

## Introduzione

Lo scopo del presente lavoro di tesi è la descrizione delle facies e la determinazione dell'ambiente deposizionale del Calcarea Massiccio in cava Gola della Rossa, nell'Appennino Settentrionale, Gola di Frasassi, provincia di Ancona. La scelta di quest'area di rilevamento non è stata casuale, poiché in questo settore dell'Appennino abbiamo un'esposizione eccezionale di Calcarea Massiccio stratificato. In particolare, in Cava Gola della Rossa possiamo trovare l'esposizione decisamente importante di una parete calcarea con stratificazione molto evidente, caratterizzata dall'alternanza di litologie di colore chiaro e scuro, il che ci permette di ricostruire una sezione stratigrafica attraverso l'utilizzo di metodi fotogrammetrici. Per determinare se la stratificazione corrisponde a cambiamenti ciclici degli ambienti deposizionali, abbiamo misurato e studiato una serie rappresentativa in fianco alla cava.

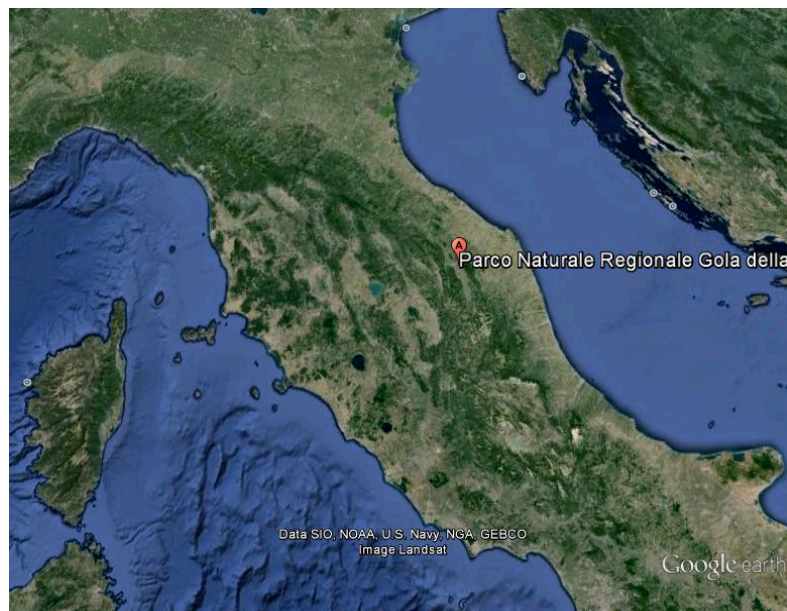


Fig. 1: Posizione geografica della Cava Gola della Rossa, Gola di Frasassi, Appennino Settentrionale.

# 1. INQUADRAMENTO GEOLOGICO- GEOGRAFICO

## 1.1. Area di Studio

L'Appennino Umbro-Marchigiano forma la parte sudorientale dell'Appennino Settentrionale.

Le fasi orogeniche che generarono l'ossatura della catena appenninica sono da collegare alla rotazione antioraria del blocco Sardo-Corso e della Penisola Italiana.

In particolare, il settore Umbro-Marchigiano dell'Appennino fu coinvolto nell'orogenesi solo a partire dal Miocene medio ed è caratterizzato da uno stile tettonico a pieghe e sovrascorrimenti.

La storia post-ercinica di quest'area può essere schematizzata in tre fasi:

- sedimentazione in aree subsidenti, tra il Triassico e il Miocene; durante questa fase si sedimenta una successione prevalentemente carbonatica che include il Calcare Massiccio, oggetto di questo studio.
- deformazione tettonica, che provocò il sollevamento dell'Appennino Umbro-Marchigiano, tra il Miocene e l'Attuale; in questo intervallo di tempo si deposita una successione prevalentemente silicoclastica, che comprende facies di flysch come la Formazione Marnoso-Arenacea.
- morfogenesi che si sovrappose ai processi tettonici e sedimentari, nel Quaternario.

