

STUDIO PETROGRAFICO
DELLE FACIES CARBONATE DEL GARGANO

Riassunto. — Il presente lavoro vuole offrire un esempio di applicazione, nello studio delle rocce carbonatate, della classificazione di FOLK (1959) opportunamente integrata da studi più recenti di altri Autori. In particolare si è cercato di mettere in evidenza i caratteri dei processi inorganici che, con quelli organici, contribuiscono a definire la composizione, la struttura e la tessitura delle rocce carbonatate.

La distinzione dei diversi elementi e gruppi di elementi che costituiscono le rocce prese in esame e la comparazione con i sedimenti carbonati attuali, hanno consentito di ricostruire un quadro abbastanza organico della distribuzione areale e delle interdipendenze tra le diverse facies petrografiche in relazione ai loro possibili ambienti di sedimentazione.

I risultati ottenuti si accordano con significativa coerenza con quelli emersi separatamente dal rilevamento geologico (MARTINIS - PAVAN, 1963) e dallo studio paleontologico (PAVAN - PIRINI, 1963) e tutti insieme offrono una documentazione abbastanza completa sulla geologia del Gargano (***).

Essi indicano nel promontorio del Gargano un tipico esempio di « Complesso di scogliera » nel quale sono riconoscibili quattro zone, caratterizzate da altrettanti gruppi petrografici. Esse sono:

- 1) Zona di scogliera (reef-wall): a biolititi ad *Ellipsactinia*.
- 2) Zona di retroscogliera (back-reef): a biospariti, con intraspariti ed oospariti;
a micriti fossilifere talora dolomitizzate.
- 3) Zona di transizione (fore-reef transition): a biomieruditi, micriti fossilifere e dolomie.
- 4) Zona di avanseogliera (fore-reef basin): a micriti fossilifere a Radiolari, con selce.

Per ciascuna di queste zone si illustrano le caratteristiche petrografiche seguendo le distinzioni formazionali adottate dai geologi rilevatori. La serie esaminata comprende termini del Giurassico superiore, del Cretacico e dell'Eocene.

(*) Geologo petrografo dell'AGIP Direzione Mineraria.

(**) Geologo rilevatore dell'AGIP Direzione Mineraria.

(***) Un primo rilevamento geologico è stato effettuato a scopi minerari su tutto il Gargano; successivamente è stato eseguito il rilevamento di dettaglio del Foglio 157 «Monte S. Angelo» per la nuova edizione della Carta Geologica d'Italia.

Summary. — The present work studies the Gargano carbonate rocks according to Folk's classification (1959) taking into consideration also other recent papers on carbonate rocks.

Particularly, the authors emphasize the distinctive characters of organic and inorganic processes that define composition, texture and structure of carbonate rocks.

A careful distinction of several elements and groups of elements that make up the rocks, and the comparison with present carbonate sediments have allowed the reconstruction of the areal distribution of the petrographic facies. Their relation with the probable sedimentary environments has been also put in evidence.

The results are in good agreement with the geological survey (Martinis-Pavan, 1963) and with the fauna investigations (Pavan-Pirini, 1963); and, as the whole, they give a good geological picture of the Gargano area.

Gargano's promontory is a typical « reef complex » which, on the base of the petrographic characteristics, can be divided in four zones:

- 1) Reef-wall zone - Biolitite with *Ellipsactinia*.
- 2) Back-reef zone - Biosparite with intrasparite and oosparite.
- Fossiliferous micrite, locally dolomitic.
- 3) Fore-reef transition zone - Biomierudite, fossiliferous micrite and dolomite.
- 4) Fore-reef basin zone - Fossiliferous micrite with Radiolaria and chert.

The petrographic characteristics of each zone are described following the formational subdivisions used by field geologists. The geological series includes formations of Jurassic, Cretaceous and Eocene ages.

Gli Autori esprimono la loro riconoscenza all'AGIP Direzione Mineraria per aver permesso la presente pubblicazione ed in particolare all' Ing. T. Rocco ed al Dr. G. Long. Per la collaborazione prestata ringraziano inoltre il dr. D. Storer ed i Colleghi del Laboratorio Petrografico, il prof. B. Martinis ed i Colleghi del Servizio Geologico di Rilevamento.

Introduzione

Per la definizione delle caratteristiche petrografiche delle rocce carbonatiche che costituiscono il « Complesso di scogliera » del Gargano abbiamo esaminato circa 2000 campioni di superficie oltre alle carote ed ai cuttings dei pozzi « Foresta Umbra 1 » e « Peschici 1 » perforati recentemente dall' AGIP ⁽¹⁾.

⁽¹⁾ RIZZINI A., MATTAVELLI L. (1964) - *Logs Pétrographiques et cartes de lithofaciès pratiques des roches carbonatées*. « Revue de l' Inst. Franç. du Pétrole et Annales des Combustible Liquides ». Vol. XIX, n. 5.

Lo studio è basato sulle osservazioni macroscopiche di campagna e di laboratorio e principalmente sull'esame al microscopio delle sezioni sottili. Inoltre, su un centinaio di campioni scelti fra i più rappresentativi, è stata eseguita un'analisi chimica parziale per determinare i carbonati totali ed il calcio e il magnesio ad essi legati. In particolare i carbonati totali sono stati determinati con il normale metodo basato sull'attacco acido del campione e sul dosaggio ponderale della CO_2 che si sviluppa; il calcio ed il magnesio sono stati determinati per via complessometrica sulla soluzione proveniente dall'attacco acido. I metodi, particolarmente rapidi, si applicano molto bene all'analisi in serie di calcari e dolomie, pressochè pure, la cui parte carbonata è costituita essenzialmente da calcite e da dolomite. Su numerose sezioni sottili inoltre sono stati effettuati saggi microchimici di colorazione con alizarina, secondo il test proposto da FRIEDMAN (1959). Con questo studio abbiamo cercato di mettere in risalto alcune caratteristiche petrografiche generali. Data l'estensione dell'area presa in esame altre caratteristiche, che possono essere definite con uno studio più particolare, sono state solo accennate o addirittura trascurate. Ci riferiamo ad esempio alle selci, tanto diffuse nella zona esterna alla scogliera, alla distribuzione areale dei diversi tipi di allochimici nella zona di retroscogliera che non si è potuto precisare ed infine, alla genesi delle dolomie e delle selci, argomento questo che esula dagli scopi che ci siamo proposti.

Classificazione di Folk

Lo studio di FOLK (1959), integrato dall'articolo apparso su *Classification of Carbonate Rocks - A Symposium*, « Am. Ass. Petr. Geol. », 1962, rappresenta un pratico ed accessibile tentativo di classificazione delle rocce carbonatate. Ci sembra utile richiamare alcuni concetti fondamentali sui quali si basa questa classificazione rimandando all'opera sopraccitata per eventuali chiarimenti e per una più ampia trattazione dell'argomento.

Essa interessa in modo particolare i calcari di origine e composizione detritica che vengono nettamente distinti dai calcari organogeni, formati « in situ » per opera di organismi costruttori, e dai calcari che, per processi diagenetici di ricristallizzazione e dolomitizzazione, presentano modificazioni nella loro struttura originaria.

I calcari di origine detritica risultano costituiti da elementi tra-

sportati (*allochimici*), da una matrice di calcite microcristallina o da un cemento di calcite spatica.

Gli *allochimici* sono distinti in intraclasti, ooliti, fossili e pellets.

Rientrano negli intraclasti le particelle carbonatate derivanti dall'erosione del substrato marino, trasportate e rideposte a formare nuovi sedimenti. Inoltre vengono considerati intraclasti i « grapestones » ed i « lumps » di ILLING (1954), anche se questi ultimi possono derivare più da processi di aggregazione « in situ » che dall'azione erosiva; ne sono invece esclusi i frammenti di rocce carbonatate, derivanti dall'erosione di terre emerse, che vengono a formare quelle rocce che l'Autore chiama *calclititi*.

Le ooliti sono particelle a tipica struttura radiale e concentrica; ad esse vengono associate anche le « ooliti superficiali » di ILLING (1954).

I fossili comprendono tutti i resti organici riconoscibili tra gli allochimici, sia che si tratti di sedimenti originari che di elementi trasportati essendo difficile un riconoscimento in tale senso. Ovviamente rimangono escluse le costruzioni organogene, algali e coralline, che costituiscono il gruppo delle *biolititi*.

I pellets sono degli aggregati di fango calcareo microcristallino, arrotondati, privi di strutture interne, di forma e dimensioni pressochè costanti (40-150 μ di diametro).

La calcite microcristallina, o micrite, che funge da matrice nei calcari elastici, è costituita da minuti cristalli di calcite del diametro di 1-4 μ ; secondo FOLK essa si sarebbe formata per precipitazione chimica o biochimica.

La calcite spatica, risulta composta da granuli o da cristalli di calcite e si differenzia dalla micrite per la trasparenza e per le dimensioni dei cristalli (> 10 μ). Essa si sarebbe formata direttamente per precipitazione chimica dalle acque che impregnano il sedimento.

Nel gruppo delle rocce carbonatate diagenizzate, infine, vengono distinte le dolomie primarie da quelle secondarie o di sostituzione.

La terminologia per i vari tipi di calcari deriva dalla combinazione del nome degli allochimici con quello del materiale interstiziale. Ad esempio una *intrasparite* è una roccia formata da intraclasti cementati da calcite spatica mentre una *biomicrite* corrisponde ad un calcare costituito da resti organici inclusi in una matrice di calcite microcristallina (*micrite*).

I principi sui quali si basa la classificazione di FOLK sono a nostro

avviso nel complesso validi e soddisfano alle esigenze che lo studio delle rocce carbonatate richiede.

Tuttavia per un esame petrografico completo ed approfondito delle rocce carbonatate è necessaria l'integrazione con opere di altri Autori.

In merito si possono fare le seguenti considerazioni:

a) è necessario spesso stabilire, dato che i calcari si alterano facilmente in seguito a processi diagenetici, se la calcite spatica sia un deposito chimico di acque circolanti o se sia derivata dalla ricristallizzazione di una matrice micritica. L'Autore suggerisce a questo proposito alcuni criteri di distinzione, a nostro avviso poco aderenti, per cui è opportuno ricorrere agli studi di BATHURST (1958), SANDER (1951), STAUFFER (1962) e MONTY (1963);

b) è dedicata poca attenzione, come del resto ammette lo stesso Autore, alle caratteristiche petrografiche delle biolititi per le quali è necessario rifarsi agli studi di NEWEL (1955), CAROZZI (1960) e OTTE (1963);

c) è difficile spesso stabilire se piccoli elementi micritici, arrotondati e privi di struttura interna, siano *pellets* o *intraclasti*. Di norma noi abbiamo preferito considerarli *intraclasti*, in accordo con STAUFFER (1962);

d) una caratteristica delle rocce carbonatate trascurata dalla classificazione di FOLK è, secondo noi, la porosità e con essa i fenomeni secondari che concorrono a determinarla, quali il grado di cementazione, di dissoluzione, di dolomitizzazione, ecc. (v. POWERS (1962) e THOMAS (1962));

e) infine intendiamo precisare che mentre accettiamo pressoché integralmente la sistematica della classificazione di FOLK non siamo sempre d'accordo sull'interpretazione genetica dei diversi tipi di calcare. Ad esempio riteniamo che nella formazione degli intraclasti abbiano avuto un ruolo molto importante i processi di aggregazione « in situ », riscontrati da ILLING (1954) nei sedimenti attuali delle Isole Bahama e che FOLK reputa invece di secondaria importanza.

Esame petrografico delle singole formazioni

Nella descrizione petrografica delle diverse formazioni si seguirà l'ordine stratigrafico dal basso, secondo lo schema sotto riportato, escludendo la formazione delle *Anidriti di Burano* che rappresenta il substrato del « Complesso di scogliera » del Gargano.

	Back-reef	Reef-wall	Fore-reef transition	Fore-reef basin
Eocene	Calcarei a Nummuliti di Peschici			
Cretaceo sup.	Calcarei detritici in facies mur-giana	Calcarei tipo « craie » di M.te Acuto		Calcarei tipo « scaglia »
Cretaceo inf.		Calcarei organogeni di M.te S. Angelo		
Giurassico sup.	Calcarei oolitici di Coppa Guar-diola	Calcarei organogeni di M.te Sacro	Calcarei bioclastici di Mattinata	Calcarei tipo « maiolica »
Giurassico medio e inf.			Calcarei e dolomie di M. Iacotenente	
Triassico sup.	?			?
	Anidriti di Burano			

Calcarei di scogliera di M.te Sacro (Giurassico superiore)

Appartengono a questo gruppo i calcarei che costituiscono una tipica formazione organogena sviluppantesi arealmente su di una fascia continua che va dal Lago di Varano a Mattinata. Detta formazione può essere interpretata come una scogliera di tipo « bank-reef » instauratasi forse già nel Triassico superiore e continuata fino a tutto il Giurassico. Macroscopicamente il calcare, di colore biancastro o rosato, è caratterizzato dall'assenza di stratificazione e da una struttura massiccia, a volte brecciata e vacuolare. Sono generalmente evidenti, anche se obliterati, i resti degli organismi costruttori rappresentati in prevalenza da *Ellipsactiniae*, Alghe e Coralli.

Descrizione petrografica.

Se i fenomeni di ricristallizzazione non sono stati troppo intensi, all'esame microscopico si possono distinguere tre principali componenti del calcare di scogliera:

a) l'impalcatura formata dagli scheletri degli organismi costruttori;

b) il materiale di riempimento degli interspazi fra gli organismi costruttori rappresentato da frammenti organogeni e da micrite;

c) bande e chiazze di calcite cristallina, spesso a struttura fibrosa, irregolarmente distribuite.

