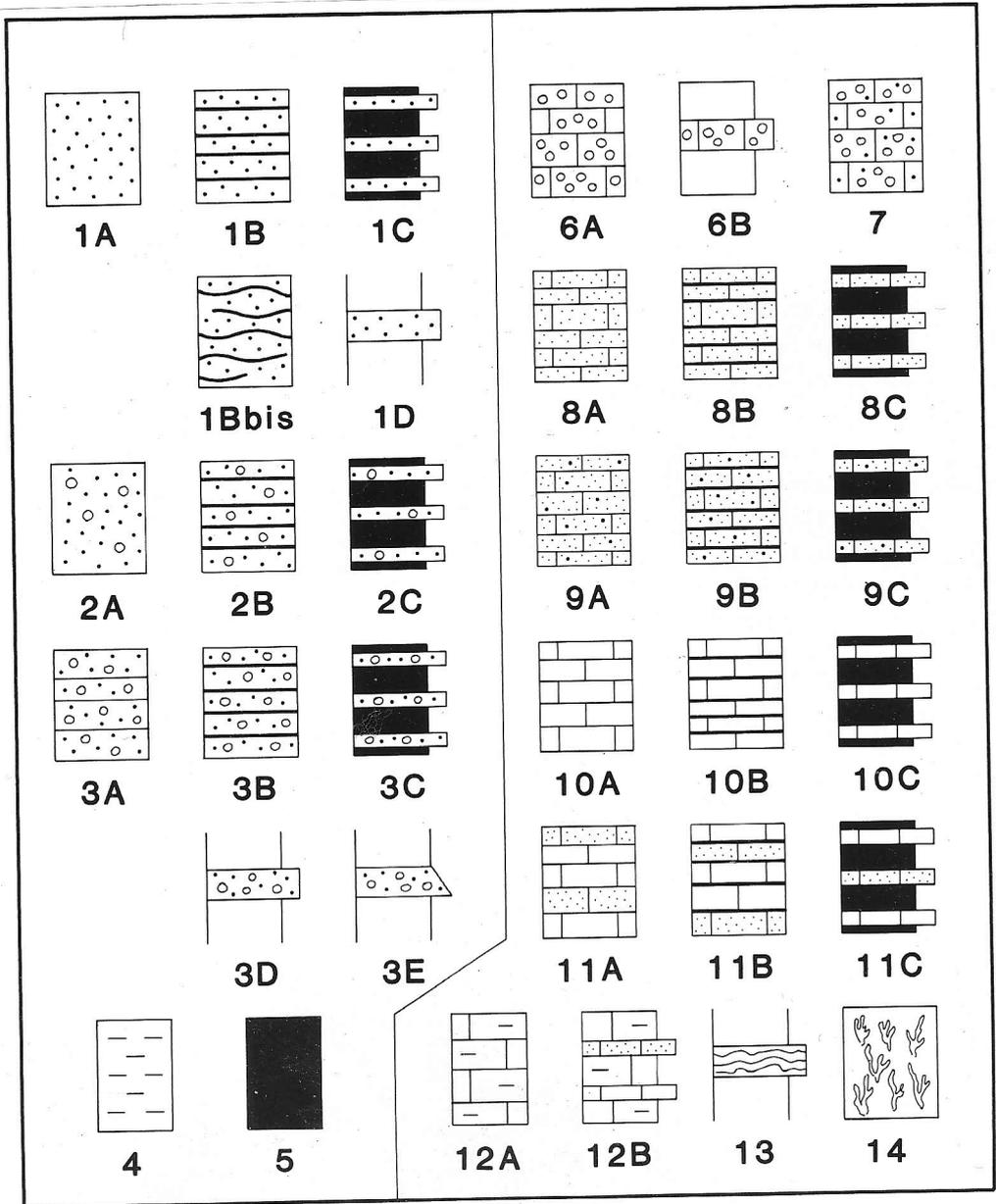


Fig. 3 – Litofacies e associazioni di litofacies individuate nella Formazione di Gorno. Per il significato delle sigle si rimanda al testo.

me, di colore verdastro o grigio-verdastro, caratterizzate dalla presenza di laminazioni oblique a media e piccola scala, subordinatamente da laminazioni parallele od oblique a basso angolo; in due casi sono stati osservati, alla sommità dei depositi, probabili ripples d'onda. Le arenarie in questione contengono localmente clasti di peliti grigio-nerastre, di dimensioni fino a 12-15 cm; in qualche caso questi ultimi sono così abbondanti da far passaggio ad un vero e proprio conglomerato intraformazionale a clasti pelitici.

**1B.** Un secondo aspetto è rappresentato da orizzonti di spessore da qualche decimetro fino a più di 3 m costituiti da litareniti feldspatiche prevalentemente fini e finissime, verdastre o grigio-verdastre, in strati da qualche centimetro fino ad un massimo di 40 cm alternati a letti sottilissimi di peliti nerastre. Le arenarie mostrano spesso al loro interno laminazioni oblique a piccola scala; localmente la superficie superiore degli strati è caratterizzata dalla presenza di piccoli ripple marks.

**1B bis.** Le litareniti feldspatiche possono presentarsi anche in letti sottili (spessore in genere compreso tra 1 e 5 cm) delimitati da superfici blandamente ondulate e separati da veli continui o discontinui di peliti nerastre (spessore massimo 1,5 cm), costituendo orizzonti a «wavy» o «flaser bedding» di spessore non superiore a 0,6 m.

**1C.** Un altro aspetto caratteristico è dato da litareniti feldspatiche in straterelli di spessore da qualche centimetro fino ad un massimo di 20 cm, alternate ritmicamente con peliti grigio-nerastre in letti da qualche centimetro fino a 40 cm. Questa associazione costituisce orizzonti con spessore fino a quasi 4 m. Il rapporto pelite/arenaria è generalmente a favore della pelite, anche se localmente si avvicina all'unità. Nelle arenarie, sempre fini o finissime, si osservano frequentemente laminazioni oblique a piccola scala, talora laminazioni parallele od oblique a basso angolo. In alcuni casi è stata osservata una evidente struttura gradata normale e la presenza di piccoli intraclasti pelitici scuri. Sulla superficie superiore degli strati sono a volte presenti probabili ripples d'onda. In due casi è stata osservata un'incipiente struttura tipo «balls and pillows». Bioturbazioni sono localmente presenti sia nelle arenarie che nelle peliti.

**1D.** Le arenarie in esame si presentano a volte anche in strati singoli, di spessore in genere compreso tra i 25 ed i 45 cm, isolati tra litofacies differenti. Sono quasi sempre caratterizzati da laminazioni oblique a piccola scala; raramente contengono clasti pelitici scuri. In un caso hanno mostrato una struttura tipo «balls and pillows».

## 2. Litareniti feldspatiche con frazione carbonatica intrabacinale.

Sono riunite in questa categoria rocce di colore grigio-verdastro costituite in prevalenza da granuli terrigeni cui si aggiungono, in piccola quantità (meno del 15% del totale granuli), granuli carbonatici di provenienza intrabacinale.

Per quanto riguarda la frazione extrabacinale, i componenti fondamentali sono dati da frammenti di vulcaniti, feldspati e quarzo, con le stesse proporzioni già viste per la litofacies 1. I granuli intrabacinali, nettamente subordinati rispetto ai precedenti, sono rappresentati da ooliti (talora con nucleo terrigeno), intraclasti e bioclasti. Sempre diffusa la calcite tardiva (v. litofacies 1), che occupa porzioni più o meno estese della roccia.

Si presentano, in affioramento, con aspetti diversi ed in associazione con differenti litotipi (Fig. 3).

**2A.** Un aspetto tipico è rappresentato da orizzonti di spessore da qualche decimetro fino a più di 5 m costituiti esclusivamente da litareniti feldspatiche con frazione carbonatica intrabacinale, a granulometria da media a finissima, con laminazioni oblique a media e piccola scala; più raramente sono state osservate laminazioni parallele od oblique a basso angolo. Localmente contengono clasti pelitici grigio-nerastri di dimensioni fino a 14 cm.

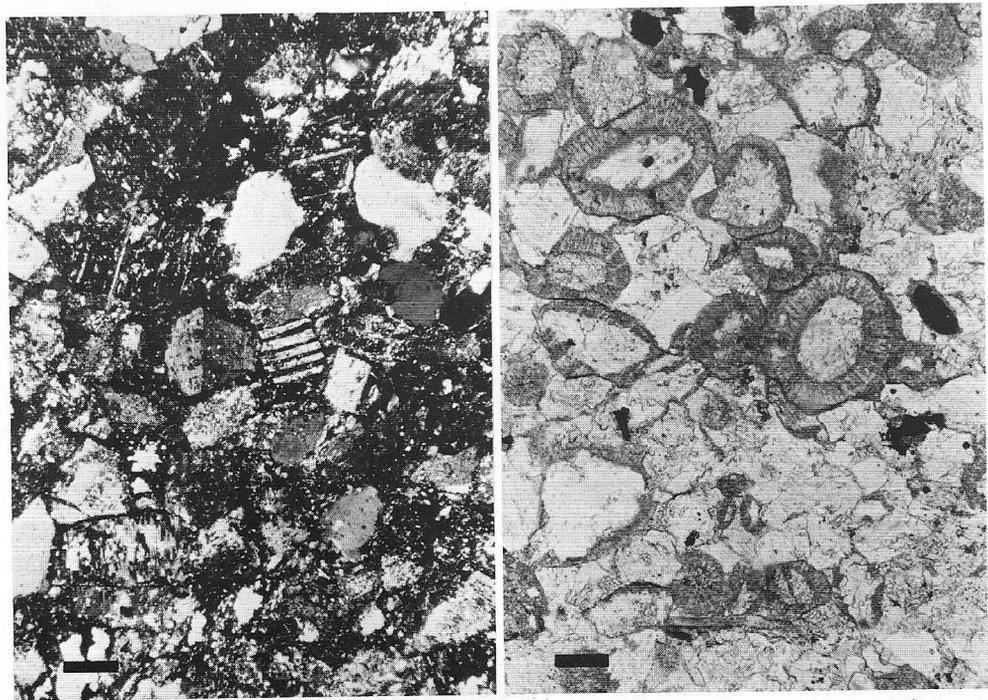


Fig. 4 — A sinistra, litarenite feldspatica (litofacies 1) costituita da frammenti di vulcaniti, plagioclasti e, subordinatamente, quarzo (dintorni di Camerata Cornello, Val Brembana; nicol incrociati; la barra in nero corrisponde a 0,1 mm). A destra, arenite ibrida (litofacies 3) costituita da una mescolanza di granuli terrigeni, di provenienza extrabacinale, e di granuli carbonatici intrabacinali (essenzialmente ooliti, talora cresciute su nucleo terrigeno) (dintorni di Dossena, Val Brembana; solo polarizzatore; la barra in nero corrisponde a 0,1 mm).