*(Passeri, 1994)*



## **1.2 La successione giurassica dell'Appennino Umbro–Marchigiano**

La successione Umbro-Marchigiana è in facies prevalentemente di mare aperto (pelagica); il bacino Umbro-Marchigiano nacque in seguito alla dissezione ed al susseguente parziale annegamento della piattaforma carbonatica del Calcare Massiccio. La dissezione della piattaforma fu causata da azioni tettoniche distensive connesse con l'apertura della Tetide occidentale: in quel momento avvenne la suddivisione dell'area corrispondente all'Appennino centrale in due settori paleogeografici ben definiti: la piattaforma Laziale–Abruzzese, che rimase in condizioni di mare sottile, ed il Bacino Umbro–Marchigiano–Sabino, che fu soggetto ad una rapida subsidenza ed ospitò una sedimentazione di tipo pelagico. Alcune delle linee tettoniche mesozoiche con cinematica estensionale sono visibili ancora oggi: la linea Ancona–Anzio, con orientamento circa N-S, è la faglia che separa i due settori paleogeografici. Nella parte ribassata, cioè nel dominio del Bacino Umbro-Marchigiano, fenomeni di crollo di blocchi e di trasporto in massa hanno trasportato frammenti alloctoni del margine della piattaforma entro i sedimenti bacinali.

Tre tipi di successioni stratigrafiche riassumono in maniera abbastanza esauriente i principali caratteri stratigrafici del bacino Umbro–Marchigiano durante il Giurassico:

- successioni normali: deposte in aree a subsidenza media, costante, poste a profondità variabili.