L'impalcatura è delineata, di norma, da un tessuto scuro micro e cripto cristallino che contrasta su di una massa di fondo largamente

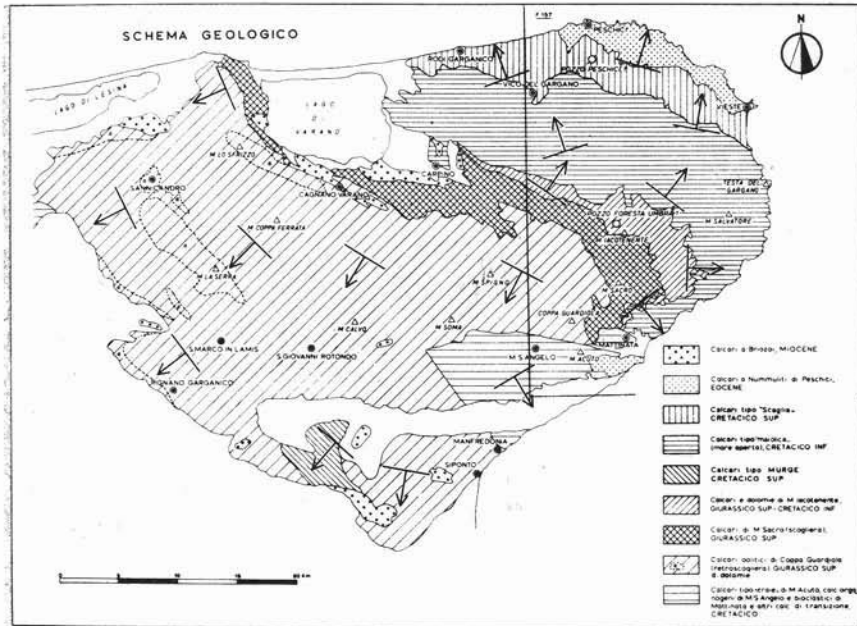


Fig. 1.

ricristallizzata; i cristalli hanno dimensioni variabili da 10 a 50 μ . In particolare il tessuto contrassegna nei resti di *Elipsactiniae* le lamelle concentriche e la posizione dei vari pilastri. Gli spazi interlamellari sono spesso riempiti da calcite finemente cristallina, con minuti cristalli aciculari disposti ad angolo retto sulla parete delle lamine.

Anche la struttura dei Coralli è a volte delineata da sottili linee di tessuto scuro microcristallino. Generalmente però essa è segnata, in una massa di fondo ricristallizzata, da sottili linee dovute ad impurezze di natura organica o dalla disposizione radiale dei cristalli di calcite.

Le strutture algali, per lo più mal conservate, sono indicate da un tessuto compatto di calcite micro e criptocristallina a cellette; a volte si osservano invece delle lamine incrostanti ad andamento ondulato o delle tipiche forme nodulari.

La calcite spatica risulta diffusa piuttosto irregolarmente ed è caratterizzata spesso da una struttura fibrosa. In alcuni casi essa contorna l'impalcatura formata dagli scheletri degli organismi costruttori e ne riempie le cavità; in altri si presenta sotto forma di chiazze, bande e plaghe più o meno regolari. La struttura fibrosa della calcite è determinata dalla presenza di cristalli allungati, spesso equidimensionali, disposti con l'asse « c » perpendicolarmente alle pareti con cui vengono a contatto. In alcuni casi i cristalli hanno dimensioni variabili da qualche decina di μ a 100 μ , sono disposti su una o due serie ed i loro diametri aumentano procedendo dall'esterno verso la parte centrale della banda. La parte più interna della banda è a volte occupata da un mosaico di cristalli di calcite più chiari e più grossi, a contorno granulare.

Circa l'origine della calcite, dove essa presenta un aumento delle dimensioni dei cristalli dall'esterno verso l'interno delle bande e dove i contatti con il materiale incassante sono netti, si può ritenere con il NEWEL (1955) che essa si sia deposta da « soluzione forse come aragonite, in acque chiare e mosse nelle quali tutti i sedimenti più fini rimanevano in sospensione ». Nei rari casi in cui i contatti sono poco netti e la struttura fibrosa poco evidente, la calcite può derivare dalla ricristallizzazione del fango carbonatico. Non è da escludere inoltre che una parte di essa si sia originata per precipitazione di calcite nei microvacuoli di un tessuto organico in seguito completamente distrutto (OTTE e PARKS, 1963).

Il materiale di riempimento è composto da particelle calcaree a contorni piuttosto angolosi, raramente arrotondati, corrispondenti in genere a relitti di calcite microcristallina che spiccano sulla massa di fondo ricristallizzata a grana fine-finissima. Si tratta in prevalenza di frammenti derivati dalla demolizione della costruzione organogena, di scarsi resti di Molluschi e di microfossili o, raramente, di ϕ oliti. Le particelle detritiche mostrano di essersi deposte unitamente ad una matrice di fango microcristallino che attualmente appare ricristallizzato in calcite a grana fine-finissima. La loro distribuzione irregolare fa pensare ad una deposizione nell'interno dell'impalcatura degli organismi costruttori come riempimento dei vuoti infrastrutturali esistenti.

Le biolititi affioranti sono formate da calcari pressochè puri; sulle parti più esterne della formazione organogena si osservano estese zone dolomitizzate. In sezione sottile si possono osservare i vari stadi del processo diagenetico: dalle biolititi ricristallizzate e vacuolari, includenti plaghe di cristalli romboedrici e zonati di dolomite, fino alle dolomie a grana media con struttura a mosaico, nelle quali i resti organici sono completamente obliterati o vagamente delineati da ombre di impurezze. Sulla base dei dati forniti dal pozzo « Foresta Umbra 1 », in profondità le biolititi risulterebbero completamente dolomitizzate⁽²⁾.

Alcuni campioni di biolititi sono caratterizzati dalla presenza di romboedri chiari, di dimensioni comprese tra 200-800 μ , isolati o riuniti in plaghe, i quali anzichè essere costituiti da un monocristallo risultano composti da un mosaico di minuti cristalli granulari di calcite del diametro di 10-20 μ . Questo fenomeno potrebbe essere spiegato come risultante di un processo di « dedolomitizzazione », chiaramente descritto da TATARSKIY (1949) per alcune rocce carbonatate dell' U.R.S.S. e da SHEARMAN (1961) per alcuni calcari giurassici della Francia. In particolare le osservazioni al microscopio e le analisi microchimiche hanno permesso di paragonare il fenomeno al « primo tipo di dedolomitizzazione » descritto da SHEARMAN (1961). Inoltre, il fatto che esso si noti solo nei campioni di superficie e non in quelli dei pozzi, confermerebbe le osservazioni di TATARSKIY (1949) secondo cui la « dedolomitizzazione » sarebbe un fenomeno essenzialmente superficiale.

Sottolineiamo questo processo, del quale soltanto uno studio più dettagliato potrà precisare l'importanza e l'estensione, perchè si tratta di una segnalazione originale per i calcari giurassici del Gargano.

(²) Il pozzo « Foresta Umbra 1 » dopo aver attraversato 150 m di dolomie seccole, ha incontrato fino alla profondità di 3291 m una serie dolomitica riferibile ad un complesso di scogliera. Si tratta di dolomie color nocciola, vacuolari, costituite da un mosaico di cristalli di dolomite a grana media con frequenti relitti di strutture organiche. Tra i 2400 m ed i 3291 m la dolomia presenta in prevalenza grana fine-finissima mentre i relitti organici sono di piccole dimensioni e diversi da quelli dell'intervallo soprastante. Alla base del complesso dolomitico è stato riconosciuto un livello di breccia dolomitica. Successivamente, fino a 5912 m (f.p.) è stata attraversata una formazione evaporitica (*Anidriti di Burano*, MARTINIS e PIERI, 1963, *Alcune notizie sulle formazioni evaporitiche del Triasico dell'Italia Centrale e Meridionale*, Mem. Soc. Geol. Ital., Vol. 3), costituita da anidriti e dolomie.

Ambiente di sedimentazione.

Dall'esame macro e microscopico di questa formazione sembra si debba dedurre che la costruzione organogena si sia sviluppata in un ambiente di acque piuttosto mosse, come indicherebbero la presenza di calcite spatica e la natura del materiale di riempimento. Il fatto che vi sia anche della micrite può derivare dall'azione di trattenimento da parte degli organismi costruttori e non dalla tranquillità delle acque (FOLK, 1962, p. 75).

La scogliera costituiva quindi, con ogni probabilità, una specie di barriera che separava due diversi ambienti di sedimentazione, uno interno nel quale si è deposta la potente pila di calcari giurassici e cretacei in facies biostromale-neritica ed uno esterno caratterizzato dalle coeve formazioni calcaree in facies pelagica.

Calcarei oolitici di Coppa Guardiola (Giurassico sup. - Cretacico inf.).

Nella parte centrale ed occidentale del Promontorio Garganico, internamente alla fascia di affioramento della scogliera, si sviluppa una serie carbonata di notevole spessore, attribuita in massima parte al Giurassico superiore. Soltanto nella zona di Rignano Garganico, senza evidenti differenziazioni di facies, è stato riconosciuto il Cretacico inferiore in regolare successione stratigrafica.

Questa serie è costituita, nella zona a contatto con la scogliera, da calcari detritici, breccie calcaree e calcari oolitici; più ad ovest predominano calcari microdetritici compatti e calcari fini lastriformi con intercalazioni di dolomie e calcari dolomitici. Questo complesso di sedimenti caratterizza la zona di retroscogliera (« back-reef »).

Si fa presente che su quest'area non è stato effettuato un rilievo geologico di dettaglio e non si è quindi in grado di fornire delle distinzioni litologiche ben delimitate. In questa sede, l'intero complesso litologico viene pertanto considerato come un'unica formazione ⁽³⁾.

⁽³⁾ Lo studio paleontologico eseguito da R. Marrocu e A. P. Pignatti Morano della Sezione Paleontologica dell'AGIP Mineraria ha portato alla distinzione delle seguenti biozone:

a) calcari oolitici e detritici a *Trocholina elongata* (LEUPOLD) e *Coscinoconus alpinus* (LEUPOLD) (Giurassico sup.);

b) calcari finemente detritici a *Kurnubia palestiniensis* HENSON e *Clypeina jurassica* FAVRE (Giurassico sup.);

Dal punto di vista petrografico si possono distinguere almeno due zone, una a ridosso della formazione di scogliera ed una più discosta, sviluppatasi verso ovest.

a) *Descrizione petrografica.*

Nella prima zona la serie carbonata è costituita da biosparriti-intraspariti, da intraspariti-intraspariti fossilifere ed oolitiche con frequenti ed irregolari livelli di oospariti.

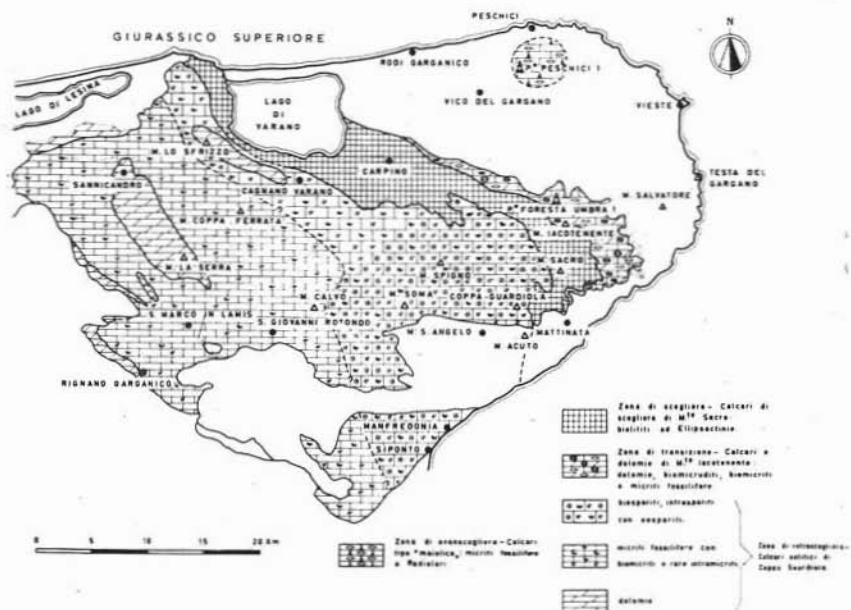


Fig. 2.

Gli allochimici si mescolano in proporzioni variabili con passaggi graduali fra biospariti-intraspariti ed oospariti ma nel complesso sembrano prevalere le biospariti; occorrerebbe uno studio di maggior dettaglio per precisare la distribuzione areale di ciascun gruppo petrografico.

c) calcari compatti, finemente detritici a Solenopore, Ostracodi e rare Ammoniti (Giurassico sup.);

d) calcari finemente detritici e calcari marnosi ad Alge *Dasycladaceae* (*Salpingoporella* sp., *Muniera* sp., ecc.) *Cuneolina* sp., Ostracodi, *Miliolidae*, *Textularidae*, Oogoni di *Chara* (Berriasiano-Barremiano).

Gli allochimici, che formano l'impalcatura della roccia, si presentano in genere arrotondati e ben costipati, di dimensioni variabili dalla classe delle calcareniti a quelle delle calciruditi fini (da 100μ a qualche mm); a volte possono raggiungere la classe delle calciruditi grossolane.