**2B.** Talora le rocce in esame si presentano in strati di spessore compreso tra 2 e 20 cm, con delicate laminazioni (eccezionalmente con piccoli clasti pelitici scuri), separati da sottili interstrati pelitici, con spessore fino a 3–4 cm; queste alternanze costituiscono orizzonti di spessore fino a poco più di 1 m.

**2C.** Più raramente le litareniti in questione, in strati sottili, si alternano ritmicamente a letti pelitici spessi fino a più di 30 cm, dando origine ad orizzonti di spessore fino a 1,7 m, con rapporto pelite/arenaria a favore della pelite.

### 3. Areniti ibride.

Vengono qui indicate con la denominazione di «areniti ibride» rocce di colore da grigio a grigio scuro a grigio-verdognolo, costituite in proporzioni variabili (comunque superiori al 15% del totale dei granuli) da granuli terrigeni e da granuli carbonatici intrabacinali (Fig. 4).

Tra i granuli di provenienza extrabacinale predominano i componenti già citati a proposito della litofacies 1 (frammenti di vulcaniti, feldspati, quarzo). Nella frazione intrabacinali si osservano ooliti, spesso a nucleo terrigeno, bioclasti, intraclasti, peloidi. I feldspati ed i frammenti di vulcaniti sono spesso rimpiazzati in parte da calcite tardiva. In alcuni casi i granuli carbonatici risultano silicizzati.

Le areniti ibride si presentano con gli aspetti qui di seguito illustrati (Fig. 3).

**3A.** In un unico caso danno origine ad un orizzonte spesso 1,4 m formato esclusivamente da areniti ibride di colore grigio scuro, in strati medi e sottili, localmente con grossi Lamellibranchi.

**3B.** Un aspetto più frequente è rappresentato da areniti ibride in strati da 1 cm fino ad un massimo di 20 cm, separati da sottili interstrati pelitici grigio-nerastri (costituiscono orizzonti di spessore compreso tra qualche decimetro e 1,5 m). Le areniti sono sovente caratterizzate da laminazioni oblique a piccola scala.

**3C.** Spesso le areniti ibride si mostrano in straterelli da 1 a 20 cm alternati ritmicamente a peliti grigio-nerastre in letti di vario spessore (da qualche centimetro fino ad un massimo di 40 cm). Le areniti sono in genere caratterizzate da laminazioni oblique a piccola scala; in alcuni casi alla sommità degli strati sono presenti probabili ripples d'onda. Il rapporto peliti/areniti ibride è frequentemente a favore delle prime, tuttavia in molti casi gli spessori dei due litotipi si equivalgono; le alternanze danno luogo ad orizzonti spessi fino a 1,5 m.

**3D.** Le areniti ibride si presentano a volte come strati singoli, di spessore tra i 15 ed i 43 cm, isolati tra litotipi differenti. Sono molto spesso caratterizzati da laminazioni oblique a piccola scala ed, a volte, ricchi in Lamellibranchi.

**3E.** Un aspetto particolare e significativo è rappresentato da areniti ibride che si mostrano in strati di spessore compreso tra 15 e 35 cm (raggruppati o isolati tra altri litotipi) caratterizzati da una evidente struttura gradata e dalla

presenza di un intervallo basale a laminazione parallela seguito da un intervallo con delicate laminazioni oblique a piccola scala. In un caso sono state osservate, alla base dell'arenite ibrida, calchi di docce d'erosione («flute casts»).

#### 4. Peliti verdognole o grigio-verdognole.

Si tratta di rocce a tessitura fine, costituite da frazioni con la granulometria del silt e dell'argilla, di colore verdognolo o grigio-verdognolo. Sono state osservate, in stretta associazione con la litofacies 1 (o 2), quasi esclusivamente nelle porzioni di sezione stratigrafica attribuibili alla transizione Formazione di Gorno-Arenaria di Val Sabbia o addirittura alla sommità di quest'ultima unità (Fig. 3).

#### 5. Peliti grigio-nerastre.

Sono rocce a tessitura fine, di colore grigio-nerastro, ampiamente rappresentate nella Formazione di Gorno. Le analisi calcimetriche effettuate hanno messo in evidenza un contenuto in  $\text{CaCO}_3$  compreso in genere tra il 5 ed il 20%. Si tratta principalmente di peliti debolmente marnose e di peliti marnose; localmente sono caratterizzate dalla presenza di delicate laminazioni, bioturbazioni, o fossili (Lamellibranchi).

Si rinvengono in letti di spessore limitato, alternati ritmicamente con altri litotipi (come già accennato nelle pagine precedenti) oppure in orizzonti spessi fino a circa 2,5 m. La sigla 5 è usata, nella Fig. 3 e in Appendice, per indicare quest'ultimo aspetto.

#### 6. «Grainstones».

Seguendo la classificazione di Dunham (1962), sono state raggruppate sotto questa denominazione rocce carbonatiche, di colore grigio scuro, costituite da un'impalcatura di granuli e da cemento spatico. Tra i granuli prevalgono in genere le ooliti, che, da sole o in associazione con subordinati bioclasti (in prevalenza Alghe e Lamellibranchi), intraclasti e aggregati, costituiscono nella maggior parte dei casi l'intera impalcatura della roccia. E' da notare che i «grainstones» oolitici sono quasi sempre caratterizzati dalla presenza di una certa percentuale di ooliti cresciute su nucleo terrigeno (Fig. 5).

Più raramente il componente principale è dato da bioclasti (Alghe, Lamellibranchi). Sono a volte presenti, in queste rocce, rari granuli di provenienza extrabacinale (quarzo, feldspati, frammenti di vulcaniti). Sono stati osservati, localmente, fenomeni di silicizzazione, riguardanti in particolare le ooliti, ed inoltre minuscoli cristalli autigeni di quarzo e feldspato.

I «grainstones» si presentano sotto due aspetti principali (Fig. 3).

**6A.** L'aspetto più comune è dato da «grainstones» grigio-nerastri in orizzonti di spessore compreso tra qualche decimetro e 3 m, apparentemente costi-

tuiti da strati spessi da 3 a 20–25 cm (eccezionalmente fino a 40 cm). Ad un attento esame la stratificazione si é tuttavia rivelata, in alcuni casi, come una «pseudostratificazione» (Simpson, 1985): lo studio in sezione sottile ha infatti messo in evidenza che i sottili «interstrati» piú scuri osservati sul terreno sono in realtà dovuti all'addensarsi, piú volte ripetuto, di superfici di dissoluzione e di materiali insolubili (Fig. 5).

I «grainstones» qui esaminati mostrano talora laminazioni oblique a piccola scala, piú raramente a scala media.

**6B.** «Grainstones» sono presenti, a volte, come strati singoli di modesto spessore (10–25 cm) compresi tra differenti litotipi.

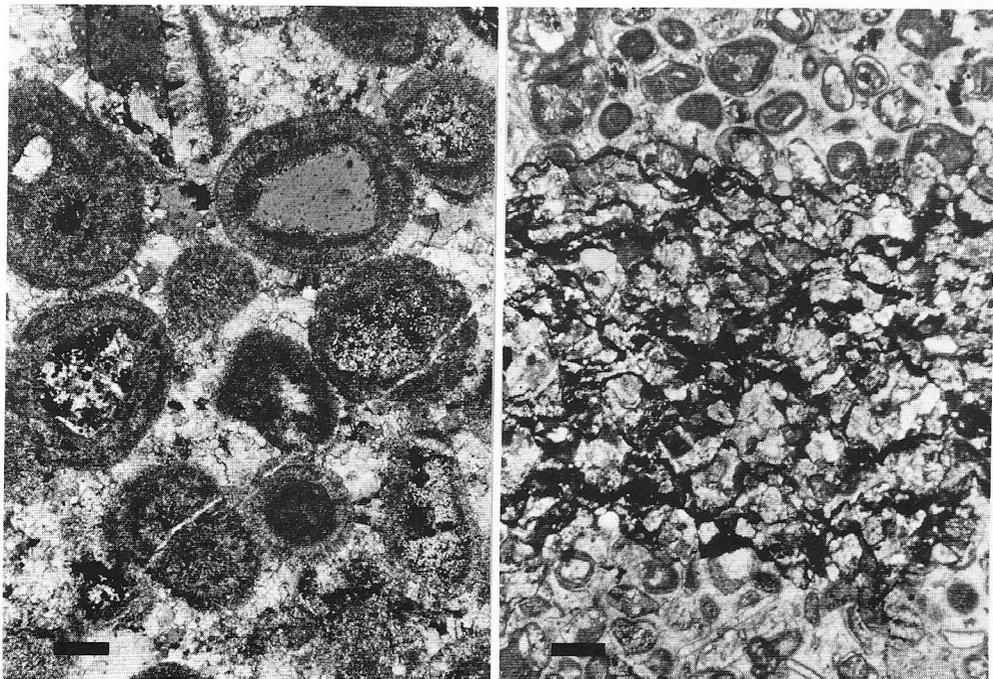


Fig. 5 — A sinistra, particolare di «grainstone» oolitico (litofacies 6). Alcune ooliti presentano il nucleo formato da un granulo di provenienza extrabacinale (quarzo, frammenti di vulcaniti) (dintorni di Camerata Cornelio, Val Brembana; nicol incrociati; la barra in nero corrisponde a 0,1 mm). A destra, «grainstone» oolitico-bioclástico (litofacies 6), con ooliti talora a nucleo terrigeno e rari granuli di provenienza extrabacinale. La banda centrale piú scura, dovuta all'addensarsi di superfici di dissoluzione e di materiali insolubili, simula in affioramento un giunto di stratificazione (dintorni di Dossena, Val Brembana; solo polarizzatore; la barra in nero corrisponde a 0,24 mm).

## 7. «Grainstones» arenacei.

Sono stati raggruppati in questa categoria «grainstones» contenenti una certa percentuale (inferiore al 15% del totale granuli) di granuli di provenienza

extrabacinale. La frazione intrabacinale è rappresentata prevalentemente da ooliti, spesso cresciute su nucleo terrigeno, cui si aggiungono subordinati bioclasti e intraclasti. I granuli extrabacinali sono costituiti da quarzo, feldspati e frammenti di vulcaniti. Localmente i feldspati ed i frammenti di vulcaniti appaiono rimpiazzati da calcite tardiva. Sono presenti anche cristallini autigeni di quarzo e feldspato.