## Lithostratigraphy of the Umbria-Marche-Sabina Apennines

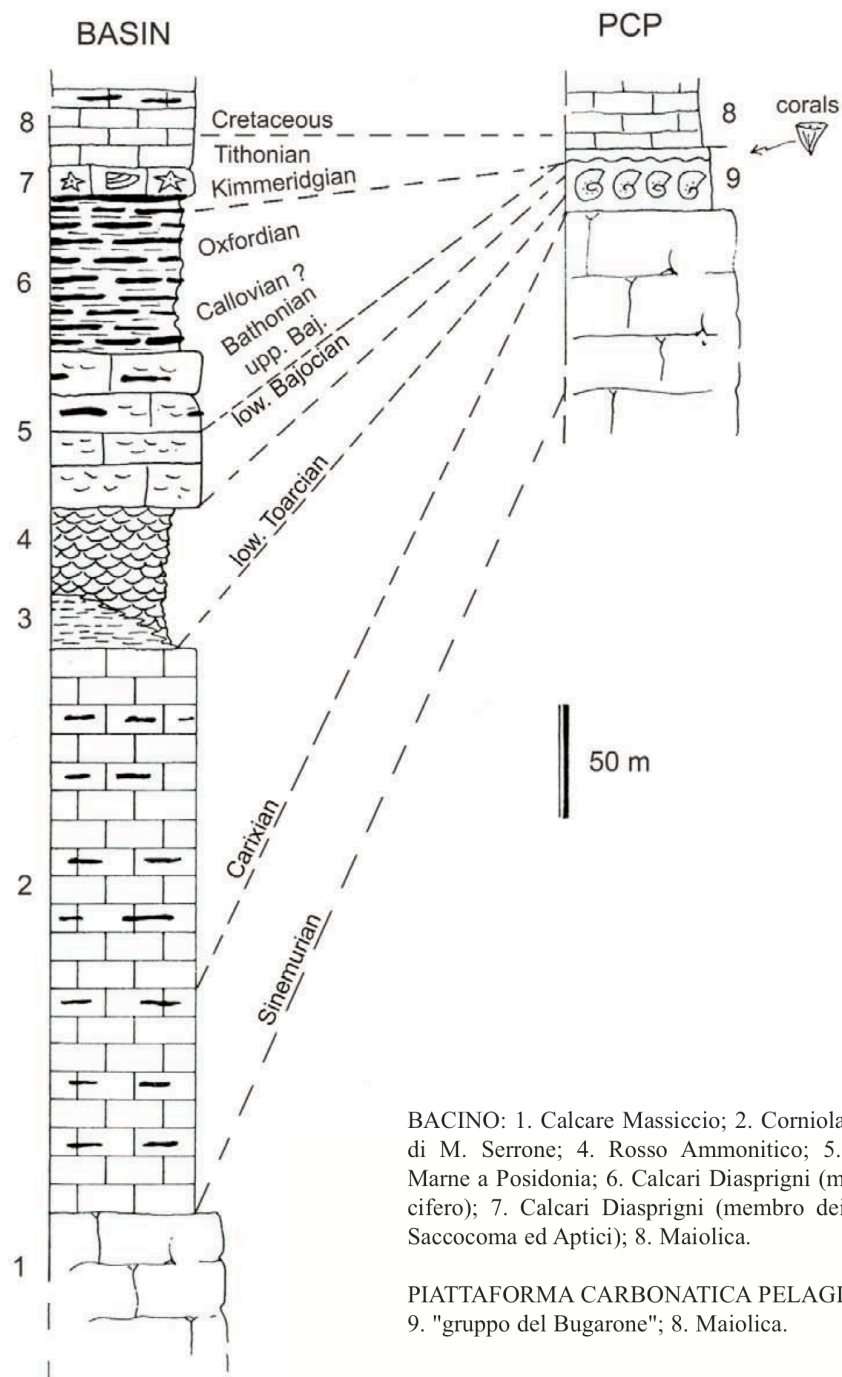


Fig.2: Successione stratigrafica normale dell'Appennino Umbro-Marchigiano. (Petti et al., 2002)

- successioni espanse: deposte in aree di forte subsidenza, funzionarono da trappole per i sedimenti dando luogo a spessori anomali di alcune formazioni; si ritiene però che la profondità fosse simile a quella delle zone adiacenti.
- successioni condensate e ridotte: deposte su aree strutturalmente rialzate, a subsidenza ridotta e, generalmente, di piccole dimensioni; si deposero in queste zone a bassa velocità di sedimentazione o successioni condensate o successioni fortemente lacunose.

### **1.3 Il Calcare Massiccio**

"Calcare Massiccio" è un nome formazionale utilizzato per calcari a stratificazione indistinta, di ambiente neritico, posti stratigraficamente alla base delle successioni giurassiche dell'Appennino centro-settentrionale. Prende il nome di "Massiccio" perché costituito da banchi di spessore metrico che conferiscono a questa formazione un aspetto massivo che lo differenzia dalle altre formazioni giurassiche, tutte fittamente stratificate. L'età è Liassico Inferiore.

Questa formazione è caratterizzata da deposizione in piattaforma carbonatica di acqua bassa in condizioni variabili, da subtidale a inter-sopratidale e contiene facies sia di alta che di bassa energia. Le facies subtidali di alta energia sono rappresentate da banchi costituiti da grainstone-mudstone, con matrice da assente a scarsa; i granuli sono di varia natura e possono essere costituiti da ooidi, peloidi, oncoidi oltre che da bioclasti quali frammenti di alghe e bivalvi e articoli di echinodermi, con rari coralli. Le facies subtidali di bassa energia sono invece dominate dalla presenza di micrite, con un contenuto di granuli variabile. Le facies intertidali e sopratidali contengono strutture sedimentarie quali stromatoliti con fenestre tabulari o banchi di

grainstone con piccole cavità globose riempite da calcite spatica.

*(Ciarapica, 1994)*

Il Calcare Massiccio è frequentemente organizzato in cicli plurimetrici, formati da un'unità massiva inferiore seguita da un'unità inter-sopratidale a stromatoliti e fenestre.

Le bancate di questa formazione subirono ripetuti e prolungati periodi di esposizione subaerea, come dimostrato dalla presenza di pisoidi vadosi e sistemi di cavità paleocarsiche di dimensioni da millimetriche a metriche.

Il Calcare Massiccio è frequentemente attraversato da sistemi di filoni sedimentari, il cui riempimento talvolta può essere databile *(Ciarapica, 1994)*. L'ambiente deposizionale del Calcare Massiccio è paragonabile a quello dell'arcipelago delle Bahamas: ampie lagune carbonatiche di acqua bassa, piane tidali protette ed aree marginali con barre oolitiche e bioclastiche, con sistemi di isolotti e, localmente, con reef a coralli e alghe. Questa formazione sembra presentare un andamento regressivo nella parte inferiore e un andamento trasgressivo nella parte superiore. *(Ciarapica, 1994)*.