Le biosparruditi-biospariti sono costituite da abbondanti frammenti di Alge, Coralli ed Idrozoi, da detriti di scogliera e da subordinati microfossili fra i quali frequenti *Trocholinae*. Il cemento è formato quasi esclusivamente da calcite spatica, ma in alcuni casi è presente anche una certa quantità di calcite microcristallina. La calcite spatica mostra spesso di derivare dalla deposizione primaria del CaCO_3 contenuto nelle acque di impregnazione del sedimento. Essa infatti è costituita da cristalli aciculari di calcite, delle dimensioni di circa 10μ , disposti talvolta con l'asse « c » perpendicolare alle pareti degli allochimici e da cristalli più grossi (da 10 a 100μ), di abito decisamente anedrale, che occupano la parte centrale degli spazi intergranulari come descritto da BATHURST (1958). Se la cementazione risulta incompleta, la calcite spatica forma frange irregolari sulle pareti degli allochimici lasciando numerosi vuoti nella parte centrale. In alcuni campioni alla calcite spatica si associa del fango microcristallino che permane di preferenza attorno agli allochimici di piccole dimensioni.

In altri campioni l'aumento del fango microcristallino determina il passaggio, talora graduale e con tutti i termini intermedi, alle biomicriti conformemente a quanto illustrato da FOLK (1962) e MONTY (1963). Queste si possono sostituire alle biospariti tipiche ed il fenomeno si accentua a mano a mano che si passa dalla zona prossima alla scogliera a quella più occidentale.

Le intrasparruditi-intraspariti sono composte da numerosi intraclasti, da frequenti resti fossili e, spesso, da una certa percentuale di ooliti. Alcuni intraclasti sono costituiti da frammenti, arrotondati o subarrotondati, di calcite microcristallina priva di strutture interne o con strutture mal definite a causa dei processi di ricristallizzazione. Altri intraclasti sono costituiti da aggregati di particelle e presentano contorni piuttosto irregolari, con protuberanze e rientranze. Le particelle sono principalmente delle ooliti o dei frammenti di fossili o dei minuti granuli di micrite; esse sono cementate da calcite microcristallina scura con chiazze più chiare di calcite cristallina.

Questi tipi di intraclasti presentano forme e strutture analoghe alle particelle osservate da ILLING (1954) nelle sabbie calcaree delle Isole Bahama e denominate « lumps », « botryoidal lumps » e « grapestone ». Esse corrisponderebbero a delle particelle calcaree formatesi « in situ » per processi di aggregazione. Riteniamo probabile, in accordo con BEALES (1958), che una parte almeno degli intraclasti micritici abbiano avuto questa origine, stante una certa diffusione delle strutture interne sia pure quasi completamente obliterate dalla ricristallizzazione. Si può affermare quindi che i processi di aggregazione hanno avuto anche nel nostro caso un ruolo importante nella genesi degli intraclasti.

Per quanto concerne la calcite spatica, che costituisce il cemento, essa presenta una struttura caratteristica dovuta secondo BATHURST (1958) a deposizione da acque circolanti ed analoga a quella già descritta a proposito delle biospariti.

Le oospariti sono nettamente subordinate rispetto ai due tipi precedenti e si sviluppano sotto forma di depositi lentiformi, allungati, che potrebbero corrispondere a quelli che ILLING (1954) associa ai canali di marea. Si possono distinguere due tipi di oospariti. Il primo è rappresentato da ooliti di colore grigio scuro con strutture concentriche poco evidenti ed indicate da anelli di calcite microcristallina scura alternati ad anelli incompleti di calcite cristallina chiara. Il nucleo è costituito da particelle scure ed arrotondate di micrite, da frammenti di macrofossili e talora da resti ben conservati di microfossili. Le dimensioni delle ooliti di questo tipo variano da 150μ ad oltre $1,5 \text{ mm}$ (con diametri medi compresi tra 500μ e 1 mm). E' interessante notare come in alcuni campioni le particelle che superano una certa dimensione siano prive di anelli concentrici. La dimensione critica corrisponde, di solito, al diametro massimo dell'oolite presente nel deposito. Questo fatto si può spiegare ammettendo che la turbolenza del mezzo non fosse tale da portare in sospensione le particelle di una certa grandezza; queste, rimanendo sul fondo, non sarebbero state quindi interessate dal processo di oolitizzazione. In tale senso sono confermate per le ooliti in esame le leggi che secondo CAROZZI (1960) regolano le proprietà geometriche delle ooliti.

Il secondo tipo di oospariti consta di ooliti con evidenti e ben sviluppate strutture radiali e concentriche, delineate da anelli molto frequenti di calcite cristallina chiara alternati a rari anelli di calcite microcristallina scura. Il nucleo è costituito da intraclasti di micrite, da resti di micro e macrofossili e spesso anche da frammenti delle stesse

ooliti. I diametri sono compresi, generalmente, tra i 500μ ed i 2 mm. Sembra che si possa riconoscere in questo tipo di oospariti un processo di oolitizzazione più diffuso ed uniforme che ha interessato tutti i granuli presenti nel deposito. Associati a queste ooliti si notano talora corpi scuri di micrite, di dimensioni variabili da 40 a 100μ , che si possono considerare come intraclasti. Poichè questi intraclasti di micrite sono privi di strutture concentriche riteniamo che essi siano stati introdotti dalle acque circolanti come « vadose silt » contemporaneamente alla deposizione della calcite spatica. Questa costituisce il cemento nella maggior parte dei casi mentre molto rari sono i campioni nei quali la matrice è rappresentata da fango calcareo-microcristallino.

Ambiente di sedimentazione.

Sulla base delle conoscenze dell'attuale ambiente di sedimentazione nell'arcipelago delle Isole Bahama crediamo si possa riconoscere una certa analogia con quello che ha dato origine ai tipi di calcari sopra descritti. La comparazione interessa principalmente la diffusione delle ooliti, della calcite spatica e dei granuli formati per processi di aggregazione « in situ » (« lumps » e « grapestone »). Inoltre la distribuzione piuttosto irregolare dei livelli di oospariti sembra localizzare il maggior sviluppo del processo di oolitizzazione in corrispondenza di forti correnti marine, quali le correnti di marea. Ne deriva che l'ambiente di sedimentazione doveva identificarsi con una zona separata dal mare aperto dove le correnti oceaniche pervenivano sufficientemente riscaldate e sovrature di CaCO_3 , quale poteva appunto essere un ambiente di retroscogliera.

La profondità del mare si può fissare nell'intervallo compreso tra qualche metro e 20-25 metri, come viene indicato anche dallo studio delle biofacies (PAVAN-PIRINI, 1963).

b) *Descrizione petrografica.*

La zona più occidentale è caratterizzata dalla diffusione di micriti fossilifere associate a biomicriti ed a rare intramicriti. Essa si differenzia nettamente dalla fascia a contatto con la scogliera per la presenza di un'abbondante matrice di fango calcareo microcristallino nella quale sono immersi gli allochimici. Questi, in genere poco frequenti, solo raramente si presentano concentrati ed arrotondati; di solito essi sono sparsi nella matrice in modo disordinato. Nel complesso questa sequenza è costituita da micriti fossilifere, a volte intraclastiche,

passanti a biomieriti e intramieriti dove gli allochimici superano il 10%. Essa è inoltre interessata, nel settore più occidentale, da un fenomeno discontinuo di dolomitizzazione.

All'esame microscopico la massa di fondo di alcune micriti fossilifere risulta costituita da calcite microcristallina a tessitura uniforme talora debolmente impregnata di argilla; i cristalli in prevalenza hanno dimensioni comprese fra 1 e 4 μ . Nella massa di fondo si notano a volte plaghe allungate o irregolari di aspetto grumoso e plaghe chiare di calcite cristallina a grana fine-finissima. Tali plaghe possono essere abbastanza diffuse e si ritiene che siano prodotte dall'azione di organismi limivori. Ciò potrebbe trovare conferma nel fatto che raramente si osserva la cosiddetta tessitura laminata nella quale i resti fossili sono disposti in allineamenti paralleli ai piani di stratificazione. In altre micriti la massa di fondo è caratterizzata da una tessitura che definiamo « grumosa » (OGNIBEN, 1957) corrispondente alla *gramous texture* di CAROZZI (1960). Essa è determinata dalla presenza di grumi di calcite microcristallina scura che sfumano nella massa di fondo e da chiazze irregolari di calcite cristallina chiara a grana fine-finissima di dimensioni in genere inferiori a 50 μ ; talora queste micriti assumono un aspetto anche concrezionare. L'origine di detta tessitura grumosa è difficile a stabilirsi. Secondo CAYEUX (1935) essa è dovuta a fenomeni di incipiente ricristallizzazione dell'aragonite probabilmente compresa nell'originario fango calcareo. Secondo HADDING (1958) invece essa sarebbe di origine primaria determinata dalle Alghe.

Noi riteniamo che sia di derivazione algale solo dove la struttura grumosa è presente sotto forma di lamine ondulate ed incrostanti. La parte organica, specialmente nelle micriti a tessitura uniforme, è piuttosto scarsa ed è rappresentata da resti di *Ostracodi*, *Kornubiae*, *Textulariidae*, *Miliolidae*. In altre micriti si associano anche resti di *Clypeinae*, *Dasycladaceae*. Oltre ai resti biogenici si aggiungono intraclasti ed ooliti specialmente vicino alla zona nella quale predominano i calcari oolitici per cui si passa gradualmente a micriti intraclastiche fossilifere. Tra i vari tipi di biomieriti, che derivano dalle micriti fossilifere per aumento della componente biogenica, ci limitiamo a segnalarne due. Il primo è rappresentato da una biomierudite costituita da resti ben conservati di Alghe. Queste si presentano in probabile posizione di crescita, inglobate in un'abbondante fango microcristallino e non sembrano quindi essere state soggette all'azione disgregatrice del

moto ondoso o di altri agenti. Il secondo tipo consta invece di frammenti irregolari, a contorni angolosi, non classati di *Clypeinae*. Si può ritenere che in questo caso la frantumazione delle Alghe sia stata determinata dall'azione di organismi limivori.

Nell'ambito di questa facies si osservano anche alcuni livelli di biomicriti a Coproliti. Esse sono composte in prevalenza da corpi scuri di micrite a sezione longitudinale ellittica (con l'asse maggiore di circa 500-600 μ e quello minore di 300-400 μ) caratterizzati dalla presenza di striature di calcite cristallina ad andamento subparallelo.

I rari livelli di intramicrite, più diffusi al passaggio con la facies precedente, constano di intraclasti poco classati formati da particelle di micrite e di altre simili ai « lumps » di ILLING (1954), da scarse ooliti e da resti di micro e macrofossili.

Questa facies, riconosciuta nell'area grosso modo compresa fra Sannicandro e Rignano Garganico, è interessata localmente e in forma discontinua da un processo di dolomitizzazione.

Esso sembra manifestarsi con vari gradi di intensità fino ad avere in breve tratto il passaggio dalle micriti leggermente dolomitizzate alle dolomie pure. In alcune micriti si osservano infatti numerosi romboedri di dolomite, di dimensioni da 50 a 100 μ , sparsi uniformemente o riuniti in plaghe. Sono pure osservabili presunti fenomeni di dedolomitizzazione, analoghi a quelli illustrati per le biolititi ad *Ellipsactinia*.

Le dolomie pure constano di una massa di fondo a struttura a mosaico con cristalli a grana media (100-300 μ), ad abito subrombico o rombico, a volte zonati o offuscati per l'inclusione di impurezze; meno frequentemente i cristalli sono inferiori a 60 μ ed hanno abito decisamente anedrale.

La serie affiorante lungo la Valle Vituro che rappresenta la continuazione della sedimentazione nel Cretacico inferiore mostra caratteristiche petrografiche del tutto analoghe a quelle ora descritte.

Ambiente di sedimentazione.

L'ambiente di sedimentazione dei tipi petrografici che distinguono questa seconda zona sembra sublagunare data la presenza di un abbondante matrice di fango calcareo microcristallino, di allochimici poco classati e dei fenomeni di dolomitizzazione più o meno diffusi.

Per quanto concerne l'origine della micrite, pur non trascurando il contributo che può essere dato dalle Alghe (LOWENSTAM ed EPSTEIN,

1957) riteniamo che possa aver avuto un ruolo molto importante un processo di precipitazione chimica (« withings ») simile a quello segnalato da CLOUD (1962) per le Isole Bahama e da WELL ed ILLING (1964) per il Golfo Persico.

Calcarei e dolomie di Monte Iacotenente (Giurassico superiore - Cretaceo inferiore).

Questa formazione comprende i sedimenti affioranti lungo il bordo nord-orientale della scogliera e caratterizza la zona di transizione verso il mare aperto (fore-reef transition).

Essa è costituita da dolomie, calcari dolomitici, calcari detritici con breccie e calcari a grana fine, con noduli e liste di selce e contenenti numerosi resti organici. La stratificazione, a grossi banchi, non è sempre evidente.

Macroscopicamente sembra evidente una certa connessione tra il processo di dolomitizzazione, che contraddistingue quasi tutta la formazione, ed i rapporti di questa con la formazione organogena adiacente (e sottostante). La dolomitizzazione infatti è pressochè totale nella fascia di immediato contatto con la scogliera dove si riconosce anche una sedimentazione a carattere essenzialmente detritico e bioclastico, mentre si attenua gradualmente verso l'esterno, dove i livelli dolomitici si inseriscono irregolarmente nel corpo di quei sedimenti che tendono a facies sempre più pelagiche (calcari tipo « maiolica »).

Descrizione petrografica.

La formazione in esame risulta costituita da biomieruditi, biomieruditi (calcari bioclastici), micriti fossilifere e dolomie.