I «grainstones» arenacei danno origine a orizzonti di spessore compreso tra qualche decimetro e più di 2 m, talora di aspetto massivo, talaltra apparentemente suddivisi in strati di vario spessore. Sono frequentemente caratterizzati da laminazioni oblique a piccola scala.

#### 8. «Packstones».

Si tratta di rocce calcaree di colore grigio scuro o nerastro costituite da un'impalcatura di granuli e da una massa di fondo di calcite micritica. Nella maggior parte dei casi i granuli sono rappresentati da fossili, peloidi, pellets e intraclasti; localmente possono essere abbondanti le ooliti, associate in genere a fossili, intraclasti o peloidi. Tra i fossili prevalgono i resti di Lamellibranchi, Alghe, Echinodermi e Gasteropodi; in qualche caso sono stati osservati anche Ostracodi (Fig. 6).

Frequentemente queste rocce mostrano di aver subito processi di neomorfismo più o meno intensi, con la trasformazione di parte della micrite in un mosaico microspatico o pseudospatico.

Si presentano con gli aspetti qui di seguito illustrati (Fig. 3).

**8A.** «Packstones» di colore grigio scuro o nerastro in orizzonti di spessore fino a circa 3 m, formati da strati non sempre ben individuabili. Lo spessore di questi ultimi è compreso generalmente tra 4 e 40 cm; localmente sono stati tuttavia osservati banchi più spessi, fino ad 1 m. Sono stati evidenziati anche casi di «pseudostratificazione» analoghi a quelli descritti a proposito dei «grainstones». I «packstones» in questione mostrano localmente delicate laminazioni oblique a piccola scala.

**8B.** Un altro aspetto caratteristico, anche se meno frequente rispetto al precedente, è rappresentato da orizzonti di spessore fino a poco più di 1 m costituiti da strati di «packstones» separati da sottili interstrati di peliti grigio-nerastre.

**8C.** Le rocce in esame si presentano spesso in strati sottili (3–20 cm) alternati ritmicamente a peliti grigio-nerastre in letti di spessore fino a 50 cm. Queste alternanze costituiscono orizzonti potenti fino a poco più di 3,5 m, con un rapporto peliti/«packstones» sovente a favore delle prime. In alcuni casi i «packstones» appaiono costituiti essenzialmente da grossi Lamellibranchi, presenti localmente anche nelle peliti. Nei packstones a granulometria fine sono state a volte osservate delicate laminazioni oblique a piccola scala.

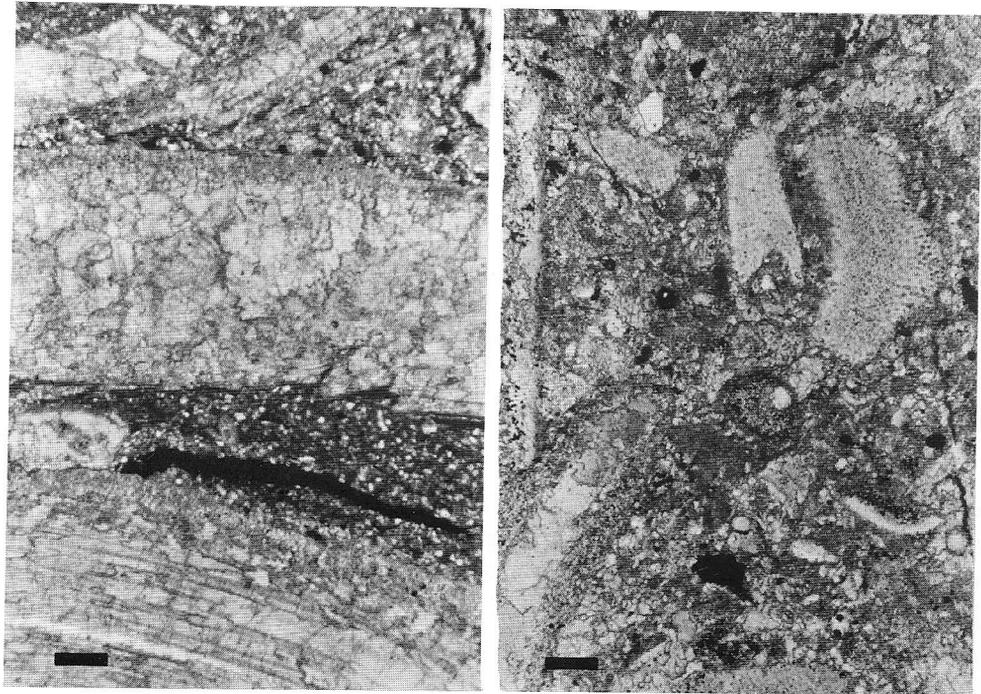


Fig. 6 — A sinistra, particolare di «packstone» a Lamellibranchi (litofacies 8) (dintorni di S. Giovanni Bianco, Val Brembana; solo polarizzatore; la barra in nero corrisponde a 0,24 mm). A destra, «packstone» a frammenti di Lamellibranchi e di Echinodermi (litofacies 8) (dintorni di Dossena, Val Brembana; solo polarizzatore; la barra in nero corrisponde a 0,1 mm).

#### 9. «Packstones» arenacei.

Si tratta di rocce analoghe a quelle descritte al punto 8, ma caratterizzate dalla presenza di granuli di provenienza extrabacinale, in quantità non superiori al 15% del totale granuli. Si presentano con aspetti simili a quelli illustrati per la litofacies 8: sono indicati nelle figure con le sigle 9A, 9B e 9C (Fig. 3).

#### 10. «Wackestones» e «mudstones».

Sono state qui raggruppate rocce carbonatiche, di colore grigio-nerastro, costituite da micrite contenente granuli sparsi (non costituenti impalcatura) o formate esclusivamente da micrite. Tra i granuli prevalgono nettamente i resti di organismi; molto subordinati sono i peloidi. I fossili più rappresentati sono i Lamellibranchi, seguiti dagli Echinodermi; molto meno frequenti sono gli Ostracodi, le Alghe, i Gasteropodi.

Si osservano a volte incipienti processi di neomorfismo. In alcuni casi è stata riscontrata la presenza di una scarsa frazione terrigena fine.

Queste rocce si presentano, in affioramento, sotto tre aspetti principali (Fig. 3).

**10A.** «Wackestones» e «mudstones» grigio-nerastri danno frequentemente origine ad orizzonti, di spessore fino a 2,5 m, formati da strati non sempre ben individuabili; lo spessore di questi ultimi è comunque in genere compreso tra qualche centimetro e 30–35 cm. Sono state osservate, localmente, delicate laminazioni.

**10B.** Un secondo aspetto è caratterizzato da strati di «wackestones» e «mudstones» (2–20 cm) ben individualizzati e spesso separati da sottili interstrati di peliti grigio-nerastre, il cui spessore può giungere eccezionalmente fino ad una decina di centimetri. Queste alternanze costituiscono orizzonti potenti fino a 1,8 m.

**10C.** «Wackestones» e «mudstones» possono presentarsi anche in strati sottili (1–25 cm) alternati ritmicamente con letti pelitici di spessore fino a circa 50 cm. Le peliti sono a volte prevalenti, ma non sono infrequenti i casi in cui il rapporto pelite/rocce carbonatiche è prossimo all'unità. Le alternanze in questione danno luogo ad orizzonti di spessore fino a più di 2 m.

#### 11. Associazioni di «packstones», «wackestones» e «mudstones».

A volte «packstones», «wackestones» e «mudstones» sono strettamente associati, in alternanze irregolari, così che non è possibile prenderli in considerazione separatamente. Queste litofacies possono costituire, da sole, orizzonti di spessore fino a 4 m (indicati con la sigla 11A, per analogia con le associazioni 8A e 10A), oppure presentarsi in livelli potenti fino a m 1,5 formati da strati di 5–30 cm quasi sempre separati da sottili interstrati pelitici (11B), o ancora in orizzonti di spessore fino a più di 3 m costituiti da alternanze ritmiche di sottili strati calcarei (spessore massimo 20 cm) e letti pelitici di spessore fino a 60 cm (11C) (Fig. 3).

#### 12. Marne.

Si tratta di rocce grigio-nerastre costituite in parte da materiale terrigeno a granulometria molto fine, in parte da calcite micritica di provenienza intrabacinale. In Val Brembana vere e proprie marne (contenuto in  $\text{CaCO}_3$  compreso tra il 35 ed il 65%) sono state osservate solo nei dintorni di Antea (Fig. 3, sigla 12A), mentre molto più diffuse risultano nei dintorni di Gorno (v. più avanti).

#### 13. Calcarei stromatolitici.

Questa litofacies, caratterizzata da laminazioni stromatolitiche complessivamente planari e da probabili piccole oncoliti, è stata osservata solo nella sezione misurata lungo la strada che percorre il fondovalle, poco a nord di S. Giovanni Bianco, ove costituisce un sottile orizzonte (25 cm) rinvenuto a tetto di un livello a «grainstones» (Fig. 3).

## 14. «Algal mounds».

Questa litofacies è rappresentata nella sezione stratigrafica misurata nei dintorni di Camerata Cornello (Fig. 2 e Appendice), ove un piccolo edificio algale (spessore massimo 1 m) è compreso tra un orizzonte a «grainstones» ed un livello costituito da un'alternanza di peliti e straterelli di litareniti feldspatiche contenenti una subordinata frazione intrabacinale (Fig. 3).

**Significato delle litofacies e delle associazioni di litofacies.**

Come già accennato, la Formazione di Gorno è stata interpretata dagli Autori precedenti come la testimonianza di un'area lagunare delimitata verso nord da una piattaforma carbonatica (Formazione di Breno) ed a sud da apparati deltizi (Arenaria di Val Sabbia).

Le litareniti feldspatiche (litofacies 1) rappresentano, in questo quadro, materiali portati nell'area lagunare dalle correnti fluviali, eventualmente ridistribuiti o rielaborati, in seguito, dal moto ondoso o da correnti di marea. Nella parte basale delle sezioni stratigrafiche misurate in Val Brembana (corrispondente alla transizione Formazione di Gorno—Arenaria di Val Sabbia ed alla sommità di quest'ultima formazione) le associazioni 1A mostrano frequentemente sequenze «fining-upwards» del tutto analoghe alle sequenze di piana deltizia subaerea che caratterizzano il corpo centrale dell'Arenaria di Val Sabbia affiorante in Val Brembana: la presenza, entro le litareniti, di clasti e di peliti grigio-nerastre derivate dall'erosione di depositi lagunari, indica tuttavia che le correnti fluviali responsabili del deposito erano già entrate nell'area lagunare, ove avevano potuto erodere porzioni più o meno estese di sedimenti pelitici nerastri.

