

IL CARSO TRIESTINO: NOTE GEOLOGICHE E STRATIGRAFICHE °

Franco Cucchi *, Nevio Pugliese **, Furio Ulcigrai ***

GEOLOGIA

Dal punto di vista strutturale il Carso triestino fa parte di una vasta unità che, in accordo con le definizioni date da PLACER (1981) nel lavoro sulla struttura geologica della Slovenia sudoccidentale, è definita "piattaforma di Komen (Comeno)". Tale piattaforma si estende dalla sinistra orografica del F. Vipacco al Golfo di Trieste e dalla pianura isontina a Il. Bistrica. Con altre due unità, "la piattaforma di Koper (Capodistria)" e più a Sud la "struttura embriciata della Cicarija (Ciceria)", la piattaforma di Comeno compone un "complesso parautoctono" che risulta sovrascorso sull'"autoctono istriano" ubicato più a Sud-Ovest. Tutte queste Unità hanno andamento dinarico, allungate come sono in direzione NW-SE e con le strutture tettoniche (assi di pieghe, giaciture, faglie) orientate preferenzialmente secondo tale direzione (Fig. 1).

Più a settentrione l'assetto strutturale della regione slovena è caratterizzato da numerose unità che fanno parte di un "complesso alloctono" che risulta a sua volta sovrascorso in maniera articolata proprio sulla piattaforma di Comeno. Di questo alloctono fanno parte i sovrascorrimenti di "Trnovo" e di "Hrusica" e la "piattaforma di Sneznik". Le linee tettoniche note come "faglia di Bistrica", "sovrascorrimento del M. Nanos" e

* Istituto di Geografia e Oceanografia, Università di Messina

** Istituto di Geologia, Paleontologia e Geografia, Università di Parma

*** Istituto di Geologia e Paleontologia, Università di Trieste

° Queste note sono anche frutto delle ricerche svolte dagli Autori nei rispettivi programmi di ricerca:

- Contributo C.N.R. 86.00721.06 "Modelli palinspastici e crostali del sistema Alpi-Apennino", Project Leader A. Castellarin, Resp. Locale F. Cucchi;
- M.P.I. 40% "Tettonica sinsedimentaria mesozoica e rapporti con il magmatismo", Coord. Centr. B. D'Argenio, Resp. Loc. N. Pugliese (attualmente M. Masoli);
- M.P.I. 60% "Il carsismo nella regione Friuli-Venezia Giulia", Resp. F. Ulcigrai.

“sovrascorrimento della Selva di Tarnova” separano il complesso alloctono settentrionale da quello parautoctono meridionale. Allo stesso modo, “la faglia di Buia” separa quest’ultimo dall’autoctono istriano ubicato ancora più a Sud.

Nel complesso parautoctono, le due piattaforme di Comeno e di Capodistria sono separate da una struttura ad embrici (faglie e sovrascorrimenti) ben distinguibile verso Sud-Est (tanto da delimitare un’unità, quella della Ciceria) e che probabilmente prosegue nel sottosuolo del Golfo di Trieste e della pianura dell’Isonzo (“Linea di Palmanova”), anche se allo stato attuale le sue caratteristiche sono solo ipotizzate.