Il tipo più diffuso di biomierudite è caratterizzato dalla presenza di resti biogenici derivanti in prevalenza dalla demolizione della scogliera. In particolare si tratta di frammenti di biolititi in cui sono spesso ben visibili le strutture degli organismi costruttori (Alghe, Coralli, *Ellipsactiniae*) con associati, in quantità sempre subordinata, resti di Molluschi. Questi frammenti, di dimensioni variabili da 100 μ a qualche centimetro ed a contorni subangolosi, sono per lo più sparsi in modo irregolare e caotico nell'abbondante matrice di fango calcareo microcristallino. Talora essi si presentano costipati o raggruppati in noduli e lenticelle. In alcune biomieruditi la parte organica è formata da due componenti fra loro ben distinguibili. La prima è rappresentata da

piccoli resti di microfossili pelagici (Tintinnidi e Radiolari) che in genere non superano il 10% e che si presentano distribuiti in modo pressochè uniforme nella matrice di micrite. La seconda è invece rappresentata da resti di biolititi sparsi caoticamente nella matrice di micrite.

Un altro tipo di biomierudite è caratterizzato da un ammasso di Molluschi, in genere ben conservati, immersi in una matrice di micrite. In prevalenza si tratta di resti di *Rhynchonella* s.p. che presentano un guscio formato da calcite cristallina a struttura fibrosa.

Le biomieriti differiscono in pratica dalle biomieruditi precedenti solo per le dimensioni granulometriche oltre che per la minor frequenza dei frammenti di biolitite.

Le micriti fossilifere, che a volte si intercalano alle biomieruditi e che divengono più frequenti verso la zona di mare aperto, sono caratterizzate da una massa di fondo di calcite microcristallina uniforme nella quale sono immersi scarsi resti di microfossili (Tintinnidi e Radiolari); si aggiungono talora resti isolati di biolititi e di Molluschi. Spesso le micriti fossilifere mostrano una struttura laminata dovuta al fatto che i frammenti organici tendono a disporsi in allineamenti subparalleli. Secondo CAROZZI (1960) ed altri Autori i resti fossili sarebbero così disposti perchè non avrebbero subito fenomeni di disturbo dopo la loro deposizione. La matrice delle micriti è costituita da calcite microcristallina a struttura uniforme ed è interessata da frequenti vucoi. Questi ultimi si sono originati per dissoluzione parziale o totale dei resti biogenici ma spesso la loro forma rombica denota che essi si sono formati in corrispondenza di prismi di calcite o dolomite. In alcune micriti si osservano cristalli a netto abito rombico di dimensioni variabili da 200 a 500 μ composti da minuti granuli di calcite (10-20 μ). Si tratta del fenomeno di dedolomitizzazione già riconosciuto nei *Calcari di scogliera di M. Sacro* e nei *Calcari oolitici di Coppa Guardiola*.

La facies dolomitica di questa formazione è rappresentata da dolomie talora calcaree con noduli e liste di selce.

All'esame microscopico si può osservare come il processo diagenetico si sia sviluppato per diversi gradi d'intensità. Infatti alcune dolomie calcaree (o micriti dolomitizzate) constano di una massa di fondo di calcite microcristallina nella quale si sviluppano palghe irregolari e cristalli sparsi di dolomite, spesso a contorni appena abbozzati. In altri casi, dove il processo diagenetico è stato più intenso, la roccia è formata.

da una massa di fondo di cristalli di dolomite a grana media, di dimensioni comprese fra 100 e 250 μ . Si osservano cristalli con netto abito rombico, talora zonati o con tracce di sfaldatura parallele ai bordi esterni dei cristalli ed includenti relitti di calcite microcristallina.

Infine le dolomie mostrano un mosaico di cristalli di dolomite con dimensioni per lo più comprese fra 100-250 μ nel quale si osservano chiazze a grana più fine. Gli elementi cristallini presentano un contorno subrombico. Raramente si osservano resti biogenici indicati da veli di impurezze organiche.

I noduli di selce sono in genere composti da una massa di fondo di quarzo criptocristallino nella quale si osservano resti di Radiolari e spicule di Spugne; questi resti organici sono indicati da aggregati di cristalli di quarzo di forma fibrosa o granulare oppure da sferuliti di calcedonio. Talora si osservano anche plaghe irregolari di micriti e resti di macrofossili parzialmente o totalmente silicizzati. Molti arnioni o noduli di selce presenti nelle dolomie appaiono fratturati e brecciati. All'esame micro e macroscopico si osserva chiaramente che i noduli di selce sono interessati da chiazze e vene di dolomia a grana media e ad andamento piuttosto irregolare. In uno stadio che definiamo iniziale le vene si disperdono e si esauriscono nel corpo del nodulo stesso; in uno stadio più avanzato i frammenti di selce appaiono isolati in una massa di fondo di dolomia.

Riteniamo che la fratturazione dei noduli di selce sia determinata dal processo di dolomitizzazione iniziato dopo la formazione dei noduli stessi. Si tratta di un fenomeno di sostituzione selettiva della silice da parte della dolomia, analogo a quello descritto da RAPSON (1962) per le breccie formate da frammenti di selce nelle Montagne Rocciose.

Ambiente di sedimentazione

La mancanza di classamento e la spigolosità dei resti biogenici, la loro distribuzione piuttosto caotica, l'associazione di organismi pelagici e di frammenti di scogliera, indicano un ambiente di sedimentazione a carattere complesso e che si può verosimilmente associare ad una zona di transizione tra la scogliera ed il mare aperto.

In questa zona i frammenti di biolititi, strappati dai frangenti, si sarebbero depositi ad una profondità non più influenzata dall'azione del moto ondoso o dalle correnti e rimangono quindi inglobati nel fango

microcristallino senza essere sottoposti a fenomeni di abrasione (a volte la disposizione dei frammenti fa pensare a piccole frane sottomarine). Successivamente si sarebbero instaurate particolari condizioni che hanno favorito la dolomitizzazione dei sedimenti.

Calcarei tipo « maiolica » (Cretaceo inferiore).

Questa formazione si estende su quasi tutta la zona orientale e settentrionale del Promontorio Garganico. Essa è costituita da calcari fini, a frattura concoide, di colore bianco o avana, con inclusi noduli, liste

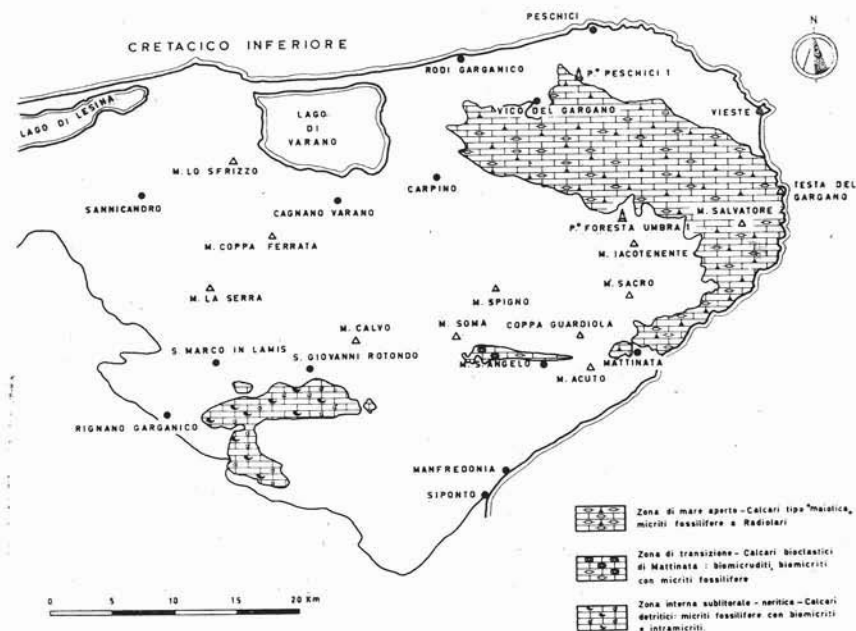


Fig. 3.

e straterelli di selce. La litofacies richiama la nota formazione della « maiolica » umbro-marchigiana e questa comparazione è valida anche per il contenuto organico (biofacies) e per la posizione cronostratigrafica.

Il pozzo « Peschici 1 » perforato dall' AGIP nel 1960-1961 ha mostrato l'esistenza di livelli in facies pelagica anche nei piani sottostanti (fino al Liassico) con calcari a liste di selce, calcari marnosi e marne.

Questi calcari tipo « maiolica », con la soprastante formazione dei *Calcari tipo « scaglia »* che considereremo più avanti, caratterizzano la zona antistante la scogliera, da noi indicata come zona di mare aperto (« fore-reef basin »).

Descrizione petrografica.

Questa formazione si può definire come una successione monotona ed uniforme di micriti fossilifere passanti localmente a biomicriti quando il contenuto organico supera il 10%.

Le micriti fossilifere presentano una massa di fondo di calcite microcristallina a grana piuttosto uniforme che talora può includere chiazze più chiare di calcite a grana più grossa ed altre volte può risultare debolmente impregnata di argilla.

I resti organici, rappresetati quasi esclusivamente da Radiolari e spicule di Spugne disposti in allineamenti subparalleli, si identificano in minuti aggregati granulari di calcite a grana fine-finissima. Spesso gli scheletri silicei sono stati completamente disciolti e se ne riconosce la forma nel contorno di piccolissimi vacuoli. In rari casi i Radiolari sono formati da aggregati di cristalli di quarzo o da sferuliti di calcedonio.

I noduli, le lenti e gli straterelli di selce sono composti da una massa di fondo di quarzo micro o criptocristallino, a volte con birifrangenza a « pin point », nella quale si osservano resti di Radiolari formati da sferuliti di calcedonio o da aggregati di cristalli granulari o fibrosi di quarzo. In un campione la selce è composta da frammenti sicuri di quarzo criptocristallino immersi in una matrice più chiara di quarzo microcristallino. Riteniamo che questa struttura sia determinata da un fenomeno di « syneresis » abbastanza diffuso nelle selci (RAPSON, 1962). Esso si spiega immaginando la fratturazione di un « gel » siliceo relativamente solidificato, dovuta alla espulsione d'acqua, seguita dalla cementazione dei frammenti con quarzo microcristallino.

Questa formazione è interessata da qualche raro e locale episodio di dolomitizzazione che, nei casi di maggiore intensità, ha portato alla costituzione di dolomie a grana media.

Ambiente di sedimentazione

La maggior parte degli Autori attribuiscono la « maiolica » ad un ambiente di sedimentazione pelagico ma in realtà non è facile definire con esattezza le caratteristiche sedimentologiche di questa formazione.

Nel nostro caso, dati i fenomeni di dolomitizzazione segnalati, preferiamo immaginarla legata ad un bacino pur esteso ma non molto profondo, con acque poco agitate ed a scarsa circolazione. Ad una conclusione analoga è giunto anche FERASIN (1958) descrivendo le facies del « biancone veneto » al quale sono associate piccole bioerme isolate. Per quanto riguarda la formazione e la genesi dei noduli di selce il problema non è stato affrontato sistematicamente anche perchè non rientra nei limiti del presente studio. Tuttavia, il fatto che nelle micriti i resti organici, originariamente a struttura silicea, siano calcitizzati o risultino disciolti, fa presumere che almeno parte della silice abbia avuto derivazione organica e che si sia concentrata in noduli successivamente (CAROZZI 1960).

Come accennato all'inizio di questo capitolo riteniamo opportuno descrivere brevemente le facies incontrate dal pozzo « Peschici 1 » allo scopo di integrare il quadro petrografico con la serie giurassica (*).

In particolare il pozzo suddetto ha interessato:

a) i *Calcarei tipo « maiolica »* fino alla profondità di 600 m circa. Questi, nella parte bassa, sono costituiti da micriti fossilifere con parte organica composta, oltre che da Radiolari e da spicule di Spugne, anche da Calpionelle e da frammenti di macrofossili (*Saccocoma* s. p. ?) che indicano un'età giurassica (Giurassico superiore - Titonico);

b) al disotto di m 600, una sequenza caratterizzata da micriti fossilifere argillose, talora dolomitizzate, con livelli di biomieriti e marne. Le micriti, ricche di argilla tanto da passare a marne, includono scarsi resti di microfossili pelagici e frammenti di Lamellibranchi a guscio sottile. Talora le micriti appaiono dolomitizzate ed il processo diagenetico si manifesta con la presenza di numerosi romboedri sparsi di dolomite, di dimensioni comprese fra 50 e 200 μ . I livelli di biomieriti, generalmente ricristallizzate, constano di frammenti di organismi costruttori e di Molluschi di dimensioni comprese fra 100-250 μ . Nel complesso questo tratto di serie attribuito al Giurassico medio-Liassico superiore, presenta caratteristiche tipiche di una facies di transizione per la presenza di micriti fossilifere con organismi pelagici e di livelli di biomieriti a frammenti di organismi costruttori di ambiente sub-litorale-neritico;

(*) La stratigrafia del pozzo è a cura dei drr. D. Tedeschi e L. Dondi della Sez. Stratigr. dell'AGIP Direzione Mineraria.

c) da m 924 a m 1275 (f. p.) dolomie a grana media, con relitti di strutture organiche analoghe a quelle che nel pozzo « Foresta Umbra 1 » sono state riferite alle biolititi dolomitizzate. Questi dati indicano un graduale spostamento della formazione organogena di scogliera verso ovest. Infatti, nella zona del pozzo « Peschici 1 » a partire dal Liassico superiore essa risulta sostituita verso l'alto prima da una facies di transizione e quindi, nel Giurassico superiore, dalle micriti fossilifere a Radiolari di facies pelagica.

• *Calcari bioclastici di Mattinata* (Cretacico inferiore)

Nella parte meridionale del Gargano, a sud della linea tettonica comunemente nota come « faglia di Valle Carbonara », il Cretacico inferiore è rappresentato da una formazione calcarea che si distingue per i suoi caratteri di transizione tra la facies pelagica rappresentata dai *Calcari tipo « maiolica »* e la facies neritica dei *Calcari delle Murge*. In essa si osservano infatti, diversamente distribuiti, calcari fini con selce e con qualche livello marnoso, calcari compatti microdetritici, calcari bioclastici e breccie.