Il colore verdastro delle litareniti qui prese in esame suggerisce situazioni parzialmente riducenti, che hanno impedito la formazione di ematite e lo sviluppo della colorazione rossastra, come è invece avvenuto nei depositi arenacci ben drenati, accumulatisi in condizioni subaeree, che costituiscono la porzione centrale dell'Arenaria di Val Sabbia.

All'attività di correnti fluviali entranti nel bacino lagunare sono ascrivibili anche le associazioni 1A che si rinvengono nel corpo della Formazione di Gorno, intercalate tra depositi carbonatici intrabacinali più o meno riccamente fossiliferi.

L'associazione 1B corrisponde probabilmente ad una facies più «distale» rispetto alla 1A. Le arenarie, sempre molto fini, sono costituite da clasti di provenienza extrabacinale depositi in zone più interne della laguna o comunque in aree più lontane dalle foci fluviali. La sedimentazione del materiale sabbioso poteva essere legata ancora direttamente alle correnti fluviali od essere in parte connessa all'azione di agenti propri della laguna, come correnti di marea o moto ondoso: quest'ultimo è testimoniato dai ripples d'onda localmente osservati

sulla superficie superiore degli strati arenacei, mentre la presenza di correnti di marea è evidenziata dal «wavy bedding» e dal «flaser bedding» dell'associazione 1B bis.

Gli episodi a sedimentazione sabbiosa si alternano, in questa situazione «distale», con episodi, poco rilevanti, di deposizione pelitica.

Situazioni ancora più «distali» rispetto ai «punti di entrata» dei materiali terrigeni sono infine testimoniate dall'associazione 1C, nella quale le peliti vengono quasi sempre a prevalere sulle litareniti feldspatiche.

La presenza contemporanea di granuli di provenienza extrabacinale e di granuli intrabacinali è la caratteristica più interessante della litofacies 2 ed in particolare della litofacies 3. E' importante notare, dal punto di vista sedimentologico, che tra i granuli carbonatici prevalgono nettamente le ooliti, e che una certa percentuale di queste ultime si è formata a partire da un nucleo terrigeno. Queste litofacies (litareniti feldspatiche con frazione carbonatica intrabacinale ed areniti ibride) sono evidentemente il risultato del mescolamento di granuli di differente origine, da ascrivere con ogni probabilità all'azione del moto ondoso.

La presenza di ooliti in un'area lagunare è in accordo con quanto segnalato da vari Autori (si rimanda in particolare alla recente monografia di Loreau, 1982). Tenendo conto del quadro paleogeografico generale della regione durante la sedimentazione della Formazione di Gorno e delle segnalazioni relative agli ambienti attuali (Loreau, 1982), le litofacies in esame possono essere ubicate in quelle parti della laguna triassica ove la profondità era estremamente ridotta (non più di 1 o 2 m) e l'energia poteva essere, se pure saltuariamente, sufficientemente elevata: in corrispondenza, cioè, di una stretta fascia parallela alla riva, a una certa distanza dalle foci attive.

Le areniti ibride caratterizzavano dunque la zona di passaggio tra le aree a sedimentazione prevalentemente arenacea (immediati dintorni delle foci) e le aree a bassissima profondità, ad energia almeno saltuariamente elevata e lontane da ogni apporto terrigeno, rappresentate, come si vedrà più avanti, dalle litofacies carbonatiche tipo «grainstones» oolitici.

Nell'ambito dei depositi in esame sono state osservate associazioni e alternanze con peliti del tutto simili a quelle segnalate per la litofacies 1. In particolare, le associazioni 3B e 3C possono essere considerate rappresentative di zone più «distali» (verso il centro laguna) rispetto alle aree caratterizzate dalla 3A; in tali zone l'azione degli agenti responsabili del mescolamento delle frazioni sabbiose extra ed intrabacinali poteva farsi sentire con minore intensità e frequenza.

Un cenno particolare meritano le litofacies 3E, anche se poco diffuse. Le loro caratteristiche (sequenze di strutture interne e strutture basali) sono del tutto simili a quelle delle classiche torbiditi: si tratta in effetti, verosimilmente,

di sedimenti deposti da correnti di torbidità generate dal fluire, nella laguna, di correnti fluviali veloci, turbolente e molto cariche di materiale, correnti che hanno coinvolto nel movimento anche granuli intrabacinali. La presenza di torbiditi nei depositi del Carnico della Val Brembana era stata segnalata da Assereto fin dal 1965.

La litofacies 4 (peliti verdognole) è stata osservata solo alla base delle sezioni stratigrafiche misurate in Val Brembana, in corrispondenza della transizione Formazione di Gorno—Arenaria di Val Sabbia e della parte superiore di quest'ultima unità. Essa rappresenta probabilmente (Gnaccolini, 1982) il risultato della deposizione di materiali extrabacinali a granulometria molto fine nella parte subacquea del delta o nella zona di passaggio tra quest'ultima e la piana deltizia subaerea, testimoniata dal corpo centrale dell'Arenaria di Val Sabbia.

Le peliti grigio—nerastre (litofacies 5) costituiscono una presenza costante nella Formazione di Gorno. Esse sono formate in gran parte da materiale di provenienza extrabacinale apportato dai corsi d'acqua e ridistribuito dagli agenti lagunari.

In linea generale, testimoniano condizioni di bassa energia. Più in particolare, nelle alternanze di litareniti e peliti, queste ultime rappresentano momenti di minori apporti fluviali, connessi molto probabilmente a cambiamenti di posizione delle foci od a variazioni nel livello delle acque nella laguna, con relativa influenza sull'intensità dei processi erosivi e sulle possibilità di apporto delle correnti fluviali entranti. Un legame con eventuali variazioni cicliche nelle condizioni climatiche sembra meno verosimile.

Il significato delle alternanze peliti—rocce carbonatiche verrà discusso più avanti, dopo aver approfondito l'analisi delle rocce carbonatiche.

Tra le rocce carbonatiche presenti nella Formazione di Gorno rivestono particolare importanza sedimentologica i «grainstones» oolitici. Questa litofacies (6) è certamente indicativa di zone a bassissima profondità. Data la presenza di tutta una gamma di rocce di transizione tra i «grainstones» oolitici e le litareniti feldspatiche («grainstones» arenacei, areniti ibride, litareniti feldspatiche con frazione extrabacinali), sembra lecito pensare che la zona a «grainstones» oolitici corrisponda ad una stretta fascia, con profondità massima di 1 o 2 m, situata in corrispondenza del limite verso terra della laguna, in aree poste lateralmente rispetto al «punto di ingresso» dei materiali terrigeni.

Il significato delle altre litofacies carbonatiche (8, 9, 10, 11) è sensibilmente differente. In questi ultimi depositi, la presenza di fango carbonatico (sia come matrice in sedimenti con impalcatura granulare, sia come costituente prevalente od esclusivo della roccia) è indicativa di condizioni prevalentemente di bassa energia, in aree (o in momenti) nelle quali dominava la sedimentazione carbonatica intrabacinali. Ciascuna delle litofacies in questione può costituire da sola orizzonti esclusivamente calcarei (8A, 9A, 10A, 11A), o può presentarsi

in strati quasi sempre separati da sottili interstrati pelitici (8B, 9B, 10B, 11B), o può dare origine ad alternanze di straterelli calcarei e letti pelitici (8C, 9C, 10C, 11C). Mentre nel primo caso risulta evidente la persistenza delle condizioni ambientali precedentemente delineate, maggiori problemi può offrire l'interpretazione delle altre associazioni.

Le cause delle alternanze calcareo-pelitiche potrebbero ad esempio essere ricercate in variazioni originarie, ritmiche, negli apporti, con alternanze di momenti nei quali prevaleva la sedimentazione carbonatica intrabacinale e di momenti in cui abbondanti apporti terrigeni fini diluivano, o sostituivano del tutto, i materiali di provenienza intrabacinale. Secondo Einsele (1982), in condizioni paleogeografiche analoghe a quelle qui considerate le alternanze calcareo-pelitiche potrebbero essere essenzialmente connesse a variazioni accentuate negli apporti di materiale terrigeno fine, anche se non sono da escludere cambiamenti contemporanei sia negli apporti terrigeni sia in quelli carbonatici. Le eventuali variazioni negli apporti carbonatici intrabacinali potrebbero essere collegate (Einsele, 1982) a «cicli di produttività», mentre all'origine delle variazioni negli apporti terrigeni potrebbero esservi cambiamenti nel livello marino (e nel livello delle acque della laguna) o variazioni climatiche. E' inoltre probabile che le differenze originarie tra i depositi siano state successivamente enfatizzate dai processi diagenetici.

A favore di un'origine «primaria» per le alternanze calcareo-pelitiche potrebbe essere il rinvenimento di sottili letti costituiti essenzialmente da grossi resti di Lamellibranchi, in matrice micritica, compresi tra orizzonti pelitici contenenti sparsi Lamellibranchi. I letti a Bivalvi sembrano indicare periodi di rallentamento o addirittura di arresto negli apporti terrigeni fini; ciò avrebbe consentito lo sviluppo e la concentrazione di un'abbondante fauna bentonica (Fürsich, 1982; Bloos, 1982). Un'origine legata a tempeste, per i letti a Lamellibranchi in questione, sembra meno probabile, visto il passaggio graduale alle sottostanti peliti e la presenza di matrice micritica relativamente abbondante.

Quanto osservato finora sembra valido in particolare per le alternanze ritmiche di sottili strati calcarei e di letti pelitici frequentemente più spessi dei primi (associazioni 8C, ecc.). Per gli intervalli costituiti essenzialmente da depositi calcarei in strati separati da sottili o sottilissimi interstrati pelitici (associazioni 8B, ecc.) l'interpretazione è più difficile. Oltre alle cause viste in precedenza, è infatti possibile pensare anche ad un'origine completamente (o quasi completamente) diagenetica (Eder, 1982; Walther, 1982; Ricken, 1985; Simpson, 1985). Secondo Simpson, in particolare, il ripetuto addensarsi di superfici di dissoluzione potrebbe provocare la formazione, in un orizzonte calcareo, di setti argillosi di spessore fino a centimetrico, che conferiscono alla roccia una «pseudostratificazione» (un aspetto simile è stato osservato dallo scrivente, come già precisato, nelle litofacies 6).

Nella Formazione di Gorno affiorante in Val Brembana si osservano rara-

mente vere e proprie marne (litofacies 12): esse testimoniano momenti di bassa energia durante i quali apporti terrigeni fini ed apporti carbonatici si equilibravano.