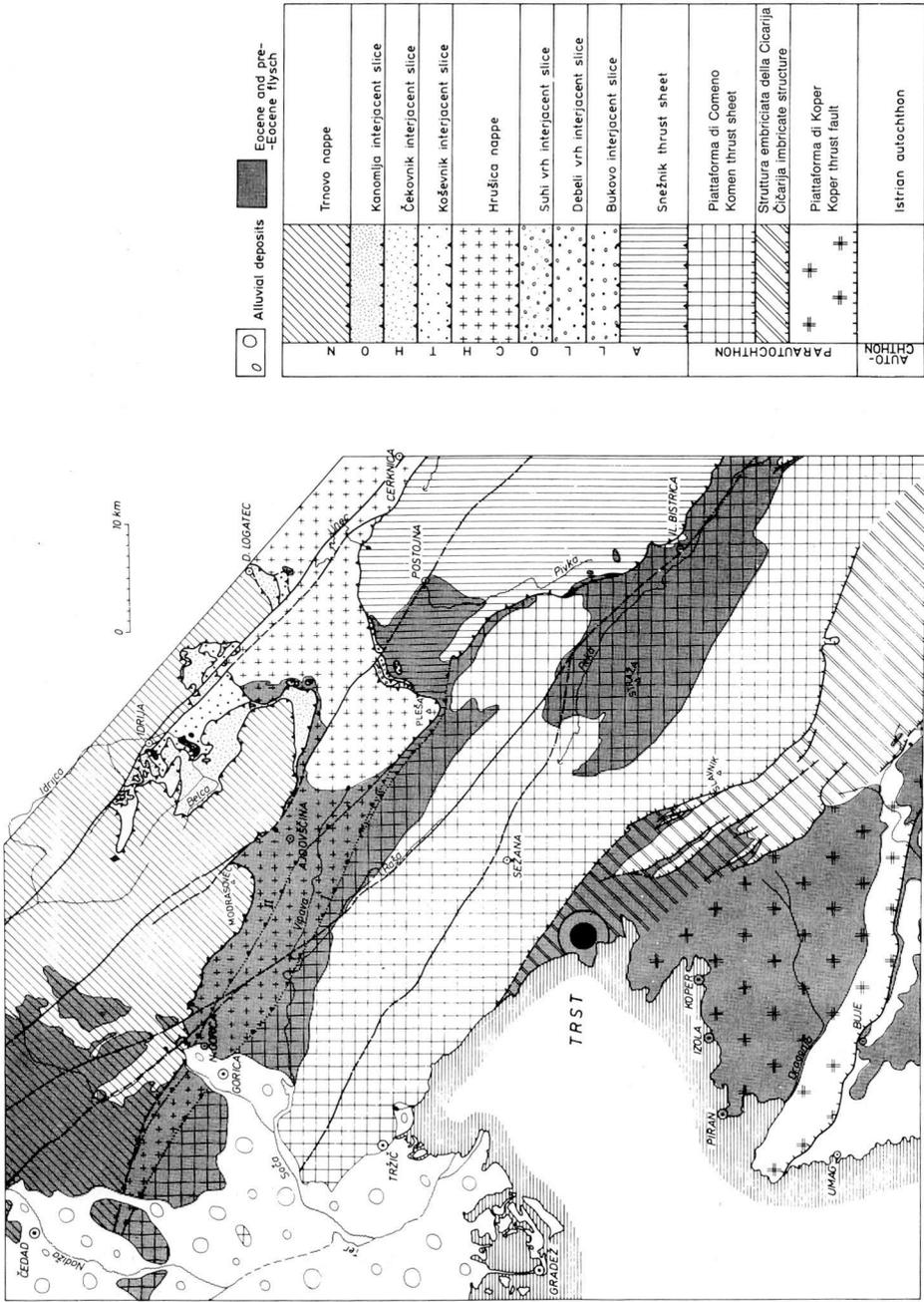
La piattaforma di Comeno è interessata da una serie di elementi tettonici plicativi e disgiuntivi minori, che in senso longitudine e trasversale complicano l’assetto generale. A grandi linee, essa è caratterizzata da una blanda anticlinale, l’“anticlinale del Basso Carso”, ad asse prevalentemente NW-SE passante indicativamente per Doberdò, Goriano, Sesana, M. Straza. L’asse ruota e si immerge verso Ovest nel settore monfalconese, ha ondulazioni e leggere rotazioni nel settore di Sesana, si immerge verso Est nel settore del M. Straza.

Dal punto di vista litologico, la piattaforma è costituita da una potentissima successione di rocce prevalentemente carbonatiche, di età compresa tra il Triassico (zona di radice) e l’Eocene (tetto), sovrastata da una potente successione clastica quarzoso-feldispato-calcareo terziaria (Flysch).

Due faglie regionali (“Faglia della Rasa” e “Faglia di Divaca”) ad andamento NW-SE ed a carattere misto, inverso e debolmente trascorrente, sono presenti nel settore nordorientale; numerosi disturbi minori sono segnalati nella zona monfalconese (“faglia di M. Nero”, “faglie del Vallone”) e nella zona del Carso triestino (faglie di Duino e Sistiana, faglie di San Pelagio e Monrupino, faglie di M. Spaccato).

È da inserire, dal punto di vista tettonico-strutturale, nella struttura embriciata della Ciceria la Val Rosandra, a Nord-Est di Trieste, anche se ancora non sono noti nei dettagli carattere e ruolo delle numerose ed articolate linee tettoniche che interessano la Valle stessa e le modalità con cui queste si innestano verso SW. Va rilevato che nell’ambito del Carso triestino la Val Rosandra è l’unica area che presenta una struttura tettonica piuttosto complessa.

Il Carso triestino è il fianco meridionale di un’anticlinale debolmente asimmetrica con direzione assiale media NW-SE; detto fianco è caratterizzato da una flessura che verso SW presenta locali movimenti disgiuntivi. L’inclinazione degli strati ha valori medi compresi tra 10° e 30° verso Sud-



Legenda

Fig. 1 - Le Unità strutturali della Slovenia occidentale (da PLACER, 1981).
Tectonic regions of southwest Slovenia (from PLACER, 1981).