Descrizione petrografica.

Questa formazione è caratterizzata da un'alternanza di biomieruditi, di biomieriti a frammenti di biolititi e di micriti fossilifere a Radiolari. Nel complesso essa mostra buone analogie, per quanto riguarda la tessitura dei calcari, con la formazione *Calcari e dolomie di Monte Iacotenente*, mentre se ne differenzia per la mancanza di fenomeni di dolomitizzazione.

Le biomieruditi constano infatti di numerosi frammenti di scogliera nei quali sono spesso ben evidenti le strutture degli organismi costruttori. A questi si associano, in quantità subordinata, frammenti di Molluschi, più frequenti nella parte alta della serie e qualche esemplare ben conservato di *Orbitolinae*. I frammenti biogenici presentano contorni irregolari, subangolosi, raramente subarrotondati, di dimensioni variabili da un centinaio di μ fino a qualche centimetro. Essi sono immersi in una matrice di calcite microcristallina a grana uniforme nella quale sono distribuiti scarsi resti di Radiolari e spicole di Spugne. Per quanto riguarda la tessitura delle biomieruditi i resti biogenici possono presentarsi sparsi irregolarmente ed in modo caotico nella matrice ma spesso sono ben costipati ed ammassati. In qualche biomierite si notano anche

intraclasti rappresentati da frammenti di micriti fossilifere e di oospariti.

Le biomicriti differiscono dalle biomieruditi oltre che per la grana anche per la scarsità dei frammenti di scogliera generalmente sparsi nella matrice di micrite. Alcune biomicriti inoltre sono composte da frammenti di organismi costruttori che non presentano segni di ricristallizzazione e che probabilmente sono stati rimaneggiati prima di essere incorporati nel nucleo della scogliera.

Le micriti fossilifere a Radiolari sono analoghe, dal punto di vista petrografico, a quelle della precedente formazione.

Ambiente di sedimentazione

Le considerazioni che si possono fare in proposito sono simili a quelle esposte per la formazione dei *Calcarei e dolomie di Monte Iacotenente*. Si tratta di un ambiente eterogenico influenzato contemporaneamente dagli apporti bioclastici derivanti dalla scogliera e dalla sedimentazione di tipo pelagico rappresentata dalle micriti a Radiolari.

Calcarei organogeni di Monte S. Angelo (Cretaceo superiore: Cenomaniano-Turoniano)

Alla formazione precedente si sovrappone un complesso biostromale costituito da calcarei organogeni a stratificazione incerta, per lo più in grossi banchi, con resti di Rudiste, Coralli, Idrozoi e Molluschi.

Descrizione petrografica.

La formazione è caratterizzata da biomicriti e biosparruditi-biomieruditi a Rudiste, con rari livelli di micriti fossilifere.

Le biosparruditi e le biomieruditi si riconoscono nei banchi calcarei più massicci e potenti, nei quali si osservano ammassi di resti di organismi coloniali. Questi resti che costituiscono l'impalcatura della roccia, hanno dimensioni molto variabili, da 1 mm a qualche centimetro e presentano contorni subarrotondati, talora arrotondati.

Il cemento in alcuni campioni è rappresentato in prevalenza da calcite spatica. Questa è generalmente in cristalli di piccole dimensioni (10 μ), a diretto contatto con gli allochimici, disposti talora con l'asse ottico normalmente alla parete con cui vengono a contatto; i cristalli più grossi (fino a 100 μ) presentano abito decisamente anedrale ed occupano il centro degli spazi intergranulari. In altri campioni alla calcite spatica si associa anche la micrite che può diventare prevalente e

determinare quindi il passaggio a biomieruditi. In qualche caso la calcite spatica forma attorno agli allochimici frange radiali mentre la parte centrale degli spazi intergrunalari è occupata dalla micrite. Si tratta di una struttura che potrebbe corrispondere a quella «geopetala» di SANDER (1951) e che secondo FOLK (1962) caratterizzerebbe i calcari poco dilavati. Questo tipo di calcare presenta spesso una struttura vacuolare determinata oltre che da un'incompleta cementazione anche da successivi fenomeni di dissoluzione.

Le biomieriti, che in genere formano i banchi più sottili, sono caratterizzate dal fatto che i resti organici risultano inclusi in una matrice di calcite microcristallina. In base alla quantità, alle dimensioni, al classamento dei resti organici ed alla loro disposizione nella matrice si possono distinguere alcuni tipi di biomieriti. Un tipo abbastanza diffuso consta di numerosi frammenti di Molluschi, fra i quali frequenti le Rudiste, in quantità oscillanti dal 40% al 60% (rispetto al volume totale della roccia); le dimensioni sono comprese tra 100 μ e 2-3 mm, ma i diametri medi rientrano nella classe delle calcareniti medie (250-500 μ). I contorni dei frammenti più piccoli sono in genere subangolosi, mentre quelli dei frammenti più grossi appaiono ben arrotondati. I resti biogenici si presentano sparsi in modo irregolare nella matrice micritica, talora addensati, raramente raggruppati in lenti e straterelli. Qualche biomierite è composta da minuti frammenti di Molluschi ben classati, a contorni subarrotondati-subangolosi e delle dimensioni delle areniti fini.

In altre biomieriti ai frammenti di Molluschi più o meno addensati si associano anche microfossili pelagici, fra i quali *Globotruncanae*, diffusi, in modo piuttosto uniforme nella matrice.

Alcuni livelli di biomieriti sono caratterizzati dalla presenza di plaghe scure includenti minuti resti fossili della classe delle lutiti. Dette plaghe, le cui dimensioni variano da 1 mm a qualche centimetro, sono circondate dai soliti resti di Molluschi della classe delle areniti. Si può presumere che queste strutture siano determinate dall'attività degli organismi limivori.

Un altro tipo di biomierite presenta come caratteristica peculiare il fatto che i resti biogenici sono saldati assieme da calcite spatica di accrescimento secondario, per cui ne deriva un unico ammasso cristallino biancastro. Questa calcite che talora si dispone in continuità cristallografica ed ottica con gli stessi frammenti organici, si è formata a spese della matrice di micrite della quale si possono osservare alcuni relitti secondo il fenomeno di «grain growth» descritto da BATHURST (1958).

Alle biomieriti precedenti si intercalano rari livelli di mieriti fossilifere composte da una massa di fondo di fango calcareo impregnato di ossidi di ferro nella quale sono immersi minuti frammenti fossili e qualche esemplare di *Globotruncana* s.p.

Ambiente di sedimentazione

Le biosparruditi-biomieruditi che formano i banchi massicci dovrebbero rappresentare la formazione biostromale propriamente detta. Gli organismi coloniali che l'hanno originata, che non si presentano in posizione di crescita (Rudiste), sono stati rimaneggiati probabilmente dai frangenti. Una parte di detti frammenti dovrebbe essere stata consolidata « in situ » prima dalla calcite spatica e successivamente dalla micrite. Le biomieriti dovrebbero derivare invece dalla deposizione dei frammenti degli organismi costruttori nelle zone adiacenti alla biostroma. Si tratterebbe di un ambiente calmo probabilmente al di sotto della base delle onde data la costante presenza della micrite.

Calcarei tipo « scaglia » (Cretacico inferiore e superiore, Aptiano - Senoniano inferiore).

La serie pelagica che occupa la zona nord-orientale del Gargano si sviluppa, al di sopra dei *Calcarei tipo « maiolica »*, con i *Calcarei tipo « scaglia »*.

Questa formazione è data da una successione irregolare di calcari bianchi farinosi, calcari marnosi, marne ed argille; è sempre abbondante il contenuto siliceo, sia diffuso che concentrato in noduli e straterelli. La stratificazione dei calcari è regolare ed in genere piuttosto sottile mentre le marne e le argille si interpongono in letti di spessore variabile da pochi centimetri ad 1 metro.

Descrizione petrografica.

Questa formazione si differenzia dalle altre formazioni affioranti nel Gargano per la presenza di una discreta quantità di argilla e di selce. I livelli calcarei sono costituiti da micriti fossilifere biancastre, talora friabili; ad esse si alternano micriti fossilifere argillose grigie, marne verdi più o meno selciose, selci verdastre argilloso-carbonate (porcellaniti) ed argille selciose. Sono inoltre frequenti straterelli, lenti e noduli di selce bruna o nera.

Le micriti fossilifere biancastre differiscono da quelle presenti nella sottostante formazione dei *Calcari tipo « maiolica »* oltre che per la minor compattezza, per il diverso contenuto organico, essendo qui i Radiolari associati a *Ticinellae* ed a *Globotruncanæ*.

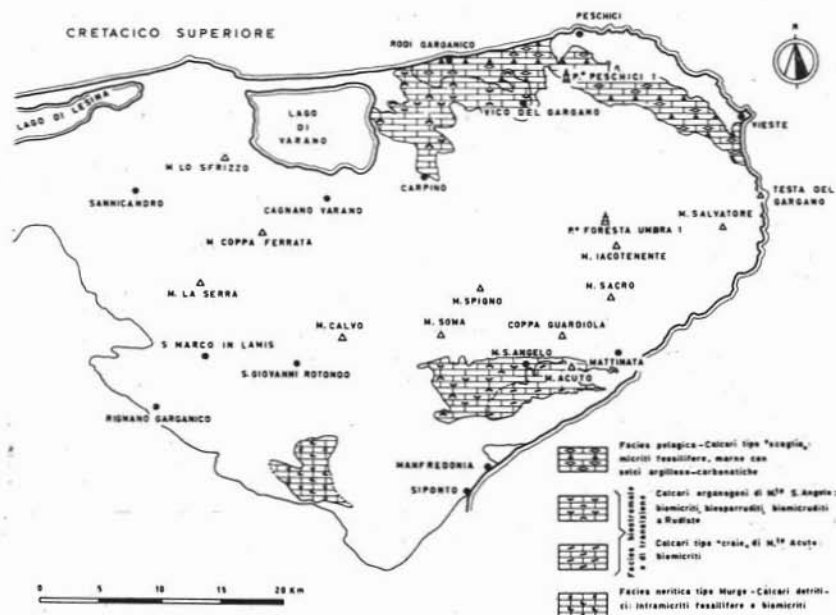


Fig. 4.

Le micriti fossilifere argillose, grigie, presentano una massa di fondo di calcite microcristallina di aspetto grumoso ed uniformemente impregnata di argilla. Esse includono scarsi Radiolari, spesso silicizzati, rare *Ticinellae* e minuti resti biogenici della classe delle calcilutiti; questi possono essere distribuiti in modo uniforme o addensati in lenticelle e sono associati a rarissimi granuli di silt. In alcuni campioni si osservano plaghe irregolari o sottili lenti di silice criptocristallina.

L'aumento della componente argillosa determina il graduale passaggio da questo tipo di micriti alle marne (carbonati inferiori al 50%).

Nella parte media di questa formazione sono caratteristici alcuni strati grigio-verdastri, duri e compatti, di aspetto porcellanaceo, spessi da alcuni centimetri a qualche decimetro. All'esame microscopico essi

risultano composti da una miscela di argilla e silice amorfa, a volte criptocristallina, alla quale si associa in quantità subordinata del fango calcareo microcristallino. Nella massa di fondo così composta si osservano resti di Radiolari e spicule di Spugne, in allineamenti subparalleli, costituiti da sferuliti di calcèdonio o da aggregati di cristalli di quarzo microcristallino. Questi strati di selci argilloso-carbonate, che si differenziano dai comuni straterelli di selce bruna o nerastra per composizione, durezza e compattezza, possono corrispondere litologicamente alle « porcellaniti » degli Autori americani (CAROZZI, 1960 - BRAMLETTE, 1946).

Per aumento delle componenti argilloso-carbonate che comportano una minore compattezza della roccia, si passa gradualmente alle argille selciose e, quindi, alle marne selciose.

Attraverso una sezione bene esposta è stato riconosciuto un livello di biomierite ricristallizzata nella quale i frammenti di macrofossili (forse di tipo algale) risultano di dimensioni riferibili alla classe delle areniti medie.

I noduli e gli straterelli di selce sono costituiti, in prevalenza, da una massa di fondo di silice criptocristallina inglobante resti di Radiolari, chiazze scure dovute probabilmente a sostanze argillose, minuti relitti di carbonati e rare plaghe di micrati fossilifere, argillose, a Radiolari. Alcuni strati di selce presentano una massa di fondo a calcèdonio e quarzo microcristallino includente numerosi resti di macrofossili. E' probabile che essi corrispondano a livelli di biomierite ricristallizzata simile a quella sopra descritta nella quale però la componente carbonatica è ridotta al 20% per un diffuso fenomeno di silicizzazione.

Il problema della genesi della silice in questa formazione esula dal presente studio, tuttavia è utile sottolineare quanto siano evidenti, in diversi casi, i fenomeni di sostituzione da parte della silice di un primitivo deposito essenzialmente carbonatico.

Ambiente di sedimentazione

L'insieme dei caratteri litologici e paleontologici indicano, per questa formazione, un ambiente di sedimentazione di tipo pelagico. Si può anche ritenere che questi caratteri siano più marcati in questa che nella sottostante formazione dei *Calcari tipo « maiolica »*, data l'abbondanza del contenuto argilloso e siliceo. Se si tiene conto inoltre dei fenomeni di slittamento gravitativo interformazionale (« slumpings »),

piuttosto diffusi e ben evidenti in affioramento, si deduce una certa instabilità del fondo marino probabilmente legata alla graduale emersione, a tergo, dell'area garganica centro-occidentale.