Le ultime due litofacies sono molto rare nella formazione in esame: si tratta di calcari stromatolitici (13) e di «Algal mounds» (14). La presenza di un orizzonte lenticolare costituito essenzialmente da Alghe testimonia che, in casi particolari, modesti edifici potevano essere costruiti da organismi nell'area lagunare. L'unico sottile orizzonte con laminazioni stromatolitiche potrebbe indicare, se ci si attiene alle situazioni recenti, l'instaurarsi temporaneo, e localizzato, di condizioni peritidali e, comunque, profondità non superiori a qualche metro (Gebelein, 1976; Playford & Cockbain, 1976; ecc.); vari Autori, tuttavia, sulla base di studi effettuati su depositi antichi, ritengono possibili profondità nettamente più elevate (Hoffman, 1974; Playford et al., 1976; ecc.).

#### **Distribuzione e frequenza delle litofacies e delle associazioni di litofacies nella Formazione di Gorno in Val Brembana.**

Nella Formazione di Gorno affiorante in Val Brembana le principali litofacies osservate si presentano con le frequenze di seguito indicate (Fig. 7). Le litareniti feldspatiche, comprese quelle con scarso contenuto intrabacinale, costituiscono circa il 12% dell'intera successione. Le areniti ibride, formate da una mescolanza di granuli extra ed intrabacinali, rappresentano circa il 3% del totale. Molto più frequenti sono le peliti grigio-nerastre, che raggiungono il 36%, e le litofacies carbonatiche, che, nel loro insieme, costituiscono il 49% dell'intera successione (Fig. 7a) (1).

Sono state osservate evidenti differenze tra la porzione inferiore e quella medio-superiore della Formazione di Gorno della Val Brembana. Nella parte inferiore (Fig. 7b) (potente circa 50 m) le litareniti feldspatiche (litofacies 1 e 2) variano tra il 9 ed il 13%; le areniti ibride (litofacies 3) tra il 4 ed il 10%; le peliti grigio-nerastre (5) tra il 20 ed il 24%; le rocce carbonatiche (litofacies dalla 6 alla 11 e litofacies 14) tra il 56 ed il 62%. Tra queste ultime, particolarmente significativi i «grainstones» oolitici, che costituiscono una frazione rilevante (dal 12 al 20%) della parte inferiore dell'unità.

Facendo riferimento, in particolare, alle associazioni di litofacies descritte all'inizio, le litareniti feldspatiche compaiono con maggiore frequenza nell'associazione 1C, seguita a distanza dalle 1B-2B, 1A-2A ed 1D; le areniti ibride si presentano in prevalenza nell'associazione 3C, subordinatamente nella 3B; le rocce carbonatiche appaiono nella maggior parte dei casi nelle associazioni 6A-7 ed 8A, subordinatamente nelle 8C-9C.

(1) Nella porzione basale delle sezioni misurate nei dintorni di S. Giovanni Bianco, Camerata Cornello e Dossena (corrispondente grosso modo alla sommità dell'Arenaria di Val Sabbia) sono nettamente prevalenti le litareniti feldspatiche. Esse costituiscono qui dall'85 al 92% del totale, la parte restante essendo rappresentata da peliti verdognole o grigio-verdognole (litofacies 4).

Nella porzione medio-superiore della Formazione di Gorno (Fig. 7C) (potente circa 72 m) le litareniti (litofacies 1 e 2) costituiscono dal 14 al 25% della successione; le areniti ibride (3) non superano il 2% ; le peliti grigio-nerastre (5) sono molto abbondanti (44-51%); le rocce carbonatiche (litofacies dalla 6 alla 11 e litofacies 13) rappresentano dal 23 al 40% della successione (tra di esse i «grainstones» sono del tutto assenti o estremamente rari).

Facendo riferimento alle associazioni di litofacies descritte in precedenza, le litareniti compaiono con maggiore frequenza nell'associazione 1C, seguita a distanza dalla 1A; le areniti ibride appaiono prevalentemente nell'associazione 3D; le rocce carbonatiche si presentano, nella maggior parte dei casi, nelle associazioni 10A, 8C e 11C, subordinatamente nella 10B.

Nell'insieme della Formazione di Gorno il rapporto rocce carbonatiche/arenarie + peliti è uguale ad 1. Nella parte inferiore dell'unità detto rapporto varia tra 1,7 ed 1,8; nella parte medio-superiore, tra 0,3 e 0,7.

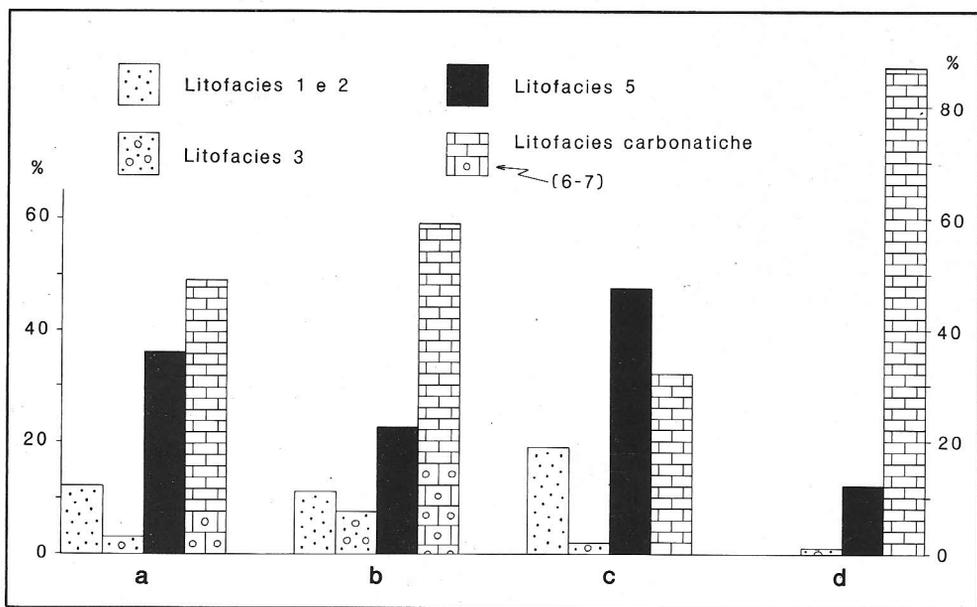


Fig. 7 - Istogrammi indicativi della frequenza delle principali litofacies costituenti la Formazione di Gorno (per il significato dei numeri 1, 2, 3, 5, 6 e 7 si rimanda al testo ed alla Fig. 3):

- Formazione di Gorno in Val Brembana, nel suo insieme (istogramma ricavato dalla sezione stratigrafica completa misurata nei dintorni di S. Giovanni Bianco);
- parte inferiore della Formazione di Gorno in Val Brembana (istogramma indicativo ottenuto dalle sezioni misurate nei dintorni di S. Giovanni Bianco, Camera Cornello e Dossena);
- parte medio-superiore della Formazione di Gorno in Val Brembana (ricavato dalle sezioni misurate nei dintorni di Camerata Cornello e di Antea);
- Formazione di Gorno nei dintorni della località-tipo.

## La Formazione di Gorno nei dintorni di Gorno

Nei dintorni di Gorno l'unità in esame occupa tutto l'intervallo compreso tra il Metallifero Bergamasco e la Formazione di S. Giovanni Bianco. Essa è nota da tempo nella letteratura geologica per la grande abbondanza di fossili, è stata descritta da Taramelli già alla fine del secolo scorso (1887), successivamente da Parodi (1936) e, più recentemente, da Allasinaz (1966).

Quest'ultimo Autore ha studiato in particolare le ricche faune a Lamelli-branchi presenti nell'unità: nella sua parte inferiore sono frequenti i generi *Pachycardia*, *Trigonodus* ed *Heminayas*; successivamente prevalgono, come numero di individui, i rappresentanti dei generi *Modiolus* e *Septioloa*; quindi si osserva la massima quantità e varietà di specie appartenenti ai generi *Costatoria*, *Curionia*, *Myophoria*, *Mysidioptera*, *Septihoernesia* e *Myoconcha*; nella porzione superiore, insieme a molte specie dei livelli sottostanti, dominano i generi *Entolium*, *Amussium* e *Bakevella*.

Nell'insieme, le specie più diffuse in senso verticale sono, secondo Allasinaz (1966), *Myophoria kefersteini* (Muenster), *Septihoernesia joannisaustriae* (Klipstein) e *Gonodon mellingi* (Hauer); le specie più frequenti numericamente sono *Myophoria kefersteini* (Muenster), *Curionia curionii* (Hauer), *Myoconcha longobardica* (Hauer), *Costatoria inaequicostata* (Schafhäütl) ed *Amussium filosum* (Hauer).

Nei dintorni di Gorno è stata misurata una sezione stratigrafica di dettaglio presso la località Riso, sul versante meridionale della valle incisa dal torrente omonimo. La presenza di coperture e di alcuni disturbi tettonici (anche se probabilmente connessi a faglie di limitato rigetto) non hanno consentito una valutazione precisa della potenza complessiva della Formazione di Gorno in questa regione. La sezione stratigrafica studiata presenta uno spessore di circa 215 m.

### Litofacies e associazioni di litofacies.

Le litofacies e le associazioni di litofacies osservate nella Formazione di Gorno affiorante nell'area in esame sono elencate qui di seguito utilizzando le sigle (numero o numero più lettera maiuscola) già introdotte per le sezioni stratigrafiche della Val Brembana e facendo riferimento alle descrizioni relative alle litofacies brembane. Sono state aggiunte solo brevi precisazioni, con particolare riguardo a elementi eventualmente non illustrati nelle descrizioni precedenti.

2-3. Areniti feldspatiche con frazione carbonatica intrabacinale (< 15%) ed areniti ibride.

Si presentano nelle associazioni 2C-3C (Fig. 3): si tratta di litareniti feldspatiche con scarsa frazione intrabacinale e di areniti ibride di colore grigio-verdognolo, in strati da 2 a 30 cm alternati ritmicamente con letti di peliti gri-

gio—nerastre spessi da qualche centimetro fino a circa 30 cm; localmente si presentano anche in strati singoli (13–18 cm) isolati tra litotipi calcarei. I granuli extrabacinali sono rappresentati da frammenti di vulcaniti, feldspati e quarzo; i granuli intrabacinali da bioclasti ed ooliti, spesso a nucleo terrigeno.

#### 5. Peliti grigio—nerastre.

Si rinvencono in letti di limitato spessore, ritmicamente alternati con litotipi differenti, oppure in orizzonti isolati, spessi fino a 60 cm. La sigla 5 usata nelle figure sta ad indicare quest'ultima situazione.

#### 6. «Grainstones».

Si tratta di un unico orizzonte di «grainstone» oolitico—bioclastico, di colore grigio scuro, spesso 60 cm (6A).