Ovest, mentre lungo il margine dell'altopiano, nelle zone di Duino e Monte Grisa, gli strati diventano subverticali e, talora, rovesciati. L'asse dell'anticlinale ruota debolmente in senso antiorario nella zona Monrupino-Basovizza, dove sono presenti alcune faglie trascorrenti con deboli rigetti orizzontali e verticali. Questa rotazione è accompagnata da una parallela rotazione della direzione delle giaciture e da una serie di blande ondulazioni che preludono verso Sud-Est alle complicazioni plicative e disgiuntive della Val Rosandra e della zona di Pese (Fig. 2).

Fenomeni disgiuntivi sono presenti, come accennato innanzi, anche in altri settori del Carso triestino come l'area di San Pelagio, la zona costiera di Duino e Sistiana. In particolare in quest'ultima località la presenza di limitati affioramenti di litotipi flyschoidi a contatto sicuramente tettonico con litotipi calcarei e la generale immersione a reggipoggio del Flysch nel settore della costiera triestina (CUCCHI, 1987; CARULLI & CUCCHI, 1989) consentono di provare l'esistenza di un sovrascorrimento della piattaforma del Carso (e quindi dell'unità di Comeno) sulla piattaforma di Capodistria. Si può così confermare l'ipotesi del prolungamento della struttura embriicata della Ciceria, presente più a Sud-Est, verso Nord-Ovest tramite la "linea di Palmanova". Tale linea tettonica è stata ben individuata nel basamento roccioso della pianura friulano-isontina fra Udine e Palmanova da terebrazioni ed indagini sismiche e proseguirebbe al disotto di Monfalcone in base a considerazioni morfologiche e sedimentologiche e ai recenti risultati di indagini geoelettriche svolte a fini idrologici (BERLASSO & CUCCHI, 1989).

Tuttavia la "linea Golfo di Panzano-Baia di Muggia" [quella che Autori jugoslavi (PLÁCER, 1981; HABIC, 1983) definiscono "faglia di Trieste"] ha un andamento sicuramente irregolare, e la sua unicità ed il suo inserimento nei sovrascorrimenti della Ciceria sono ancora da definire.

SUCCESSIONE STRATIGRAFICA

Nel Carso triestino affiorano litotipi carbonatici (calcarei e, subordinatamente, dolomie e breccie) classificati in Membri informali, compresi nella "Formazione dei calcari del Carso Triestino", anch'essa al momento informale e provvisoria (CUCCHI, PIRINI RADRIZZANI & PUGLIESE, 1987). Comunque i diversi Membri e i litotipi caratteristici sono i seguenti, descritti dai termini più antichi a quelli più recenti (Fig. 3a-3b):