Calcarei tipo « craie » di Monte Acuto (Senoniano) ⁽⁵⁾.

La serie cretacea osservabile lungo la fascia meridionale del Gargano chiude verso l'alto con una formazione detritico-organogena alla quale si passa gradualmente dalla formazione biostromale precedentemente considerata.

Si tratta di una successione regolare di calcari bianchi, piuttosto friabili e granulari, in strati di 30 cm — 1 m di spessore. Il contenuto organico non è facilmente definibile essendo costituito da gusci triturrati di Rudiste, Echinidi e Molluschi.

Descrizione petrografica.

La formazione è caratterizzata da una sequenza piuttosto monotona di biomieriti biancastre generalmente farinose e friabili. Le sole differenze che si possono notare fra i vari livelli sono date dalle diverse dimensioni granulometriche.

Il tipo più frequente di biomierite è costituito da abbondanti frammenti di macrofossili, a contorni subarrotondati od arrotondati, in genere classati, di dimensioni comprese nella classe delle areniti fini. Detti frammenti, se ben costipati, formano lo scheletro della roccia (« grain supported ») ma a volte si presentano sparsi in una matrice di micrite o formano noduli e ammassi irregolari. Essi sono rappresentati da resti molto abrasati e triturrati di Molluschi, ridotti talora a prismi di calcite, nei quali raramente si possono riconoscere le tipiche strutture dei gusci di Rudiste. Nel corpo di queste biomieriti si osservano lenti o straterelli nei quali i resti di macrofossili ben addensati hanno in media dimensioni superiori ai 500 μ e rientrano pertanto nella classe delle calcareniti grossolane. In rari livelli la componente organica è costituita da minutissimi resti fossili, delle dimensioni delle lutiti, distribuiti in modo abbastanza uniforme nella matrice di micrite; si possono anche

(5) Abbiamo conservato la denominazione di calcari tipo « craie » usata dai rilevatori anche se all'esame petrografico i calcari di questa formazione non sono confrontabili per composizione e genesi con i tipici depositi del bacino di Parigi. Petrograficamente questi calcari potrebbero essere paragonati piuttosto ai calcari tipo « chalk » degli Autori americani.

associare frammenti sparsi della classe delle areniti. Altre biomieriti, infine, appaiono chiaramente disturbate dall'attività di organismi limivori.

Tutte queste biomieriti sono interessate da numerosi vacuoli di dimensioni e forme molto variabili e con diametri compresi tra alcune decine di μ e qualche mm. Essi si sviluppano irregolarmente sia nei resti fossili che nella matrice di micrite. L'aspetto più o meno farinoso-friabile della roccia è evidentemente legato alla frequenza di questi vacuoli. Fra l'altro, il fatto che essi si sviluppino sia nelle biomieriti ad impalcatura organica (« grain supported ») sia in quelle a matrice micritica (« mud supported rock ») fa supporre che l'aspetto farinoso sia dovuto principalmente a fenomeni di dissoluzione. Questi sarebbero a nostro avviso legati alla progressiva emersione dell'area garganica verificatasi alla fine del Cretacico superiore mentre riteniamo di non poter applicare l'ipotesi riportata da CAROZZI (1960) a proposito dei « Chalks » e cioè che si tratti di depositi calcarei nei quali non ha agito alcun fenomeno diagenetico.

Ambiente di sedimentazione.

L'abbondanza dei resti biogenici spesso ben costipati e classati ed il loro grado di usura indicherebbe un ambiente ad acque piuttosto agitate, mentre la presenza di fango microcristallino denoterebbe un ambiente piuttosto tranquillo. Riteniamo pertanto probabile che i resti biogenici derivino, almeno in parte, dal rimaneggiamento della sottostante formazione organogena a Rudiste rideposti in un ambiente relativamente tranquillo e ad abbondante deposizione di fango calcareo microcristallino. Nel complesso dovrebbe trattarsi di un deposito di mare poco profondo data anche la scarsità di microfossili di tipo pelagico.

Calcarei detritici in facies murgiana (Cretacico superiore).

Nella zona sud-occidentale del Gargano, a valle di S. Giovanni Rotondo, il Cretacico superiore presenta una facies che si differenzia da quella biostromale riconosciuta ad est nella zona di Monte S. Angelo. Macroscopicamente si osserva una successione di calcari detritici, talora marnosi e di calcari fossiliferi contenenti resti di Rudiste.

Descrizione petrografica.

In base agli scarsi campioni esaminati, questa successione risulta costituita da intramieriti fossilifere e biomieriti intraclastiche. Le in-

tramieriti sono costituite da numerosi intraclasti poco classati, di dimensioni comprese tra 100 μ ed 1 mm, con associati scarsi resti di micro e macrofossili. Gli intraclasti, a contorni per lo più subarrotondati, sono composti da micriti a struttura uniforme; a volte presentano strutture interne che richiamano i « lumps » di ILLING (1954). Gli allochimici si presentano in genere sparsi in un'abbondante matrice di micrite talora impregnata d'argilla. Le biomieriti sono caratterizzate dalla presenza di grossi resti, anche ben conservati, di Alghe, di frammenti di Molluschi (Rudiste), di resti di microfossili e di scarsi intraclasti. Anche in questo caso gli allochimici sono inclusi in un'abbondante matrice di micrite.

Ambiente di sedimentazione.

L'ambiente di sedimentazione si può ritenere simile a quello dedotto per la formazione dei *Calcarei oolitici di Coppa Guardiola* nella zona più discosta dalla scogliera.

Calcarei a Nummuliti di Peschici (Eocene).

Questa formazione presenta uno sviluppo areale in affioramento piuttosto ridotto interessando soltanto il settore nord-orientale del Gargano, tra Peschici e Vieste, e la propaggine a mare della dorsale di Monte S. Angelo. Essa comprende calcari più o meno detritici, breccie calcaree e calcari organogeni in successione irregolare. Il contenuto organico è dato, dal basso, da: Coralli, Alghe, Irozoi, Molluschi ed Echinidi; Alveoline e piccole Nummuliti; grosse Nummuliti.

Descrizione petrografica.

La formazione comprende: intramieruditi fossilifere (breccie) accompagnate a volte da biolititi nella parte basale; biosparruditi ad *Alveolinae*; biomieriti e biomieruditi a Nummuliti. Le biolititi, riconosciute solo nella zona di Monte S. Angelo, corrispondono ad alcuni episodi di tipo bioermale. Le bioerme presentano uno sviluppo limitato (« patch reefs », NEWEL, 1953, pag. 97) e si sono impostate su di un substrato eroso, a volte con breccie, costituito dal tetto delle formazioni cretacicche. Le biolititi mostrano una struttura petrografica analoga a quella riscontrata nelle biolititi ad *Ellipsactiniae* (Giurassico superiore). L'impalcatura degli organismi costruttori che in queste biolititi è data in prevalenza da Coralli ed Alghe (*Codiaceae*) e subordinatamente da

Idrozoi e Molluschi, si mostra ben conservata; solo raramente risulta obliterata da fenomeni diagenetici.

Le intramicruditi fossilifere (breccie) sono costituite da elementi subangolosi, di dimensioni variabili da qualche centinaio di μ a 3-4 cm, immersi in una matrice di fango calcareo microcristallino a volte debolmente impregnato d'argilla. Tali elementi corrispondono a frammenti di biomieriti a Rudiste, di micriti e biomieriti a *Globotruncanae*, resti di Coralli, Molluschi, ecc. Nella zona di Monte S. Angelo al di sopra delle biolititi è stato riconosciuto un livello di biosparruditi ad *Alveolinae*. Sono osservabili esemplari ben conservati di *Alveolinae* associati a resti di altri microfossili ed a frammenti di macrofossili, cementati da calcite spatica a grana fine-finissima. Il tipo di calcare maggiormente rappresentato nella formazione corrisponde a biomierudite o biomierite a Nummuliti, a seconda che queste siano in esemplari grossi o piccoli. Si osserva una massa di fondo di micrite, talora parzialmente ricristallizzata e con eventuali impregnazioni di argilla, nella quale sono immersi i macroforaminiferi. In prevalenza si tratta di *Nummulites* e *Discocyclinae*, le cui dimensioni possono raggiungere i 10 cm di diametro, con associati microfossili e frammenti di Molluschi. I costituenti biogenici possono presentarsi addensati o sparsi irregolarmente. A volte le biomieriti a Nummuliti hanno un aspetto friabile, farinoso, per la presenza di numerosi vacuoli che interessano sia i resti organici che la matrice. Questo fenomeno sembra legato a processi di dissoluzione, favoriti anche da una probabile scarsa cementazione del deposito originario.

Un altro tipo di calcare riconoscibile nella zona di Monte S. Angelo, nella parte alta dell'affioramento, è rappresentato da biomieriti biancastre, compatte e ricristallizzate, costituite da minuti resti biogenici. Si tratta di resti organici diagenizzati di dimensioni variabili tra i 50-300 μ (i diametri medi oscillano tra 100-125 μ). Essi sono rappresentati da minuti frammenti di microfossili tra i quali sono riconoscibili resti di *Globigerinae* e *Globorotaliae* e di macrofossili indeterminabili. In genere gli elementi biogenici sfumano nella massa di fondo ricristallizzata e sono circondati da un alone di calcite spatica secondaria; questa sembra formata a spese dell'originaria matrice di micrite della quale si osservano solo alcuni relitti. Al tetto della sequenza eocenica affiorante si ritrovano le biomieriti e le biomieruditi a Nummuliti di aspetto farinoso ed alcuni livelli di biomieriti a frammenti di Molluschi e Briozoi.

Ambiente di sedimentazione.

Nel complesso l'intera formazione è costituita da sedimenti di ambiente neritico litorale. Particolare segnalazione meritano gli episodi bioermali che nella zona di Monte S. Angelo contraddistinguono il passaggio dal Cretaceo superiore all'Eocene.

Conclusioni

Possiamo affermare che l'applicazione della classificazione di FOLK (1959), opportunamente integrata, si è dimostrata idonea a caratterizzare e differenziare dal punto di vista petrografico le rocce carbonatiche costituenti il « Complesso di scogliera » del Gargano. Le caratteristiche petrografiche più significative riscontrate possono essere così riassunte:

1. *Giurassico superiore* (fig. 2).

a) Le biolititi ad *Ellipsactinia* che formano il nucleo della scogliera (« reef-wall ») sono costituite da tre elementi principali:

- l'impalcatura degli organismi costruttori;
- il materiale di riempimento (micrite e resti organici);
- la calcite spatica, spesso a struttura fibrosa.

In superficie le biolititi sono saltuariamente dolomitizzate, specialmente nei fianchi della scogliera, mentre in profondità risultano totalmente dolomitizzate come ha accertato il pozzo « Foresta Umbra 1 ».

In alcuni campioni è stata osservata la presenza di calcite pseudomorfa su dolomite. Questo fenomeno, piuttosto insolito, è noto come processo di dedolomitizzazione e lo segnaliamo per la prima volta nelle rocce giurassiche del Gargano. L'insieme di questi elementi, che trovano riscontro anche negli studi di NEWELL (1955) e CAROZZI (1960) caratterizza il nucleo della scogliera ed indica nel contempo la sua formazione in una zona di acque turbolente.

b) Nella zona di retroscogliera (« back-reef ») si riscontrano due facies ben differenziate. La prima, che si estende a ridosso della scogliera, è caratterizzata da biospariti ed intraspariti con ooliti; queste sono formate da allochimici arrotondati, costipati, talora ben classati e cementati preferibilmente da calcite spatica. L'associazione degli intraclasti tipo « grapestone » con le ooliti rappresenta una caratteri-

stica peculiare di questa facies perchè permette di stabilire un'analogia con i depositi attuali studiati da ILLING (1954) nelle Isole Bahama e di definire nel contempo un ambiente di sedimentazione ad acque basse e turbolente. La seconda facies, che si estende ad ovest della prima, è caratterizzata da una matrice di calcite microcristallina, talora a struttura grumosa. Gli allochimici, piuttosto scarsi, sono rappresentati da resti fossili ed intraclasti. La dolomitizzazione è sviluppata in prevalenza nella zona più occidentale e sembra denotare una preferenza per i calcari a matrice micritica rispetto a quelli cementati da calcite spatica. Un fenomeno analogo è stato riscontrato anche da POWERS (1962) per le facies giurassiche del Medio Oriente. Si osserva anche in queste micriti il processo dedolomitizzazione descritto a proposito delle bioliti.

L'insieme di questi elementi indica per questa facies un ambiente di acque calme e riparate, forse di tipo sublagunare.

c) Lungo il bordo esterno della scogliera (zona di transizione) si rinvencono biomieruditi, biomieriti, micriti fossilifere e dolomie.

La parte calcarea è caratterizzata da una matrice micritica nella quale sono immersi, in modo caotico, frammenti subangolosi di bioliti e resti di microfossili pelagici.

Le dolomie sono secondarie e derivano principalmente dai calcari a diretto contatto con la scogliera. Le chiazze e le vene di dolomite, che intersecano i noduli di selce, indicano un fenomeno di sostituzione selettiva della silice da parte della dolomia, analogo a quello descritto da RAPSON (1962) per le breccie silicee delle Montagne Rocciose.

d) La facies di avanscogliera, scarsamente osservabile in superficie, è stata incontrata dal pozzo « Peschici 1 ». Essa è rappresentata da micriti fossilifere, talora argillose, includenti resti di micro e macrofossili pelagici e noduli di selce.