Lo spessore del Calcare Massiccio è attestato ad un valore di circa 700 m, ma è difficilmente valutabile in quanto, almeno nell'Appennino Umbro-Marchigiano, la sua base affiora troppo raramente: il passaggio tra il Calcare e la sottostante Formazione del Monte Cetona infatti è raramente visibile. Verso l'alto il Calcare Massiccio passa alla Corniola nelle serie complete e alla Formazione del Bugarone nelle serie condensate.

Nello specifico, il Calcare Massiccio dell'area umbro-marchigiana è stato suddiviso in più unità litostratigrafiche di rango inferiore: il "Calcare Massiccio del Monte Nerone" (che racchiude le unità "Calcare Massiccio A" e "Calcare Massiccio B") e il "Calcare

Massiccio del Burano” (che corrisponde all’unità “Calcare Massiccio C”). (Petti *et al.*, 2002).

Il Calcare Massiccio del Monte Nerone è costituito generalmente da calcari di color nocciola, in bancate di spessore di circa 2 m, costituiti da grainstone-packstone con piccoli oncoidi e peloidi in quantità variabile. La micrite aumenta nella porzione superiore dell’unità. Lo spessore di questo membro è generalmente variabile dai 10 ai 30 m. L’età della base di questo membro è incerta, il tetto è vincolato al ritrovamento di Ammoniti della Zona a *ibex* nella formazione sovrastante (Carixiano, sottopiano basale del Pliensbachiano, Giurassico Inferiore) (Morettini *et al.*, 2002).

Il calcare massiccio del Burano è caratterizzato da calcari massivi (packstone e wackestone micritici, localmente grainstone) in bancate di spessori da 4-5 m, di colore biancastro o nocciola, contenenti oncoidi e peloidi. Questa facies è riferibile all’intervallo Hettangiano-Sinemuriano Inferiore.

Il calcare massiccio della nostra successione d’interesse è di tipo A, o monte Nerone.



Fig.3: Parete di Calcare Massiccio in Cava Gola della Rosa

## 2. MATERIALI E METODI

### 2.1 Lunghezza serie e numero campioni

E' stato misurato un log rappresentativo in una successione di calcare massiccio nella Cava Gola della Rossa, in località Serra San Quirico. La nostra successione d'interesse ha una lunghezza di circa 10,40 metri ed il metro 0 è collocato subito a sinistra dell'ingresso del tunnel in cava.



Fig.4: panoramica della successione di Calcare Massiccio rilevata.

Gli strumenti di cui ci siamo serviti per lo studio di quest'area sono quelli tipici del geologo di campagna: cordella metrica, bussola, martello e quaderno di campagna.

Dalla successione sopracitata abbiamo prelevato campioni rappresentativi per ogni facies incontrata, per un totale di 16 campioni.

### 2.2 Tecniche utilizzate in campagna e sezioni sottili

La successione è stata misurata lungo la base di una parete di cava ora inattiva; sono stati raccolti campioni ad ogni passaggio litologico principale. Sono stati raccolti 16 campioni orientati rappresentativi

delle litofacies osservate in campagna, che sono stati siglati GDR 1 - GDR 16. I campioni raccolti sono stati preparati come sezioni sottili presso i laboratori del Dipartimento di Geoscienze, Università di Padova.

I campioni sono stati pertanto tagliati in “chip” delle dimensioni di circa 40x25x10 mm, spianati, lappati e lavati sulla superficie scelta per la sezione. Alcuni campioni sono stati precedentemente consolidati. I chip lucidati sono stati incollati su vetrino e ridotti allo spessore standard di 30  $\mu\text{m}$ .