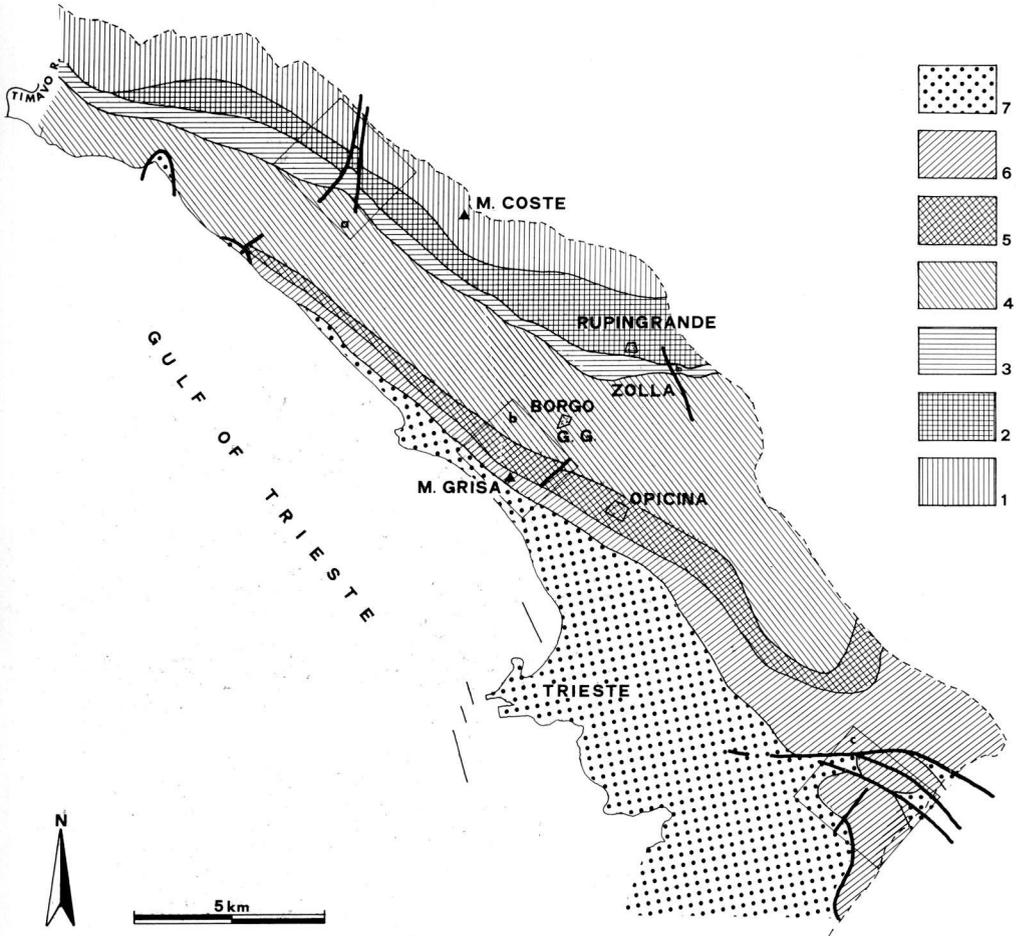


Fig. 2 - Carta geologica semplificata del Carso triestino; 1: Membro di Monte Coste; 2: Membro di Rupingrande; 3: Membro di Zolla; 4: Membro di Borgo Grotta Gigante; 5: Membro di Monte Grisa; 6: Membro di Opicina; 7: Flysch. (da CUCCHI, PIRINI, PUGLIESE, 1987).
 Simplified geological map of the Trieste Karst area; 1: Monte Coste Mbr; 2: Rupingrande Mbr; 3: Zolla Mbr; 4: Borgo Grotta Gigante Mbr; 5: Monte Grisa Mbr; 6: Opicina Mbr; 7: Flysch. (from CUCCHI, PIRINI, PUGLIESE, 1987).

| TRIESTE KARST LIMESTONE FORMATION | | | | MAIN LITHOFACIES | MAIN MICROFACIES |
|-----------------------------------|---------------------|---|----------------|---|--|
| FM. | Thickness in meters |  | ? | thin marly and fine sandy interbeddings. | lithic sandstones marls with <i>Globigerinidae</i> and <i>Globorotalia</i> sp. |
| Fischh | |  | up to 300 | light or dark grey limestones, very fossiliferous (nummulitids and subordinate <i>Miliolidae</i> , alveolinitids); grey brownish marl limestones (upper part), sometimes cherty. | wackestones, grainstones with nummulitids, <i>Miliolidae</i> , and subordinately alveolinitids, <i>Oribolites complanatus</i> , <i>Discocyclina</i> sp.; topward mudstones, wackestones sometimes with <i>Globigerinidae</i> and <i>Globorotalia</i> sp. |
| O. Mbr | |  | up to 100 | Light or dark limestones, very fossiliferous (alveolinitids <i>Miliolidae</i> , subordinate nummulitids). | wackestones, packstones with alveolinitids, <i>Miliolidae</i> and subordinately <i>Corallinaceae</i> , nummulitids, corals |
| M.C. Mbr | |  | U.L. 30-100 | upper interval: grey, dark-grey, black limestones; very fossiliferous (<i>Dasycladaceae</i> , <i>Miliolidae</i> , gastropods, subordinate Corals). | mudstones, wackestones, sometimes packstones, with <i>Discorbidae</i> , <i>Miliolidae</i> , <i>Dasycladaceae</i> , gastropods; rare corals (upper part) |
| M.G. Mbr | |  | U.L. 90-380 | lower interval: dark grey, black limestones, sometimes bituminous and with reddish pigmentation; presence of fossiliferous levels (<i>Characeae</i> , gastropods), scattered slide breccia levels | mudstones, wackestones, rarely packstones, with <i>Characeae</i> , <i>Dasycladaceae</i> , <i>Discorbidae</i> and, subordinately, <i>Miliolidae</i> and ostracods; scattered presence of <i>Microcodium</i> |