2. Cretacico inferiore (fig. 3).

a) Nella zona orientale, esternamente alla scogliera giurassica probabilmente in emersione, si sviluppa la formazione dei *Calcari tipo « maiolica »* in continuazione con le sottostanti facies pelagiche giurassiche. Si tratta di una sequenza regolare di micriti includenti resti di microfossili calcitizzati, più raramente silicei, con liste e noduli di selce.

b) Lungo il bordo meridionale la scogliera giurassica è ricoperta dalla formazione dei *Calcari bioclastici di Mattinata*, costituita da biomieruditi e biomieriti.

c) Nel settore sud-occidentale, nei pressi di Rignano Garganico, il Cretacico inferiore, in continuità con la serie giurassica di retroscogliera, è rappresentato da micriti fossilifere con biomieriti e rare intramicriti simili a quelle che costituiscono la sottostante formazione dei *Calcari oolitici di Coppa Guardiola*.

3. Cretacico superiore (fig. 4).

Si possono distinguere anche per il Cretacico superiore tre facies distribuite attorno alla scogliera giurassica.

a) Nella zona di avanscogliera i *Calcari tipo « scaglia »* si differenziano dai sottostanti *Calcari tipo « maiolica »* per la presenza di micriti fossilifere argillose, di marne e di silice spesso diffusa nelle micriti. Caratteristici sono inoltre alcuni livelli di selce argilloso-carbonata che per la loro composizione, la minor compattezza e durezza rispetto alla selce comune, sembrano corrispondere alle « porcellaniti » degli Autori americani.

b) Ai lati della scogliera si sviluppano i *Calcari organogeni di Monte S. Angelo* nei quali si riconoscono due principali tipi petrografici. Il primo, che corrisponde ai grossi banchi di calcare organogeno, è caratterizzato da biosparruditi-biomieruditi costituite da frammenti di Molluschi cementati da calcite spatica associata a micrite (struttura geopetala di SANDER, 1951). Il secondo tipo corrisponde agli strati più sottili intercalati nella serie ed è composto da biomieriti nelle quali i resti di Rudiste sono inglobati in una matrice di calcite microcristallina. In alcuni campioni i resti organici sono bordati di calcite chiara, di accrescimento secondario, disposta in continuità cristallografica ed ottica con l'incluso e formatasi a spese dell'originaria matrice micritica.

Nella zona di Monte S. Angelo la serie prosegue con la formazione dei *Calcari tipo « craie » di Monte Acuto*, rappresentati da biomieriti friabili. Queste sono composte da minuti frammenti di Molluschi e la loro struttura poco coerente è dovuta a fenomeni di dissoluzione.

c) Nei pressi di S. Giovanni Rotondo, nella zona sud-occidentale, il Cretacico superiore è rappresentato da una successione di intramicriti e biomicriti con caratteristiche petrografiche analoghe a quelle dei calcari murgiani che si sviluppano in potenza ed estensione più a sud.

Lo studio petrografico ha contribuito a fornire un quadro logico della distribuzione areale dei diversi elementi che compongono le rocce carbonatate.

Per il Giurassico superiore, in particolare, l'associazione resti fossili-intraclasti-ooliti, riconosciuta immediatamente alle spalle della scogliera e seguita verso l'interno da una facies a micriti, caratterizza nel Gargano l'ambiente di « back-reef », mentre le biomicriti e le micriti fossilifere con selce sono tipiche dell'ambiente di « fore-reef ». Un'analoga distribuzione si ritrova in un recente studio di FLUGEL⁽⁶⁾, basato anch'esso sulla classificazione di FOLK (1959) e relativo ad un complesso di scogliera del Retico in Austria. Significative analogie si riconoscono anche negli studi di KLOVAN (1964) e FERASIN (1958) rispettivamente sulle scogliere del Devonico del Canada e del Cretacico veneto.

Per quanto concerne il fenomeno di dolomitizzazione esso sembra trovare un ambiente favorevole nella zona di « back-reef » ed in parte nel « reef » stesso mentre nella zona di « fore-reef » rimane limitato alla fascia di contatto con la scogliera. Infine riteniamo che lo studio petrografico del « *Complesso di scogliera* » del Gargano rappresenti dal punto di vista applicativo un utile esempio di interpretazione dei dati dei pozzi. Esso serve infatti ad integrare lo studio paleontologico e può fornire chiare indicazioni dove questo, per mancanza di reperti, risulta poco significativo.

(6) FLUGEL E., FLUGEL-KAHLER E., 1962 - Microfazielle und geochemische Gliederung eines obertriadischen Riffee der nordlichen kalkalpen. Mitteilungen for Museums für Bergban, Geologie und Technik am Landesmuseum «*Johanneum*», Graz, Heft 24, pp. 1-129.

BIBLIOGRAFIA

- AM. ASS. PETR. GEOL. (1962) - *Classification of carbonate rocks - A symposium. Memoir 1. Tulsa, Oklahoma, U.S.A.*
- BATHURST R. G. C. (1958) - *Diagenetic fabrics in some British Dinantian limestones.* Liverpool and Manchester Geol. Journ., n. 2, pp. 11-36.
- BEALES F. W. (1958) - *Ancient sediments of Bahaman type.* Bull. Am. Ass. Petr. Geol., vol. 42, n. 2, pp. 1845-1880.
- BLANC J. J. (1963) - *Lithologie des calcaires à Hippurites au plateau du Camp.* Bull. Soc. Géol. de France (7), V, 1963, pp. 715-721.
- BRAMLETTE M. N. (1946) - *The Monterey formation of California and the origin of its siliceous rocks.* U. S. Geol. Survey, Prof. Paper 212, pp. 57.
- CAYEUX L. (1935) - *Les roches sédimentaires de France: roches carbonatées.* Paris, Masson e C., pp. 447.
- CAROZZI A. (1960) - *Microscopic sedimentary petrography.* New York and London. J. Wiley and Sons.
- CLOUD P. L. (1962) - *Environment of calcium carbonate deposition west of Andros Island, Bahamas.* U. S. Geol. Surv. Profess. Paper 350, pp. 138.
- FERASIN F. (1958) - *Il complesso di scogliera cretaceo del Veneto centro-orientale.* Memorie Istituti di Geologia e Mineral. Univ. Padova, vol. XXI.
- FOLK R. L. (1959) - *Practical petrographic classification of limestones.* Amer. Ass. Petr. Geol., A.A.P.G. Bull., vol. 43, n. 1, pp. 1-39.
- FOLK R. L. (1962) - *Spectral subdivision of limestone types. Classification of carbonate rocks.* Symp. A.A.P.G., pp. 62-84.
- FRIEDMAN G. (1959) - *Identification of carbonate minerals by staining methods (Alizarina).* Journ. of Sed. Petrol., vol. 29, n. 1.
- HADDING A. (1958) - *Origin of the lithographic limestones.* Kungl. Fysiogr. Sällsk I, Lund. Fohrandl, vol. 28, pp. 21-32.
- HENSON F. R. S. (1950) - *Cretaceous and Tertiary reef formations and associated sediments.* Am. Ass. Petr. Geol. Bull., vol. 34, pp. 215-238.
- ILLING L. V. (1954) - *Bahaman calcareous sands.* Am. Ass. Petr. Geol. Bull., vol. 38, n. 1, pp. 1-95.
- KLOVAN J. E. (1964) - *Facies analysis of Redwater reef complex, Alberta, Canada.* Bull. of Canadian Petr. Geol., vol. 12, n. 1, pp. 1-100.
- LOWENSTAM H. A. and EPSTEIN G. (1957) - *On the origin of sedimentary aragonite needles of the Great Bahamas Bank.* Journ. Geol., vol. 65, pp. 364-375.
- MARTINIS B. e PAVAN G. (1963) - *Note illustrative della Carta Geologica d'Italia. Foglio 157 «Monte S. Angelo».* In corso di stampa.
- MONTY C. (1963) - *Base d'une nomenclature des roches calcaires marines.* Ann. Soc. Géol. de Belgique, T. 86, n. 1-2, pp. 87-122.

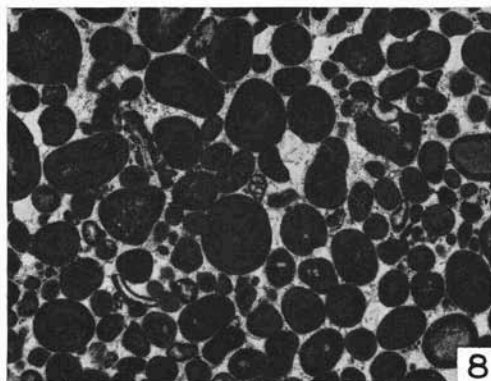
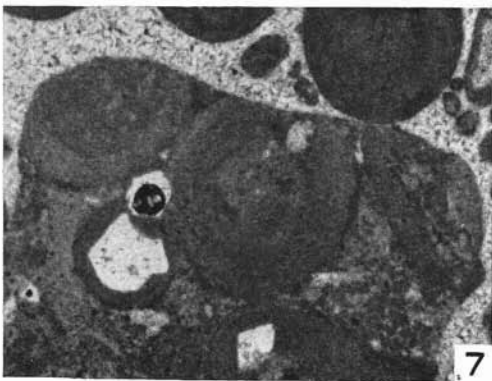
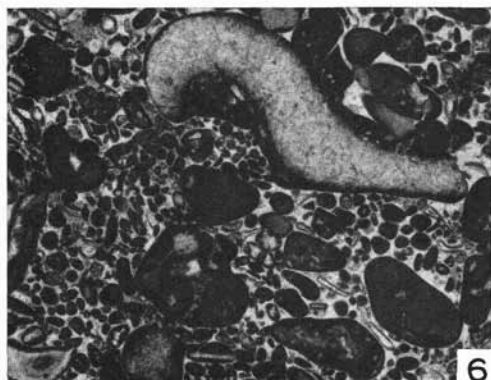
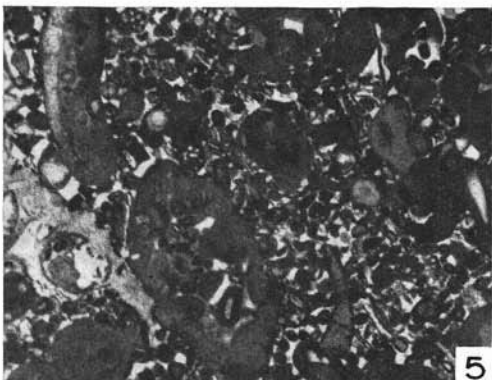
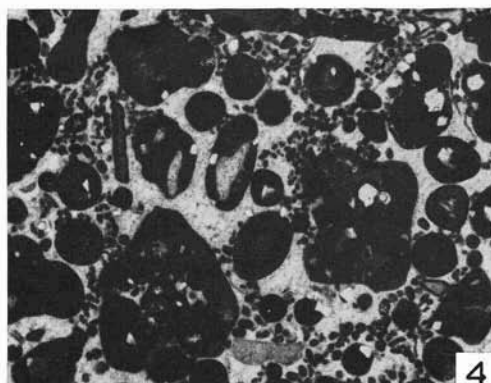
- NEWELL N. D. (1955) - *Depositional fabric in Permian reef limestones*. Journ. Geology, vol. 63, pp. 301-309.
- OGNIBEN L. (1957) - *Petrografia della serie solfifera siciliana e considerazioni geologiche relative*. Mem. della Carta Geol. d'Italia. Vol. XXXIII.
- OTTE C. Jr. and PARKS J. M. Jr. (1963) - *Fabric studies of Virgil and Wolcamp bioerms*. New Messico Journ. of Geology, vol. 71, n. 3, pp. 380-396.
- PAVAN G. e PIRINI C. (1963) - *Stratigrafia del Foglio 157 «Monte S. Angelo»*. Boll. Serv. Geol. Ital., in corso di stampa.
- POWERS R. W. (1962) - *Arabian upper Jurassic carbonate reservoir rocks*. Am. Ass. Petr. Geol., Tulsa, Oklahoma, U.S.A. - Memoir 1. Classification of carbonate rocks. A Symposium, pp. 122-192.
- RAPSON J. E. (1962) - *The petrography of Pennsylvania chert breccias and conglomerates. Rocky Mountain Group, Bauff. Alberta*. Journ. Sed. Petr., vol. 32, n. 2, pp. 249-262.
- RIZZINI A. e MATTAVELLI L. (1964) - *Logs pétrographiques et cartes de lithofaciès pratiques des roches carbonatées*. Rev. Ist. Franç. du Pétrole, vol. XIX, n. 5, pp. 720-728.
- SANDER B. (1951) - *Contribution to the study of depositional fabrics rhythmically deposited triassic limestones and dolomites*; trans. by E. B. Knopt: Am. Ass. Petrol. Geolog.; orig. pub. in 1936; Tschermaks Min. Petrograph Mitt. 48, pp. 1-139.
- SHEARMAN D., KHOURI J. and TAHA S. (1961) - *On the replacement of dolomite by calcite in some Mesozoic limestones from French Jura*. Proceeding of Geologists' Association, vol. 72, part. 1, pp. 1-12.
- STAUFFER K. W. (1962) - *Quantitative petrographic study of Paleozoic carbonate rocks Caballo Mountains, New Messico*. Journ. Sed. Petr., vol. 32, n. 1, pp. 357-396.
- TATARSKIY V. B. (1949) - *Distribution of rocks in which dolomite is replaced by calcite*. AKAD. NAUK. S.S.S.R., Doklady, tom. 69, n. 6, pp. 853-855.
- THOMAS G. (1962) - *Grouping of carbonate rocks into textural and porosity units for mapping purposes*. Am. Ass. Petr. Geol. Tulsa, Oklahoma. Memoir 1. Classification of carbonate rocks. A symposium, pp. 193-223.
- WELL A. J. and ILLING L. V. (1964) - *Present-day precipitation of calcium carbonate in the Persian Gulf*. Deltaic and shallow marine deposits. Vol. I, ed. by Van Straaten, Elsevier Publ. Company, pp. 429-435.