#### 7. «Grainstones» arenacei.

Un unico orizzonte di «grainstone» oolitico—bioclastico contenente una piccola frazione di granuli di provenienza extrabacinale (55 cm). Le ooliti mostrano talora un nucleo terrigeno.

#### 8. «Packstones».

Sono rocce di colore grigio scuro o nerastro, costituite da un'impalcatura di granuli formati in grande prevalenza da resti di organismi, cui si aggiungono localmente peloidi ed anche ooliti. Tra i fossili predominano i Lamellibranchi; Alghe, Echinodermi e Gasteropodi sono subordinati. La massa di fondo è micritica. Sono frequentemente caratterizzati da delicate laminazioni; localmente si notano minuscoli clasti di provenienza extrabacinale.

Si presentano quasi sempre con l'aspetto 8A, in orizzonti di spessore fino a circa 2 m costituiti da strati da 2 a 35 cm (la stratificazione è talvolta poco evidente). Raramente si osservano strati calcarei (2–10 cm) separati da sottili interstrati pelitici (8B).

#### 10. «Wackestones» e «mudstones».

«Wackestones» e «mudstones» di colore grigio scuro o nerastro sono molto diffusi nella Formazione di Gorno dell'area considerata. Tra i granuli presenti nei «wackestones» predominano i Lamellibranchi; sono tuttavia frequenti anche gli Ostracodi; localmente si osservano Foraminiferi, in discreta quantità; Echinodermi e Gasteropodi sono presenti solo saltuariamente (Fig. 8).

Questi litotipi si presentano in orizzonti potenti fino ad alcuni metri, costituiti da strati di spessore variabile da qualche centimetro a 30 cm, eccezionalmente fino a 60 cm (10A), oppure in orizzonti spessi da qualche decimetro fino a circa 10 m formati da «wackestones» e «mudstones» in strati da 1 a 20 cm (eccezionalmente 30 cm) separati da sottili (in genere meno di 3 cm; ecce-

zionalmente fino a 6–7 cm) interstrati pelitici (10B); possono infine comparire in orizzonti spessi fino a poco più di 2 m costituiti da alternanze di straterelli calcarei (spessore massimo 10–11 cm) e letti pelitici di spessore in genere non superiore ai 15 cm, eccezionalmente fino a 40 cm (10C). In quest'ultima associazione il rapporto pelite/calcare è spesso a favore del primo litotipo, anche se non sono infrequenti i casi con rapporto prossimo all'unità.

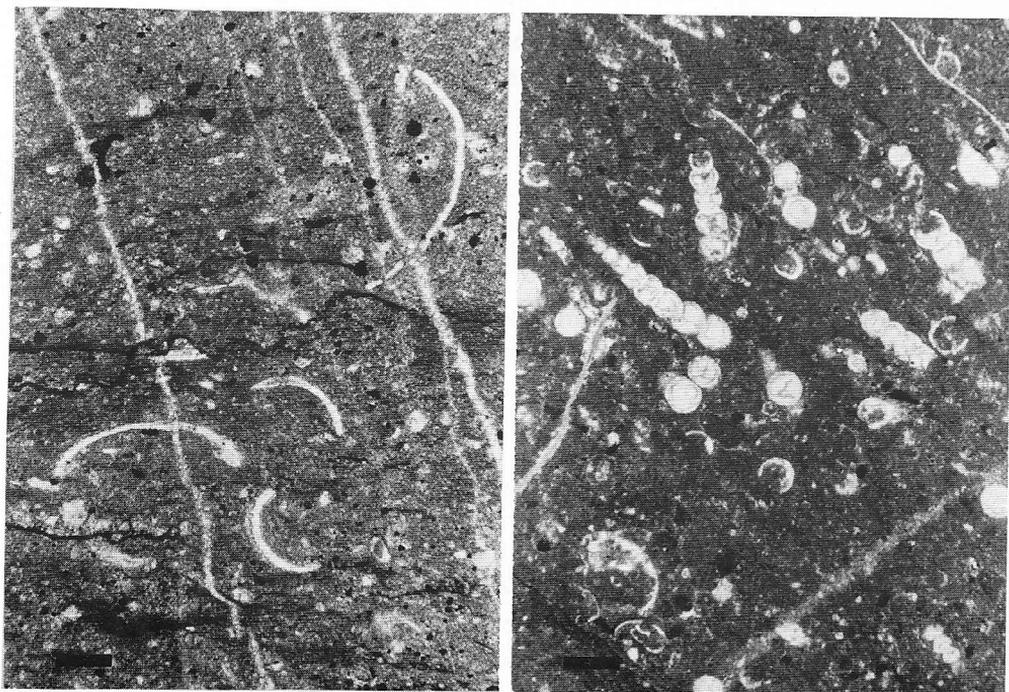


Fig. 8 — A sinistra, «wackestone» a Ostracodi (litofacies 10) (dintorni di Gorno; solo polarizzatore; la barra in nero corrisponde a 0,1 mm). A destra «wackestone» a Foraminiferi (litofacies 10) (dintorni di Gorno; solo polarizzatore; la barra in nero corrisponde a 0,24 mm).

#### 11. «Packstones», «wackestones» e «mudstones».

Frequentemente «packstones», «wackestones» e «mudstones» sono strettamente associati, in alternanze irregolari. Queste associazioni si presentano, nell'area in esame, in orizzonti (spessore massimo 1,1 m) composti esclusivamente da strati calcarei, spessi fino a 20 cm (11A), oppure in orizzonti spessi fino a 6 m formati da strati calcarei (spessore 1–45 cm) alternati con sottili interstrati pelitici (11B).

nerastro, con un contenuto in  $\text{CaCO}_3$  compreso in genere tra il 30 ed il 50% e spesso caratterizzate dalla presenza di delicate laminazioni. Si presentano in orizzonti di spessore fino a 3 m costituiti esclusivamente da litotipi marnosi, in letti da qualche centimetro fino a circa 40 cm (12A), oppure in orizzonti, spessi fino a 3,8 m, formati da marne alternate a sottili straterelli (1–10 cm) di «packstones», «wackestones» o, subordinatamente, «mudstones» debolmente marnosi o marnosi, spesso con abbondanti resti di Lamellibranchi (12B) (Fig. 3).

### 13. Calcarei stromatolitici.

Questa litofacies dà origine, nella sezione in esame, ad alcuni sottili orizzonti, di spessore in genere non superiore ai 30 cm, localizzati nella porzione basale e sommitale della successione.

### Significato delle litofacies e delle associazioni di litofacies.

Per tutte le litofacies ed associazioni di litofacies osservate nei dintorni di Gorno vale quanto già esposto a proposito degli affioramenti brembani. Per quanto riguarda in particolare i sottili orizzonti stromatolitici, è da precisare che in un caso sono state osservate, in associazione alle laminazioni stromatolitiche, piccole cavità riempite di gesso. Ciò potrebbe indicare situazioni sopratidali; rimangono tuttavia alcune incertezze legate alla possibilità di una precipitazione tardiva del solfato di calcio, connessa ad acque percolanti attraverso la soprastante Formazione di S. Giovanni Bianco.

### Distribuzione e frequenza delle litofacies e delle associazioni di litofacies nella Formazione di Gorno affiorante nei dintorni di Gorno.

Le litofacies osservate nella Formazione di Gorno nei dintorni della località-tipo si presentano con le frequenze precisate qui di seguito (Fig. 7, d). Le litareniti feldspatiche con frazione intrabacinale e le areniti ibride rappresentano complessivamente solo lo 0,7% del totale. Le peliti grigio-nerastre formano circa il 12%. Le rocce carbonatiche, comprese le marne, rappresentano l'87% dell'intera successione.

In riferimento alle associazioni di litofacies descritte in precedenza, le litareniti feldspatiche a scarsa frazione intrabacinale e le areniti ibride compaiono unicamente nell'associazione 2C/3C; le rocce carbonatiche si presentano nella maggior parte dei casi nelle associazioni 10B, 10A, 12B, 10C e 12A.

Risultano evidenti le notevoli differenze tra la Formazione di Gorno nella località-tipo (Fig. 7 d) ed in Val Brembana (Fig. 7 a, b, c), differenze messe bene in evidenza dal rapporto rocce carbonatiche/arenarie + peliti relativo alla intera unità. Tale rapporto, infatti, risulta uguale ad 1 in Val Brembana, mentre è prossimo a 7 nei dintorni di Gorno.

### Osservazioni conclusive: zonazione di una laguna triassica

Se si tiene conto di tutte le osservazioni esposte finora, le sezioni stratigrafiche misurate in Val Brembana possono essere considerate rappresentative, nell'ambito della laguna triassica presa in esame, di tre zone ben distinte (Fig. 9).

La parte basale delle sezioni in questione, corrispondente alla sommità dell'Arenaria di Val Sabbia ed alla transizione tra questa unità e la Formazione di Gorno, evidenzia infatti i caratteri della zona lagunare immediatamente antistante alle foci fluviali (Fig. 9, *zona Ia*), caratterizzata dalle associazioni 1A, 1B e 4. Quest'area corrisponde alla parte subacquea degli edifici deltizi testimoniati dall'Arenaria di Val Sabbia (Gnaccolini, 1982).

La porzione inferiore della Formazione di Gorno affiorante in Val Brembana (Fig. 7 b) sembra anch'essa rappresentare la zona lagunare più prossima alla terraferma, anche se in situazione nettamente differente rispetto al caso precedente e cioè in località poste a distanza dai «punti di ingresso» delle sabbie di provenienza extrabacinale (*zona Ib*). Le litofacies dominanti sono qui le rocce carbonatiche (56–62%), tra le quali particolarmente significativi i «grainstones» oolitici (le associazioni prevalenti sono 6A e 7, 8A, 8C e 9C). Seguono le peliti grigio-nerastre (litofacies 5; 20–24%), le litareniti feldspatiche (9–13%; associazioni prevalenti 1C, 1B e 2B, 1A e 2A, 1D) e le areniti ibride (4–10%; associazioni prevalenti 3C e 3B).

La porzione medio-superiore della Formazione di Gorno della Val Brembana (Fig. 7c) rappresenta verosimilmente una fascia più spostata verso il centro della laguna (Fig. 9, *zona II*) rispetto alla *zona I* appena descritta, probabilmente posta immediatamente a lato della *zona Ia*. Nella *zona II* le litofacies presenti sono peliti grigio-nerastre (44–51%), rocce carbonatiche (23–40%; associazioni prevalenti 10A, 8C, 11C, 10B), litareniti feldspatiche (14–25%; associazione prevalente 1C, seguita a distanza dalla 1A), areniti ibride (2%; associazione 3D).