| B.G.G. Mbr | |  | 300-1000 | grey limestones with abundant rudist fragments; rarely well-stratified black limestones; fossiliferous levels with radiolites, hippuritids and <i>Keramopharmina targetina</i> (upper part); scattered lenses of breccia bianco-toscana and presence of vadose oolites-pisoliths and <i>Microcodium</i> . | packstones, grainstones, rudstones, boundstones with rudists (broken, unbroken); interbedded mudstones, wackestones, floatstones with <i>Dryoclitina schumbergeri</i> , <i>Sensioina surentina</i> , <i>Rotorbina isarellai</i> , <i>Accordella conica</i> , <i>Keramopharmina targetina</i> (upper part), <i>Aeoliaceas koiori</i> , etc. |
| Z. Mbr | |  | U.L. 15-100 | dark grey, grey limestones sometimes with very abundant rudist fragments; very frequent fossiliferous levels (radiolites, rare hippuritids, <i>Chondrodonta</i> , <i>Neitha</i> gastropods and corals). At the bottom scattered interbeddings of limestone-dolostone. | packstones, grainstones, rudstones, boundstones with rudists (broken, unbroken); interbedded mudstones, wackestones, floatstones with <i>Aeoliaceas koiori</i> , <i>Thaumatoporella parvoeicifera</i> , <i>Textulariidae</i> , <i>Valulamma picardi</i> , <i>Moncharmontia apenninica</i> , <i>Ophthalmitidae</i> , <i>Miliolidae</i> and rudist fragments, etc. |
| R. Mbr | |  | U.L. 25-250 | upper interval: compact grey limestones. | mudstones, wackestones with <i>Pithonella</i> sp. pl., <i>Heterohelicidae</i> and ostracods; scattered rudist fragments |
| M.C. Mbr | |  | 220-600 | lower interval: dark or grey limestones; lower part with fossiliferous horizons (radiolites) and dolomitic or dedolomitic levels. | mudstones, wackestones, sometimes packstones, with <i>Nubeculariidae</i> , <i>Miliolidae</i> and ostracods; scattered rudist fragments |
| | |  | 220-600 | crystalline light grey dolostones, compact grey calcareous dolostones; frequent pockets of red-yellow micritic limestones and dedolomites. | ancoral or subehedral secondary dolomites, sometimes with residual micritic zones; extremely poor biofacies (gastropods, <i>Glomospira</i> sp.) |
| | |  | 220-600 | dolomitic monogenic/polygenic breccias; rare pockets of red-yellow micritic limestones and dedolomites. | dolomitic breccia (dolomitic clasts, clasts from Mt. Coste Mbr) |
| | |  | 100-370 | compact black and dark-grey limestones, frequently bituminous; lenses of dolostones and calcareous dolostones (lower part); lenses of calcareous monogenic/polygenic breccias (upper part). Frequent interbeddings limestone-dolostone, at the top. | mudstones, wackestones with <i>Textulariidae</i> , <i>Cuneolina</i> cf. <i>C. tenuis</i> and <i>C. campouarii</i> , <i>Sibaudia minuta</i> , <i>Debarra</i> sp., <i>Miliolidae</i> , <i>Ophthalmitidae</i> and <i>Thaumatoporella parvoeicifera</i> , etc. |