### 3. DATI

#### 3.2 Sezione Stratigrafica

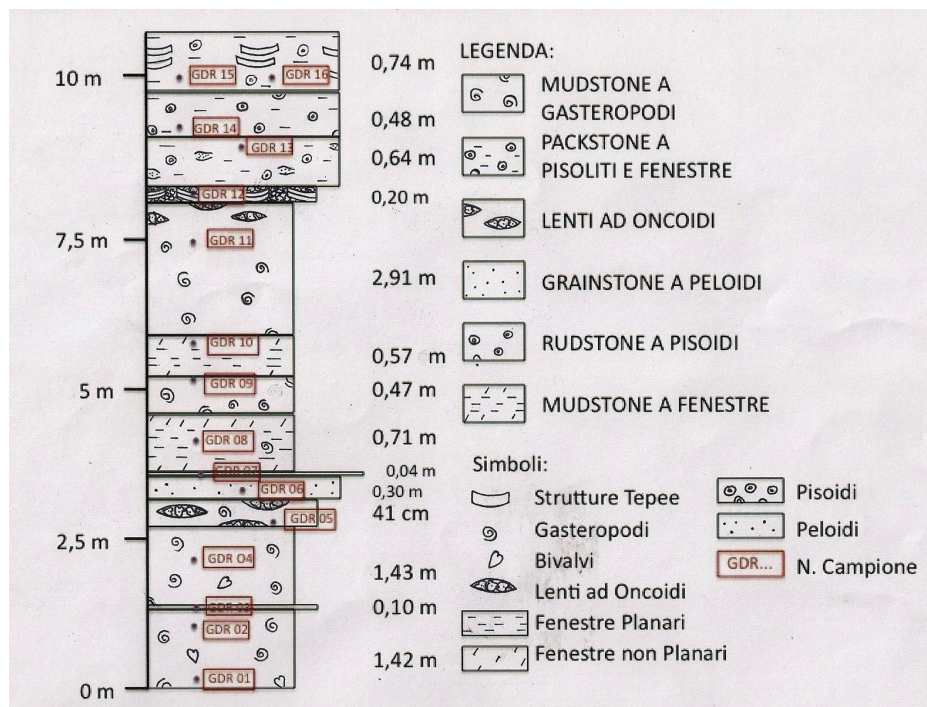


Fig.5: Sezione stratigrafica parete Cava Gola della Rossa

#### 3.2 Descrizione delle Facies riconosciute.

La successione studiata risulta composta dall'alternanza di 6 facies principali:

FACIES	DESCRIZIONE
Mudstone a Gasteropodi (MG)	Calcare fine a gasteropodi abbastanza rari e rari bivalvi. Colore chiaro. Presenza di cavità centimetriche. Bioturbazioni numerose.

Packstone a Pisoliti e Fenestre (PPF)	Packstone/Grainstone a peloidi e fenestre planari talvolta laminato. Colore molto scuro. Cavità riempite di mudstone ad oncoidi, pisoidi, gasteropodi e matrice di fango.
Lenti ad Oncoidi (PLO)	Packstone (o wackestone) a gasteropodi con lenti di oncoidi. Colore chiaro.
Grainstone a Peloidi (GPL)	Grainstone con intraclasti. Colore molto scuro.
Rudstone a Pisoidi (RP)	Rudstone con presenza di fenestre planari. Colore chiaro.
Mudstone a Fenestre (MF)	Mudstone con fenestre planari abbastanza regolari nel mezzo dello strato, più irregolari al tetto e al letto. Presenza di rari molluschi. Colore abbastanza chiaro.

Fig.6: Tabella delle facies nella sezione stratigrafica di Cava Gola della Rossa.

- ***Mudstone a Gasteropodi (MG)***: litologia a granulometria fine e di aspetto massivo, presenta numerose tracce di bioturbazione millimetriche e riempite da cemento. Gli spessori vanno da mezzo metro a quasi tre metri, i contatti con gli stati sovrastanti possono essere graduali o marcati da un giunto stilolitico. Una bancata di circa 3 metri di spessore si differenzia leggermente rispetto alle altre perché meno diagenizzata del mudstone iniziale e negli ultimi 10-15 cm contiene sottili lenti ad oncoidi. Sono presenti spesso gasteropodi turricolati di dimensioni centimetriche.