Gli affioramenti dei dintorni di Gorno (Fig. 7d) evidenziano un'ulteriore zona (Fig. 9, *zona III*): si tratta della porzione centrale della laguna, caratterizzata dall'assoluta prevalenza (87%) di litofacies carbonatiche. Le associazioni predominanti sono le 10B, 10A, 12B, 10C e 12A.

La Fig. 9 riassume e schematizza il modello di laguna triassica a sedimentazione mista, terrigena e carbonatica, qui delineato, modello che richiama, anche se solo nelle linee generali, la situazione riscontrabile attualmente sulla piattaforma del Belize (Purdy, 1974; Ginsburg & James, 1974).

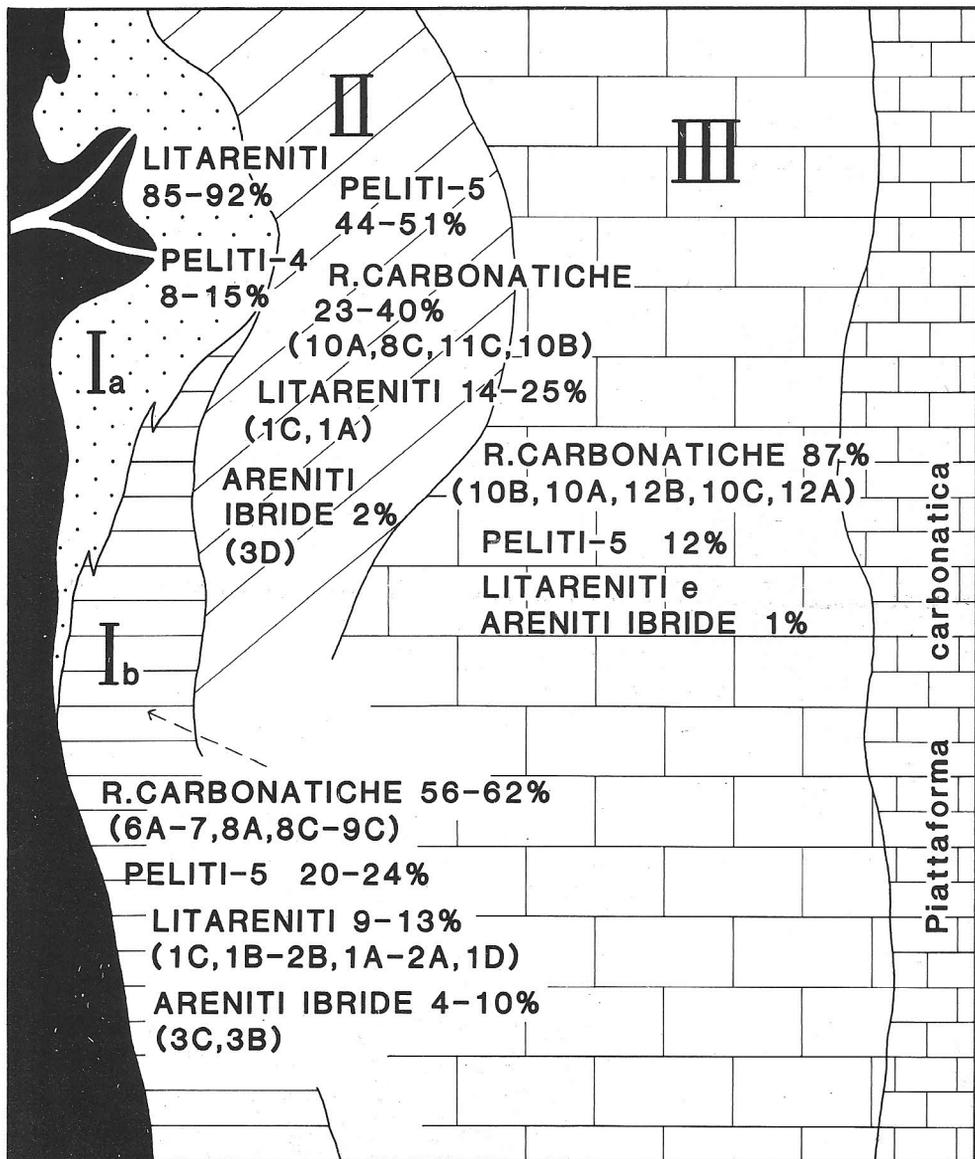


Fig. 9 – Zonazione della laguna triassica rappresentata dalla Formazione di Gorno e dalla transizione Formazione di Gorno–Arenaria di Val Sabbia (modello, non in scala). Ia, Ib, II, III: zone individuate. Sono indicate le litofacies prevalenti, con la loro frequenza percentuale, e, tra parentesi, le associazioni prevalenti (per il significato delle sigle si rimanda alla Fig. 3 ed al testo). In nero, a sinistra, aree emerse; a destra, la piattaforma carbonatica rappresentata dalla Formazione di Breno.

## Appendice

Sezione stratigrafica misurata lungo la strada che percorre la Val Brembana, immediatamente a nord di S. Giovanni Bianco.

Sono elencate qui di seguito le associazioni di litofacies individuate ed i relativi spessori (in centimetri, tra parentesi), a partire dal basso. Coordinate del punto di attacco: lat. nord  $45^{\circ}53'07''$ ; long. ovest  $02^{\circ}47'55''$  dal meridiano di Roma.

Arenaria di Val Sabbia, parte sommitale: 1A (250); 1B (21); 3E (27); 2B–3B (120); 1A (170); 1B (20); copertura (80); 1A (280); 1B (55); 2A (570); 4 (60); 2A (60); Formazione di Gorno: 6A (157); 1B (72); 1C (110); 6A (95); 5 (25); 1D (24); 3D (42); 5 (120); 8A (300); 9B (75); 1C (250); 3D (43); copertura (250); 11A (275); 8A–6A (285); 2A (65); 8C (78); 8A (50); 6A (150); 10A (80); 7 (210); 8A (300); 8B (50); 5 (20); 6A (115); 8C (42); 3B (54); 1C (80); 8A (290); 1C (165); 1A (55); 1C (73); 10A (120); 3B (45); 1C–8C (93); 5 (97); 1D (42); 1C (34); 8A (157); 3C (106); 5 (54); 8C (70); 5 (62); 8A (55); 5 (172); 8C (223); 10B (75); 10A (67); 8C (197); 9A (22); 5 (112); 1B (50); 5 (80); 1C (70); 1A (130); 10A (70); 11A (75); 1D (46); 1C (184); 5 (87); 1D (30); 5 (15); 2A (200); 11A (80); 1A–1B (180); 9A (66); 5 (97); 3D (21); 8C (164); 10B (81); 8C (100); 3D (26); 5 (60); 1D (32); copertura (50); 11C (320); 11A (180); 11C (200); 5 (90); 1A (140); 5 (20); 8B (110); 5 (200); 10B (140); 10A (140); 11C (300); 8A (80); 5 (60); 11C (220); 10A (243); 11C (300); 10A (185); 11C (110); 3E (50); 11C (150); 3D (15); 5 (55); 8A (38); 8B (93); 5 (160); 3D (15); 5 (78); copertura (120); 6A–9A (110); 13 (25); 1C (42); 10A (80); 1C (24); 1D (35); 11C (170); 10A (60); 8C (59); Formazione di S. Giovanni Bianco.

Sezione stratigrafica misurata nei dintorni di Camerata Cornello, sul versante destro della Val Brembana.

Sono elencate, a partire dal basso, le associazioni di litofacies ed i relativi spessori (in centimetri). Coordinate del punto di attacco: lat. nord  $45^{\circ}52'54''$ ; long. ovest  $02^{\circ}48'08''$  dal meridiano di Roma.

Arenaria di Val Sabbia, parte sommitale: 1A (670); 4 (48); 1B (47); 1A (58); Formazione di Gorno, parte inferiore: 1C (70); 10A (93); 3B (120); 3C (161); 6B (24); 5 (80); 6B (17); 1D (25); 4 (110); 1Bbis (60); 5 (80); 1B (60); 10A (50); 1D (45); 8A (35); 7 (32); 6A (32); 1C (148); 8A (175); 1C–3C (44); 2B (55); 1C–3C (36); 2A (32); 1C–3C (50); 2A (145); 5 (35); 2B (39); 8A (170); 2B (40); 9B (95); 7 (144); 5 (65); 8A (355); copertura (80); 2A (60); 5 (55); 8A (125); 5 (18); 11B (87); 10C (164); 6A (250); 14 (100); 2C (170); 8A (200); copertura (50); 6A (210); 8A (170); 6A (210); 8C (40); 6B (15); 8C (55); 6A (310).

## Sezione stratigrafica misurata nei dintorni di Dossena.

Sono elencate, a partire dal basso, le associazioni di litofacies individuate (spessori in centimetri). Coordinate del punto di attacco: lat. nord  $45^{\circ}52'43''$ ; long. ovest  $02^{\circ}44'55''$  dal meridiano di Roma.

Arenaria di Val Sabbia, parte sommitale: 1A (> 30); 4 (70); 1A (479); 1C (40); 1A (55); 2B (100); Formazione di Gorno, parte inferiore: 3C (57); 3B (141); 6A (100); 3C (50); 2B-3B (55); 1D (40); 2B-3B (118); 1C (114); 1Bbis (50); 3C (75); 8A (40); 5 (57); 8A (30); 3C (140); 9C (38); 5 (80); 6A (107); 5 (124); 7 (80); 8C (26); 7 (32); 5 (43); 1A (63); 5 (18); 1A (60); 1C (35); 2B (47); 3A (182); 5 (82); 2B (55); 7 (220); 9C (180); 1A (60); 11A (320); 11B (140); 8A (30); 5 (16); 8A (224); 10B-10C (157); 11A (145); 11C (160); 11A (410); 10B (186); 8A (190); 11A (65); 5 (12); 10A (88); 10C (180); 6A (65); 10C (65); 8A (375); 5 (240); 1D (40).

## Sezione stratigrafica misurata nei pressi di Antea, sul versante sinistro della Val Brembana.

Sono elencate le associazioni di litofacies ed i relativi spessori (in centimetri), partendo dal basso. Coordinate del punto di attacco: lat. nord  $45^{\circ}51'27''$ ; long. ovest  $02^{\circ}46'43''$  dal meridiano di Roma.