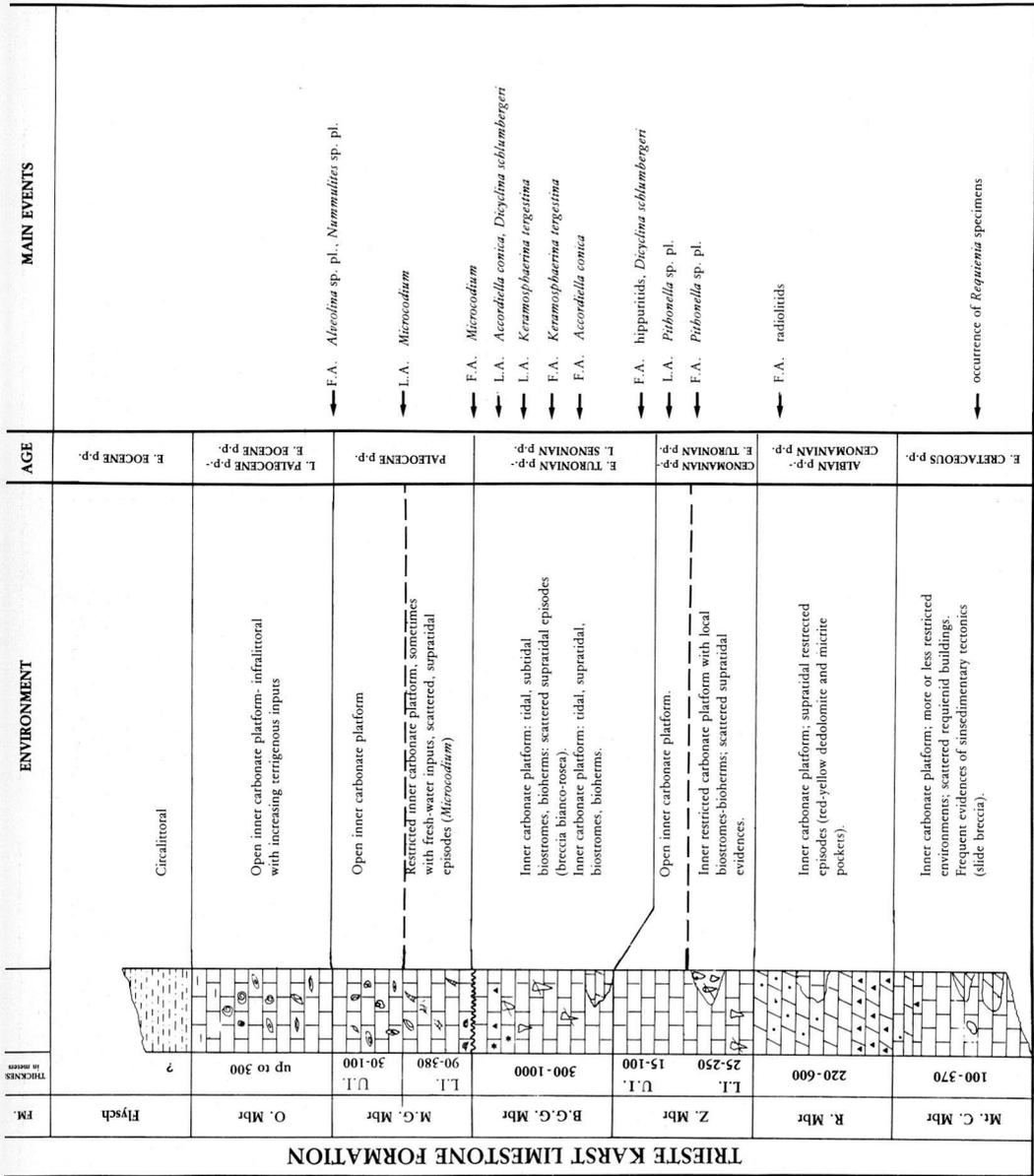


Fig. 3 - Successione stratigrafica del Carso triestino (da CUCCHI, PIRINI, PUGLIESE, 1987).
Stratigraphic sequence of the Karst of Trieste (from CUCCHI, PIRINI, PUGLIESE, 1987).

Fig. 3b

Membro di Monte Coste

Calcari nerastri e grigio-scuri, compatti, lastroidi, talora bituminosi, fetidi alla percussione, a frattura subconcoide; stratificazione netta con periodo da centimetrico a decimetrico. Nella parte media sono presenti evidenti livelli fossiliferi a *Requienia* poco potenti, più o meno continui. Al tetto sono presenti orizzonti di breccie monogeniche, con clasti nerastri angolosi da millimetrici a centimetrici in matrice grigia, ed alternanze calcareo-dolomitiche.

L'età è Cretacico inferiore partim; lo spessore da 300 m a 370 m.

A questi litotipi compete una carsificabilità da media a medio-alta. Nelle rocce del Membro si aprono numerose cavità e si sono formate numerose doline; dato che la stratificazione è netta e con periodo frequente l'area di affioramento è sede di carsismo diffuso, con morfologie in grande abbastanza dolci. Le doline sono subcircolari simmetriche, a fondo piatto e fianchi poco acclivi; frequenti sono le grize, rari i campi solcati e le piccole forme di corrosione; le cavità sono con morfologia accidentata.

Membro di Rupingrande

Dolomie grigio-chiare, cristalline, più o meno compatte; dolomie calcaree grigio-chiare; dolomie grigio-scure compatte con laminazioni nerastre piano-parallele o irregolari; dolomie nere cristalline a grana minuta, spesso fetide alla percussione. Frattura irregolare scheggiata; stratificazione netta a periodo solitamente decimetrico, talvolta metrico; scarsamente fossilifere (fantasmi di Gasteropodi). Presenti alla base livelli di breccie monogeniche e poligeniche con cemento dolomitico e clasti da dolomitici a dolomitico-calcarei, angolosi da millimetrici a decimetrici; le rocce sono più o meno compatte, a stratificazione spesso indistinta, talora a periodo da decimetrico a metrico. Al tetto sono presenti tasche di calcari micritici e dedolomiti rosso-giallastre che nell'area di Monrupino assumono carattere di litotipo prevalente (COLIZZA et Al., 1989).

L'Età è Albiano partim - Cenomaniano partim; lo spessore va da 300 m a 600 m.

A questo Membro, nel suo complesso, compete una carsificabilità molto bassa se non quasi nulla. I litotipi dolomitici sono poco solubili e danno spesso una coltre di alterazione superficiale sabbioso-terrosa. Alcune cavità e doline interessano peraltro l'areale di affioramento delle dolomie, tanto come forme ereditate quanto come forme impostatesi nei litotipi debolmente calcarei. Le doline sono poco profonde, dai fianchi acclivi e



Foto 1 - Dislocazioni trasversali alla sinclinale della Val Rosandra condizionano il profilo longitudinale della valle.