- ***Packstone a Pisoliti e Fenestre (PPF)***: gli strati di questa facies sono spessi da 10 cm a 74 cm e sono talora laminati, e caratterizzati da presenza di peloidi e fenestre planari. Al tetto della successione, il limite tra i tre strati a PPF è graduale e non ben definito: possono essere presenti anche cavità di forma irregolare di dimensioni centimetriche bordate da calcite cristallina e allungate lungo la stratificazione. Sono presenti strutture a tepee. Si osservano anche gasteropodi di piccole dimensioni.

- ***Lenti ad Oncoidi (PLO)***: corpi discontinui di spessore abbastanza ridotto (fino a 40 cm), sono intercalati all'interno di strati di mudstone a gasteropodi e grainstone a peloidi.

- ***Grainstone a Peloidi (GPL)***: uno strato unico dello spessore di circa 30 cm, contiene abbondanti intraclasti e peloidi, è evidente in campagna per il colore molto scuro.

- ***Rudstone a Pisoidi (RP)***: costituisce un strato di circa 4 cm di rudstone con fenestre planari. Il limite con il sottostante GPL è netto ma non primario, marcato da una cataclasite sottile.

- ***Mudstone a Fenestre (MF)***: Costituisce strati di ca. 60-70 cm di mudstone con lenti di grainstone; le fenestre planari sono chiaramente visibili solo al tetto degli strati. Il limite con le facies al letto è graduale mentre il limite di tetto è netto.



Fig.7: Panoramica della successione del Calcare Massiccio a Cava Gola della Rossa.

## 4. DISCUSSIONE

### 4.1 Ambiente Deposizionale

Secondo *Passeri e Venturi (2005)* l'ambiente deposizionale del Calcare Massiccio è riferibile ad una piattaforma carbonatica con i seguenti subambienti:

- pianie tidali di bassa e di alta energia, caratterizzate da tappeti algali con fenestrate nelle zone tidali, canali di marea con oncoidi e da porzioni sopratidali ricche di pisoliti vadose;
- lagune fangose di bassa energia, rappresentate da banchi massivi bioturbati;
- shoal oolitici, di alta energia, prevalentemente presenti nella parte bassa e a volte in quella superiore.

L'interpretazione delle facies rilevate in Cava Gola della Rossa ci permette di confermare questo quadro, anche se non tutte le associazioni di facies riconosciute in letteratura sono presenti nel nostro caso. La successione studiata è di tipo peritidale, cioè una successione di cicli sedimentari che presentano al letto rocce marine bioturbate e terminano al tetto con facies sopratidali quali stromatoliti piano – parallele, letti di pisoidi e strutture a tepee.

Ogni ciclo sedimentario peritidale di Cava Gola della Rossa inizia con uno spesso intervallo subtidale, rappresentato dalla facies dei Mudstone a Gasteropodi. Tali intervalli, i più spessi del ciclo peritidale, sono interpretati come subtidali per la presenza di fossili marini, la bioturbazione diffusa e la generale assenza di strutture di emersione e/o disseccamento. La presenza ubiquitaria di carbonato fine indica un ambiente di bassa energia, probabilmente una laguna carbonatica.

Intervalli subtidali a maggiore energia dell'ambiente sono rappresentati dalle lenti a oncoidi intercalate ai mudstone, che si sono depositi probabilmente durante eventi di tempesta o in corrispondenza di reef-gap nella porzione distale della laguna. Le strutture piu' rappresentative degli intervalli sopratidali dei cicli sedimentari sono le seguenti:

- Stromatoliti

Le stromatoliti possono essere definite come strutture a laminazione interna sottile, piano-parallela o convessa. Sono strutture organico-sedimentarie, prodotte dall'intrappolamento e/o dalla precipitazione di sedimenti come risultato della crescita e delle attività metaboliche di microrganismi. La preservazione di laminazioni stromatolitiche piano-parallele è possibile, negli ambienti attuali, solamente sulla piana sopratidale. (*Demicco e Hardie, 1994*)



Fig.8: Evidenza di stromatolite in mudstone a fenestre

## - Fenestrae

Le fenestrae sono definite come cavità primarie o penecontemporanee, più spaziose di un interstizio grano-sostenuto. Una fenestra può essere uno spazio aperto nella roccia, o può essere completamente o parzialmente riempita da sedimento o cemento introdotti in un secondo momento. La caratteristica distintiva delle fenestrae è data dal fatto che gli spazi non hanno apparente supporto nella struttura primaria dei granuli che compongono il sedimento. Sono generalmente strutture a scala millimetrica, le fenestrae planari misurano qualche millimetro in altezza e qualche decina di millimetri in lunghezza. Nella successione di Cava Gola della Rossa sono molto comuni in grainstone a peloidi ed intraclasti.