INDICE

INTRODUZIONE	pag.	208
CLASSIFICAZIONE DI FOLK	»	209
ESAME PETROGRAFICO DELLE SINGOLE FORMAZIONI	»	211
Calcarei di scogliera di M.te Saero (Giurassico sup.)	»	212
Calcarei oolitici di Coppa Guardiola (Giurassico sup. - Cretacico inf.)	»	216
Calcarei e dolomie di M.te Iacotenente (Giurassico sup. - Cretacico inf.)	»	223
Calcarei tipo « maiolica » (Cretacico inf.)	»	226
Calcarei bioclastici di Mattinata (Cretacico inf.)	»	229
Calcarei organogeni di M.te S. Angelo (Cretacico sup.)	»	230
Calcarei tipo « scaglia » (Cretacico inf. e sup.)	»	232
Calcarei tipo « eraie » di M.te Acuto (Senoniano)	»	235
Calcarei detritici in facies murgiana (Cretacico sup.)	»	236
Calcarei a Nummuliti di Peschici (Eocene)	»	237
CONCLUSIONI	»	239
BIBLIOGRAFIA	»	243

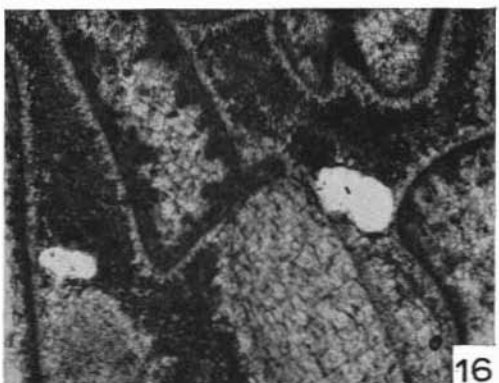
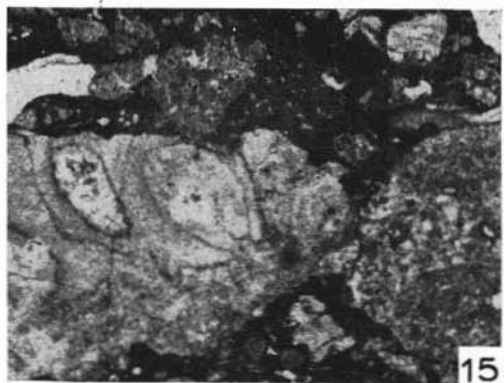
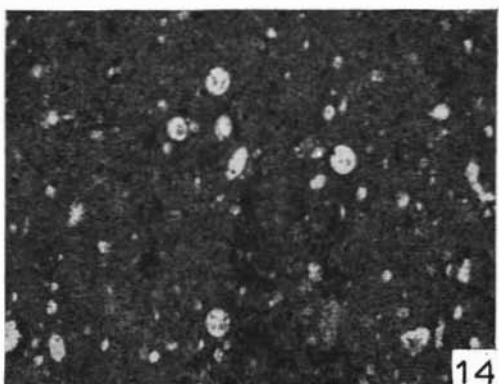
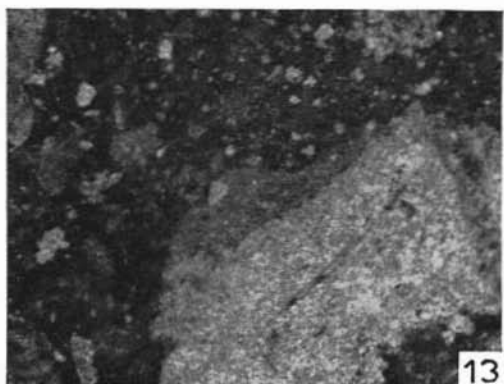
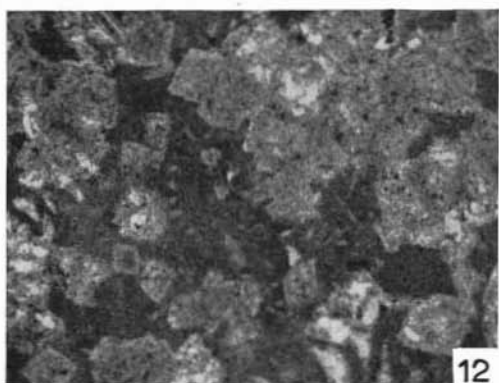
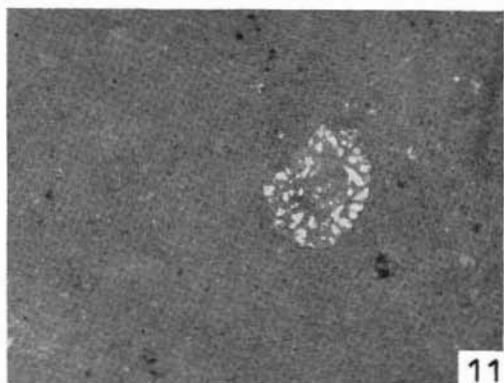
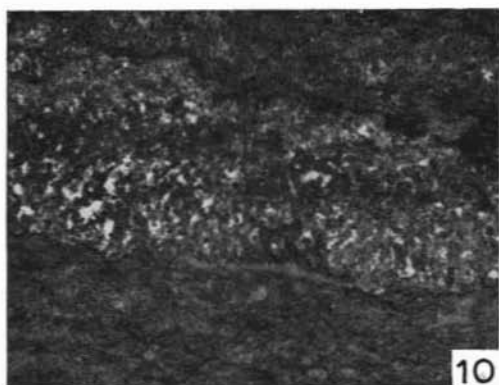
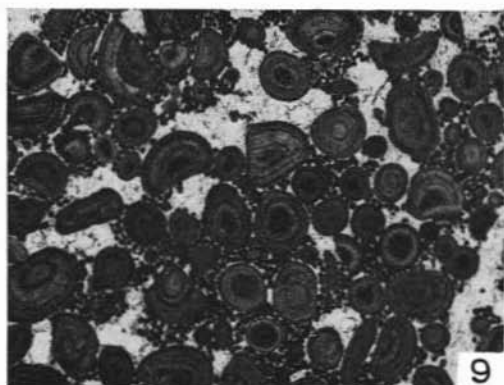
SPIEGAZIONE DELLA TAVOLA I

- Foto n. 1. — *Biolitite* - Si notano: L'impalcatura degli organismi costruttori (Coralli); chiazze chiare di calcite spatica e in nero il materiale di riempimento (mierite e resti fossili).
Formazione: Calcarei di scogliera di M. Sacro.
Campione: GP 1317 x 5.
- Foto n. 2. — *Biolitite* - Particolare dell'impalcatura di un organismo costruttore (*Ellipsactinia s. p.*) con spazi interlamellari riempiti da calcite spatica a struttura fibrosa.
Formazione: Calcarei di scogliera di M. Sacro.
Campione: GP 1112 x 5.
- Foto n. 3. — *Biosparrudite* - Frammenti arrotondati di macrofossili cementati da calcite spatica. Quest'ultima, a diretto contatto con i resti organici, consta di cristalli minuti e allungati (10-20 μ) indicati da un bordo di impurezze, mentre nella parte centrale degli spazi intergranulari è rappresentata da cristalli più grossi (40-60 μ) e più chiari ad abito granulare.
Formazione: Calcarei oolitici di Coppa Guardiola (Facies a).
Campione: GA 522 x 5.
- Foto n. 4. — *Intrasparrudite oolitica* - Intraclasti ed ooliti cementati da calcite spatica con struttura analoga a quella della foto n. 3. Si notano due grossi intraclasti formati da aggregati di ooliti analoghi ai « grapestone lumps » riscontrati da Illing nelle Isole Bahama.
Formazione: Calcarei oolitici di Coppa Guardiola (Facies a).
Campione: GA 541 x 6.
- Foto n. 5. — *Intrasparite fossilifera* - Intraclasti e scarsi resti fossili cementati in prevalenza da calcite spatica e da una piccola percentuale di mierite. Si notano intraclasti tipo « grapestone lumps » di Illing.
Formazione: Calcarei oolitici di Coppa Guardiola (Facies a).
Campione: GA 536 x 3.
- Foto n. 6. — *Intrasparite fossilifera* - Intraclasti tipo « grapestone lumps » e resti di macrofossili cementati da calcite spatica.
Formazione: Calcarei oolitici di Coppa Guardiola (Facies a).
Campione: GA 542 x 8.
- Foto n. 7. — Particolare di un intraclasto tipo « grapestone lumps » nel quale le ooliti erose sui bordi indicano che esso dopo il processo di aggregazione è stato sottoposto ad abrasione.
Formazione: Calcarei oolitici di Coppa Guardiola (Facies a).
Campione: GA 541 x 25.
- Foto n. 8. — *Oosparite* - Ooliti con struttura concentrica poco evidente (1° Tipo) cementate da calcite spatica. Associati scarsi resti fossili.
Formazione: Calcarei oolitici di Coppa Guardiola (Facies a).
Campione: GA 538 x 10.



SPIEGAZIONE DELLA TAVOLA II

- Foto n. 9. — *Oosparite* - Ooliti con evidente struttura concentrica e radiale (2° Tipo). Il nucleo è talora formato da frammenti di ooliti.
Formazione: Calcarei oolitici di Coppa Guardiola (Facies a).
Campione: GA 564 x 8.
- Foto n. 10. — *Micrite* - Massa di fondo costituita da calcite microcristallina con bande a struttura « grumosa ».
Formazione: Calcarei oolitici di Coppa Guardiola (Facies b).
Campione: PU 2119 x 10.
- Foto n. 11. — *Micrite fossilifera* - Massa di fondo di calcite microcristallina a struttura uniforme con scarsi resti di microfossili.
Formazione: Calcarei oolitici di Coppa Guardiola (Facies b).
Campione: PU 2104 x 25.
- Foto n. 12. — *Micrite fossilifera* - Nella massa di fondo scura di micrite si notano rombi chiari (da 200 a 500 μm) composti da un mosaico di minuti cristalli granulari di calcite (10-20 μ). Calcite pseudomorfa su dolomite. Fenomeno di dedolomitizzazione.
Formazione: Calcarei oolitici di Coppa Guardiola (Facies b).
Campione: PU 2194 x 20.
- Foto n. 13. — *Biomierudite* - Grossi frammenti subangolari di biolitite inclusi in una matrice di micrite con scarsi resti di microfossili pelagici.
Formazione: Calcarei e dolomie di M. Jacotenente.
Campione: GP 1163 x 15.
- Foto n. 14. — *Micrite fossilifera* - Massa di fondo di calcite microcristallina includente resti di Radiolari calcitizzati.
Formazione: Calcarei tipo « maiolica ».
Campione: GP 926 x 15.
- Foto n. 15. — *Biomierudite* - Grossi resti subangolari di biolitite immersi in una matrice di calcite microcristallina.
Formazione: Calcarei bioelastici di Mattinata.
Campione: GP 926 x 15.
- Foto n. 16. — *Biosparrudite-Biomierudite* - Frammenti arrotondati di macrofossili cementati da calcite spatica che forma, attorno ad essi, sottili frange chiare radiali e da micrite che riempie la parte centrale dei pori. Struttura geopetala di Sander (?).
Formazione: Calcarei organogeni di M. S. Angelo.
Campione: ML 26 x 20.



SPIEGAZIONE DELLA TAV. III

- Foto n. 17. — *Biomierite* - Frammenti arrotondati e subarrotondati di Molluschi (tra cui Rudiste) immersi in una matrice di calcite microcristallina.
Formazione: Calcari organogeni di M. S. Angelo.
Campione: GP 977 x 20.
- Foto n. 18. — *Biomierite* - Frammenti di Molluschi cementati da calcite spatica di accrescimento formatasi a spese della originaria matrice di micrite di cui le plaghe scure rappresentano i relitti. Processo di « grain growth » di Bathurst.
Formazione: Calcari organogeni di M. S. Angelo.
Campione: PDC 88 x 10.
- Foto n. 19. — *Micrite fossilifera* - Resti di microfossili (Globotruncanæ) inclusi in una matrice di calcite microcristallina.
Formazione: Calcari organogeni di M. S. Angelo.
Campione: PDC 92 x 30.
- Foto n. 20. — *Micrite fossilifera argillosa* - Massa di fondo di calcite microcristallina impregnata di argilla di aspetto leggermente grumoso, includente alcuni resti di microfossili.
Formazione: Calcari tipo « scaglia ».
Campione: GP 1302 x 25.
- Foto n. 21. — *Biomierite farinosa* - Composta da grossi frammenti ben costipati di Molluschi e nella parte alta da minuti frammenti di macrofossili immersi in una matrice di micrite. Si notano numerosi e irregolari vuoti dovuti a fenomeni di dissoluzione.
Formazione: Calcari tipo « craie » di M. Acuto.
Campione ML 20 x 10.
- Foto n. 22. — *Biolitite* - Si notano: Organismi costruttori in posizione di crescita (Coralli); una chiazza chiara di calcite spatica e in nero il materiale di riempimento.
Formazione: Calcari a Nummuliti di Peschici.
Campione: ML 17 x 10.
- Foto n. 23. — *Biosparrudite ad Alveolinae* - Resti ben conservati di Alveolinae associati ad altri microfossili cementati da calcite spatica.
Formazione: Calcari a Nummuliti di Peschici.
Campione: GP 1043 x 10.
- Foto n. 24. — *Biomierite a Nummuliti* - Resti di Nummuliti inclusi in una matrice di micrite.
Formazione: Calcari a Nummuliti di Peschici.
Campione: GP 1050 x 10.