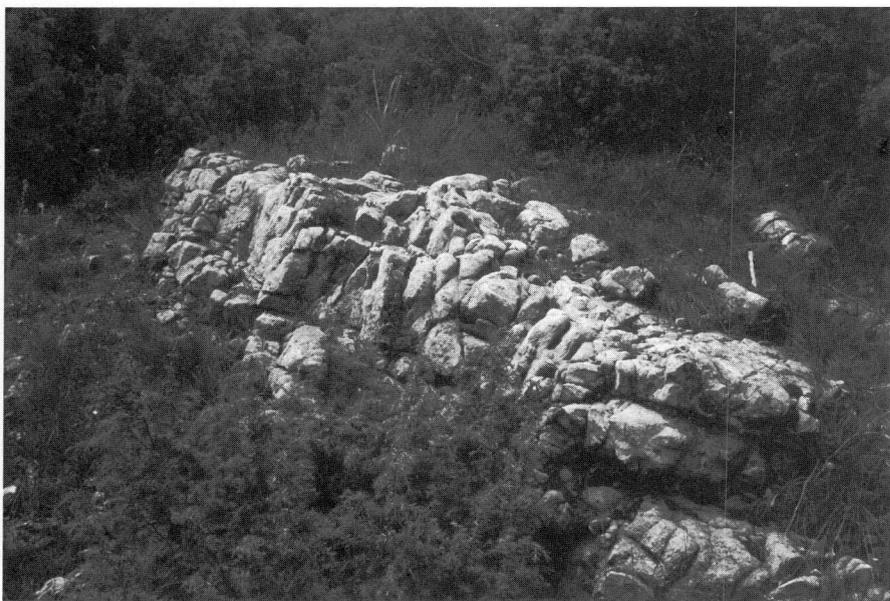


Foto 2 - Bancate dolomitiche del Membro di Rupingrande affioranti da terreni di copertura terrosodetritici fini.

fondo piatto, le piccole forme di corrosione sono praticamente assenti, le cavità hanno morfologie dissolutivo-erosive molto interessanti.

L'areale di affioramento del Membro caratterizza i fianchi meridionali dei rilievi collinari che bordano l'altopiano carsico verso Nord-Est, in corrispondenza dell'attuale confine di Stato.

Come "proposta di discussione" la genesi di questi rilievi, che delimitano in destra il "Solco di Aurisina", potrebbe essere attribuita più a diverso grado di solubilità che a vera e propria erosione da parte delle "paleofiumare" plioceniche.

Membro di Zolla

Calcari neri, passanti nella parte superiore del Membro a grigi, più o meno compatti, talora fetidi alla percussione; frattura da irregolare scheggiata a subconcoide; stratificazione netta a periodo decimetrico; presenti nella parte inferiore livelli fossiliferi (Radiolitidi), talora molto potenti, ed alternanze calcareo-dolomitiche.

L'età è Cenomaniano partim - Turoniano inferiore partim; lo spessore va da 30 m a 100 m.

Si tratta di un Membro cui compete complessivamente una carsificabilità da media a medio-bassa, anche in considerazione delle intercalazioni dolomitiche. Le doline, non numerose data la scarsa estensione degli affioramenti, sono di piccole dimensioni, poco profonde, dai fianchi poco acclivi. Le piccole forme di corrosione sono sviluppate solamente là dove affiorano i termini superiori francamente calcarei, compatti e a stratificazione decimetrico-metrica; abbondanti sono invece le grize. Le cavità tuttavia hanno morfologie prettamente dissolutive, anche alimentate come sono, vista la morfologia dell'altipiano, dai declivi poco carsificabili dei rilievi dolomitici.

Membro di Borgo Grotta Gigante

Calcari da grigio-chiari a nerastri, talora molto fossiliferi (Rudiste, intere e/o in frammenti, e Foraminiferi); stratificazione massiccia, spesso indistinta, con periodo da decimetrico a metrico; frattura scheggiata. Presenti frequenti variazioni verticali e laterali a calcari grigi più compatti, talora nero-lamellari. Nella parte inferiore vi sono frequenti livelli fossiliferi a *Chondrodonta*, *Neithea*, Acteonelle, Nerineidi, Coralli ed Echinidi. Ben rappresentate sono le Radiolitidi che già nella parte bassa del Membro sono associate a Hippuritidi. Nella parte media si riscontrano anche livelli e



Foto 3 - Campo solcato, affioramento di calcari del Membro di Borgo Grotta Gigante.