Le fenestrae laminoidali sono poligenetiche, e devono essere interpretate con attenzione: generalmente comunque sono generate per disseccamento. Un'altra genesi comune è quella che ipotizza l'origine delle fenestrae da uno stampo di un tappeto di cianobatteri sepolti dal sedimento.

Le fenestrae sono molto comuni in grainstone carbonatici.

Esperimenti condotti da Shinn e Robbin (1977) dimostrano che le fenestrae vengono obliterate dalla compattazione: ciò significa che quando sono preservate, i sedimenti ospitanti erano già stati cementati prima del seppellimento. La presenza di fenestrae planari indica esposizione subaerea. (*Demicco e Hardie, 1994*)



Fig.9: Fenestre Planari in Mudstone



#### - Struttura a Tepee

Il termine struttura a tepee venne introdotto da Adams e Frenzel (1950) per riferirsi a strutture deformative antiformali osservate nei carbonati del Permian Carlsbad Group nelle Guadalupe Mountains (Texas, New Mexico). Assereto e Kendal (1977) ripresero il termine per indicare simili strutture antiformali osservate in moderni depositi peritidali; inoltre utilizzarono il termine di "tepee peritidali" per quelle strutture a tepee in depositi antichi che mostravano evidenze di formazione in contesto peritidale. Le strutture a tepee formano una rete di creste arcuate lungo fratture poligonali in una crosta cementata superficiale. La dimensione di semplici strutture a tepee può essere variabile, la distanza tra due creste antiformali può variare da qualche decina di centimetri a qualche decina di metri (e lo stesso vale per la sua estensione verticale) (*Demicco e Hardie, 1994*). Le strutture tepee da noi osservate presentano creste antiformali con distanze dell'ordine di alcuni metri, e intorno ai dieci centimetri di estensione verticale. Come osservato anche da *Assereto e Kendall (1977)*, inoltre, le creste dei tepee sono troncate da superfici piane di erosione.

Le strutture a tepee si formano in ambienti sopralitorali e richiedono una tavola d'acqua poco profonda e, verso l'alto, la risalita capillare di acqua sotterranea soprassatura nella zona vadosa. Questa risalita capillare avviene in clima arido per evaporazione delle acque superficiali e loro sostituzione da parte di quelle sotterranee (*evaporative pumping*); per questa ragione i tepee richiedono per formarsi un clima arido. *Hardie et al. (1994)* interpretano le strutture a tepee come indicatori di esposizione subaerea per periodi lunghi, decine di migliaia di anni..

Gli intervalli superiori dei cicli sedimentari di Cava Gola della Rossa contengono stromatoliti planari, fenestrate planari e strutture a tepee e

sono pertanto interpretati come depositi di piana sopratidale in una piattaforma carbonatica di clima arido, probabilmente tropicale o subtropicale. Questa interpretazione è in accordo con quella di (*Passeri e Venturi, 2005*).



Fig. 10: Strutture a tepee che deformano Packstone laminati (di colore scuro nella foto).

## 4.2 Considerazioni sulla ciclicità

Il Calcarea Massiccio di Cava Gola della Rossa pertanto è costituito da una successione di cicli peritidali. Tutte le successioni peritidali sono date da ripetizioni di facies (cicli sedimentari): nel nostro caso le facies che si alternano sono date da una facies bioturbata e massiva, rappresentativa di ambiente subtidale e intertidale, e una laminata con stromatoliti, rappresentativa di ambiente sopratidale. In affioramento questa alternanza di facies è resa molto evidente dalla diversa colorazione degli strati massivi e bioturbati, depositi in ambiente subtidale, che sono più chiari, e degli strati di ambiente sopratidale che sono più scuri. Le alternanze di colore sulla parete della cava, che copre circa 300 metri di successione nel Calcarea Massiccio, possono quindi venire interpretate come alternanze di facies in cicli carbonatici

peritidali. Ogni ciclo peritidale è dato da uno strato a colore chiaro, subtidale, e di uno a colore scuro, sopratidale.