Formazione di Gorno, parte medio-superiore: 10A (67); 11C (210); 2B (28); 10C (65); 1C (140); 6B (11); 1B (200); copertura (250); 5 (140); 3E (36); 3C (90); 8C (80); 10B (138); 11C (160); copertura (160); 10A (80); copertura (100); 5 (180); 12A (400); 10A (160); copertura (120); 5 (50); 2A (47); 2C (129); 11A (145); 10D-3C (270); 1A (150); 1C (60); 8A (35); 11C (77); 2B (24); 10B (205); 8B (40); 11C (150); 10A (30); 5 (150); 10A (30); copertura (100); 8C (80); 1A (120); 1C (380); 1A (140); 1C (385); 11A (50); 1C (165); 5 (90); 1B (138); 1A (100); 5 (70); 8A (95); 1C (200); 8C (360); 10A (75); 5 (80); 1D (30); 5 (100); 1C (100); 10B (95); 1C-8C (360); 10A (160); 8C (250); 1A (58); 1C (180); 10B (45); 1C (196); 1E (34); 1C (120); 1B (90); 1A (170); 8B (38); 1C (50); copertura (1500); Formazione di S. Giovanni Bianco.

## Sezione misurata nella valle del Torrente Riso, dintorni di Gorno.

Sono indicate le associazioni di litofacies ed il loro spessore (in centimetri), a partire dal basso. Coordinate del punto di attacco: lat. nord  $45^{\circ}51'38''$ ; long. ovest  $02^{\circ}36'01''$  dal meridiano di Roma.

Formazione di Gorno: copertura (x); 11B (255); 10B (577); 10C (72); 10B (68); copertura (140); 13 (31); 10A (120); 10B (105); 12A (130); 10C (35); 12A (183); 2C-3C (13); 12A (147); 10A (90); 5 (20); 8A (132); 12A (290); 11B (330); copertura (540); 12A (85); 2C-3C (154); 8A (80); 10A (180); 10B (135); copertura (800/1000); 2C-3C (105); 7 (55); 10A-10B (1250); 10B (420); 2C-3C (18); 10B (40); 10A (120); copertura (1500 ?); 10B (220); 12A (260); 10B (240); 12B (220); 10B (1100); 10C (220); 12B (90); 10C (140);

10A (70); 11B (580); 10A (95); 5 (40); 10B (30); 5 (60); 12B (130); 10B (200); copertura (160); 12B (200); 10B (215); 12B (160); 12A (200); 8B (270); 12B (380); 11B (290); 12B (280); 10A (175); 12B (270); 11B (200); 10A (150); 12B (250); 10B (600); 12B (80); 11B (360); 12B (80); 12A (230); 11B (60); 12B (120); 10B (325); 12A (80); 10B (85); 13 (45); 8A (90); 10C (210); 10A (65); 12A (245); copertura (85); 8A (30); 10C (115); copertura (175); 5 (25); 6A (60); 5 (60); 13 (30); 5 (60); 10B (180); 10C (70); 10A (45); 10C (40); 10A (37); 12B (95); 10A (250); copertura (200); 10C (270); 12A (230); 10A (170); 10C (110); 8A (100); copertura (100); 5 (26); 8A (190); 11B (140); 13 (40); 12A (130); copertura (60); 11A (110); 10C (125); 11A (100); 10C (40); 10B (150); Formazione di S. Giovanni Bianco.

### Ringraziamenti.

Ringrazio vivamente Flavio Jadoul per la lettura critica del manoscritto e per le proficue discussioni.

### BIBLIOGRAFIA

- Allasiaz A. (1966) - Il Trias in Lombardia (Studi geologici e paleontologici). XVIII. La fauna a Lamellibranchi dello Julico (Carnico medio). *Riv. Ital. Paleont. Strat.*, v. 72, n. 3, pp. 609-752, 16 tav., 14 fig., Milano.
- Assereto R. (1965) - Sulla presenza di torbiditi nei sedimenti del Carnico nei dintorni di Dosena (Val Brembana). *Riv. Ital. Paleont. Strat.*, v. 71, n. 3, pp. 839-852, 2 tav., 2 fig., Milano.
- Assereto R. & Casati P. (1965) - Revisione della stratigrafia permo-triassica della Val Camonica meridionale (Lombardia). *Riv. Ital. Paleont. Strat.*, v. 71, n. 4, pp. 999-1097, 30 fig., Milano.
- Assereto R., Jadoul F. & Omenetto P. (1977) - Stratigrafia e metallogenesi del settore occidentale del distretto a Pb, Zn, fluorite e barite di Gorno (Alpi Bergamasche). *Riv. Ital. Paleont. Strat.*, v. 83, n. 3, pp. 395-532, 69 fig., Milano.
- Bloos G. (1982) - Shell Beds in the Lower Lias of South Germany. Facies and Origin. In Einsele G. & Seilacher A. eds. - Cyclic and Event Stratification, pp. 223-239, 7 fig., Springer-Verlag, Berlin.
- Brusca C., Gaetani M., Jadoul F. & Viel G. (1981) - Paleogeografia ladino-carnica e metallogenesi del Sudalpino. *Mem. Soc. Geol. Ital.*, v. 22, pp. 65-82, 5 fig., Roma.
- Casati P. & Pace F. (1968) - Alcune caratteristiche petrografiche e sedimentologiche dell'Arenaria di Val Sabbia (Carnico) in Val Brembana. *Ist. Lomb. (Rend. Sc.)*, s. A, v. 102, pp. 557-574, 3 tav., 7 fig., Milano.
- Dunham R.J. (1962) - Classification of Carbonate Rocks according to depositional texture. In Classification of Carbonate Rocks. *A.A.P.G.*, Mem. 1, pp. 108-121, 7 tav., Tulsa.

- Eder W. (1982) - Diagenetic Redistribution of Carbonate, a Process in Forming Limestone—Marl Alternations (Devonian and Carboniferous, Rheinisches Schiefergebirge, W. Germany). In Einsele G. & Seilacher A. eds. - Cyclic and Event Stratification, pp. 98–112, 12 fig., Springer—Verlag, Berlin.
- Einsele G. (1982) - Limestone—Marl Cycles (Periodites). Diagnosis, Significance, Causes. A Review. In Einsele G. & Seilacher A. eds. - Cyclic and Event Stratification, pp. 8–53, 14 fig., Springer—Verlag, Berlin.
- Folk R.L. (1974) - Petrology of sedimentary rocks. V. di 182 pp., Hemphill's, Austin.
- Fürsich F.T. (1982) - Rhythmic Bedding and Shell Bed Formation in the Upper Jurassic of East Greenland. In Einsele G. & Seilacher A. eds. - Cyclic and Event Stratification, pp. 208–222, 5 fig., Springer—Verlag, Berlin.
- Garzanti E. (1985 a) - Petrography and diagenesis of Upper Triassic volcanic arenites (S. Giovanni Bianco, Gorno and Val Sabbia Formations; Bergamasco Alps). *Boll. Soc. Geol. Ital.*, v. 104, pp. 3–20, 1 tab., 8 fig., Roma.
- Garzanti E. (1985 b) - The sandstone memory of the evolution of a Triassic volcanic arc in the Southern Alps, Italy. *Sedimentology*, v. 32, pp. 423–433, 8 fig., Oxford.
- Garzanti E. & Jadoul F. (1985) - Stratigrafia e paleogeografia del Carnico lombardo (Sondaggio S. Gallo, Valle Brembana). *Riv. Ital. Paleont. Strat.*, v. 91, n. 3, pp. 295–320, 5 tab., 7 fig., Milano.
- Gebelein C.D. (1976) - Open marine subtidal and intertidal stromatolites (Florida, the Bahamas and Bermuda). In Walter M.R. ed. - Stromatolites, pp. 381–388, 2 fig., Elsevier, Amsterdam.
- Ginsburg R.N. & James N.P. (1974) - Holocene Carbonate Sediments of Continental Shelves. In Burk C.A. & Drake C.L. eds. - The Geology of Continental Margins, pp. 137–155, 26 fig., Springer—Verlag, Berlin.
- Gnaccolini M. (1982) - Un apparato deltizio triassico nelle Prealpi Bergamasche. *Riv. Ital. Paleont. Strat.*, v. 88, n. 4, pp. 599–612, 4 fig., Milano.
- Hoffman P. (1974) - Shallow and Deepwater Stromatolites in Lower Proterozoic Platform—to—Basin Facies Change, Great Slave Lake, Canada. *A.A.P.G. Bull.*, v. 58, n. 5, pp. 856–867, 17 fig., Tulsa.
- Loreau J.P. (1982) - Sédiments aragonitiques et leur genèse. *Mém. Mus. Nat. Hist. Nat.*, s.C Géologie, v. 47, 312 pp., 62 fig., Paris.
- Parodi A. (1936) - Notizie geologiche della regione compresa tra la Val Canale e la Val del Riso, Valle Seriana (Bergamo). *Boll. Soc. Geol. Ital.*, v. 55, n. 1, pp. 191–220, 2 tav., 1 carta geol. al 50.000, Roma.
- Playford P.E. & Cockbain A.E. (1976) - Modern algal stromatolites at Hamelin Pool, a hypersaline barred basin in Shark Bay, Western Australia. In Walter M.R. ed. - Stromatolites, pp. 389–441, 11 fig., Elsevier, Amsterdam.
- Playford P.E., Cockbain A.E., Druce E.C. & Wray J.L. (1976) - Devonian stromatolites from Canning Basin, Western Australia. In Walter M.R. ed. - Stromatolites, pp. 543–563, 12 fig., Elsevier, Amsterdam.
- Purdy E.G. (1974) - Karst—Determined facies Patterns in British Honduras: Holocene Carbonate Sedimentation Model. *A.A.P.G. Bull.*, v. 58, n. 5, pp. 825–855, 4 tab., 25 fig., Tulsa.
- Ricken W. (1985) - Epicontinental marl—limestone alternations: event deposition and diagenetic bedding (Upper Jurassic, southwest Germany). In Bayer U. & Seilacher A. eds. - Sedimentary and Evolutionary Cycles, Lecture Notes in Earth Sciences, n. 1, pp. 127–162, 20 fig., Springer—Verlag, Berlin.
- Simpson J. (1985) - Stylolite—controlled layering in an homogeneous limestone: pseudo—

bedding produced by burial diagenesis. *Sedimentology*, v. 32, pp. 495–505, 9 fig., Oxford.

Taramelli T. (1887) - Osservazioni geologiche sul terreno raibliano e sulle formazioni alluvionali nei dintorni di Gorno, in Valle Seriana, provincia di Bergamo. *Boll. Soc. Geol. Ital.*, v. 6, n. 4, pp. 525–544, Roma.

Walther M. (1982) - A contribution to the Origin of Limestone–Shale Sequences. In Einsele G. & Seilacher A. eds. - *Cyclic and Event Stratification*, pp. 113–120, 2 fig., Springer–Verlag, Berlin.