## BIBLIOGRAFIA

- Demicco, R.V., Hardie, L.A., 1994, Sedimentary Structures and Early Diagenetic Features of Shallow Marine Carbonate Deposits, SEPM Atlas Series Number 1, 265 p., Oklahoma(U.S.A)
- Shinn, E.A., and Robbin, D.M., 1983, Mechanical and chemical compaction in fine-grained shallow-water limestones: *Journal of Sedimentary Petrology*, v.53, p. 596-618
- Adams, J.E., and Frenzel, N.H., 1950, Capitan Barrier Reef, Texas and New Mexico: *Journal of Geology*, v.58, p. 289-312
- Assereto, R.L., and Kendall, C.G.St.C., 1977, Nature, origin and classification of periti dal tepee structures and related breccias: *Sedimentology*, v.24, p.153-210
- Passeri, L., 1994, Appenino Umbro-Marchigiano. Guide Geologiche Regionali, Società Geologica Italiana e BE-MA Editrice, 301 p., Milano
- Morettini, E., Santantonio, M., Bartolini, A., Cecca, F., Baumgartner, P.O. & Hunziker, J.C., 2002, Carbon isotope Stratigraphy and carbonate productivity during the Early-Middle Jurassic: examples from the Umbria-Marche-Sabina Apennines (Central Italy), *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, v. 184, pp. 251-273
- Passeri, L. e Venturi, F., 2005, Timing and causes of drowning of the Calcare Massiccio platform in Northern Apennines, *Boll. Soc. Geol. It*, v. 124, p. 247-258

<http://www.isprambiente.gov.it/files/pubblicazioni/periodicitecnici/quaderni-sgi/quaderno7fasc6/quad-7-vi-calcare-massiccio.pdf>

## Ringraziamenti

Alla mia famiglia, che mi ha sempre sostenuto e ha sempre creduto in me; al professor Nereo Preto, fondamentale per lo svolgimento di questa tesi; al dottor Sandro Montanari, per la disponibilità e l'accoglienza a Col di Gioco; e a tutti coloro con cui ho condiviso questi quattro anni.

E poi...

Al team sbronzata che ha fatto di tutto per non farmi laureare; a villa morabbito e al vicino dalla bestemmia facile; alla polizia in caddy, alle dreher e al tavernello; al bar dei nani e al brutti sporchi e scarpe rotte; al protoattinio; a gambadilegno; alla maggica e ad olimpia; al civis che mi ha fatto rendere conto che “noialtri studiamo le piere”; ad Enzo, per le tagliatelle dietetiche; a corso, cane ubriacone; alle birrette da 0,25 e i 10 euro per tre bottiglie di vino; al ciondolo, grande assente, e a ferro, che mi ha fatto scegliere geologia per abbandonarmi dopo appena 10 crediti; a quel crucco di Simon e quel tiranno di Tommi, senza i quali non mi sarei mai laureato; a Carlone, per polpacci e bettoniere; a Fede Simoni, amico dal primo giorno; a Fede Baldan, che sarebbe troppo facile citare per la bestemmia creativa, lo ringrazio quindi perché senza di lui starei ancora studiando chimica; a Gaspare, ultras pervertito; ad Andre, per l'appartamento negli interminabili ripassi pre-esame; a Giorgia, per Ruben, il chan luu(!?) e le all star rosa; a Marta per i “domani non lo provo, tanto non so niente”; ad Ale, che fa di tutto per non laurearsi mai; a Mene, uomo GIS; a Vale e Patrick, per la cassa di birra giornaliera; a Simone e il suo compagno di merende Billy; a Leo, per il quaderno del venti agosto; a Franz, per la “porta che cigola”.