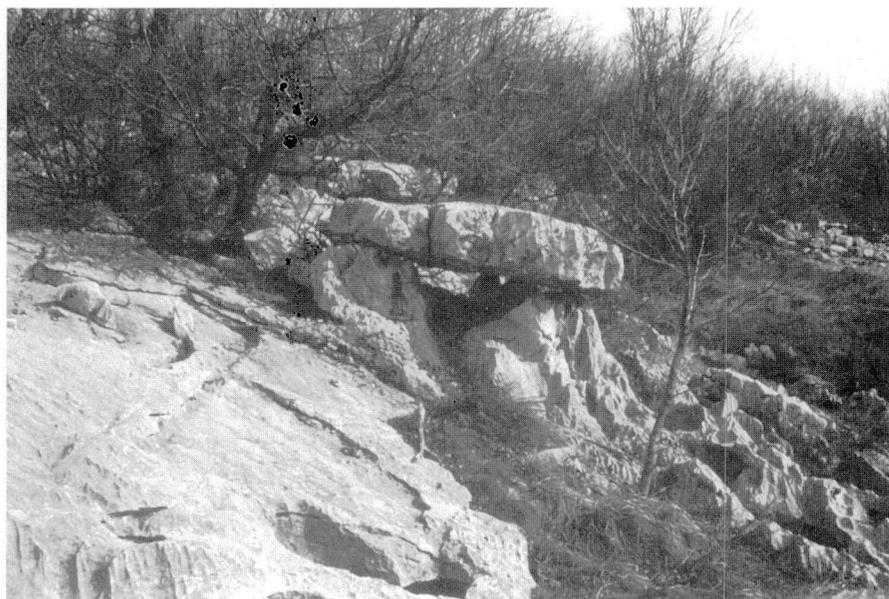


Foto 4 - Fungo e campi solcati intercalati a terreni di copertura terroso-detritici; affioramenti di calcari del Membro di Borgo Grotta Gigante.

lenti a megabrecce poligeniche, con clasti da millimetrici a metrici (Breccia di Slivia). Nella parte superiore sono presenti diffuse evidenze litologiche di fenomeni paleocarsici: lenti e livelli potenti da alcuni centimetri ad alcune decine di metri di brecce calcaree a cemento rossastro (breccia bianco-rosea); depositi calcitici (pisoliti, gours e colate) collegabili ai depositi di riempimento chimico di una o più paleocavità tardocretaciche (CUCCHI ET AL., 1987a; 1987b). Sempre nella parte alta sono presenti livelli fossiliferi a Macroforaminiferi (*Keramosphaerina tergestina*), talora potenti qualche decina di metri.

L'età è Turoniano inferiore partim - Senoniano superiore partim: è ipotizzato uno hiatus che dovrebbe abbracciare parte del Maastrichtiano e, forse, parte del Paleocene.

Lo spessore varia da 300 m a 1000 m.

È in questo Membro, affiorante nella zona centrale dell'altipiano del Carso, che si sviluppano i fenomeni carsici più importanti ed estesi. L'altissima carsificabilità giustifica le numerosissime doline ampie e profonde dalle diverse morfologie (a piatto, a ciotola, di crollo, dai fianchi acclivi, con terre rosse o detriti di fondo, ecc.) spesso coalescenti tanto da abbozzare ampie uvala, i campi solcati estesi e ricchi di tutte le piccole forme di corrosione possibili. Numerosissime le cavità, anche notevolmente sviluppate, con pozzi ampi e profondi, gallerie estese e varie caverne; sono veramente abbondanti tutte le diverse morfologie ipogee tanto dissolutive che di deposito.

Membro di Monte Grisa

Si riconoscono due intervalli: inferiore e superiore.

L'intervallo inferiore è caratterizzato da calcari neri e nerastri, fetidi alla percussione, talora fossiliferi (Alghe calcaree, tra cui *Dasycladaceae* e *Characeae*, Foraminiferi e Gasteropodi), più o meno compatti a stratificazione netta a periodo centimetrico-decimetrico e frattura subconcoide; sono presenti, talora, pigmentazioni rossastre.

L'intervallo superiore è invece caratterizzato da calcari neri e nerastri, talora grigi, fossiliferi (*Dasycladaceae*, Foraminiferi, tra cui *Miliolidae*, e Gasteropodi) a frattura da scheggiata a subconcoide; la stratificazione è netta, a periodo decimetrico.

L'età del Membro è Paleocene partim; lo spessore dell'intervallo inferiore varia da 90 m a 350 m, quello dell'intervallo superiore da 60 m a 95 m.

A questo Membro compete una carsificabilità variabile in funzione dei diversi litotipi che lo caratterizzano: medio-bassa nei termini inferiori, medio-alta in quelli superiori. Abbondanti e varie le forme carsiche superficiali in grande ed in piccolo oltre che quelle ipogee.

Membro di Opicina

Calcarei grigi compatti molto fossiliferi (Foraminiferi, tra cui Alveoline e Nummuliti, Gasteropodi ed Echinidi), a frattura da scheggiata a pseudoconcoide; nella parte alta compaiono calcari marnosi grigi e nocciola, con al tetto talora diffusi noduli di selce; la stratificazione è talora indistinta, talora netta con periodo da decimetrico a metrico.

L'età è Paleocene partim - Eocene inferiore partim; lo spessore va da 50 m a 450 m.

A questo Membro compete una carsificabilità media o medio-alta, evidenziata dalle numerose doline che in esso si aprono, dalle piccole forme di corrosione estesamente presenti, dalle profonde ed articolate cavità che in esso si sviluppano.

Il Membro di Opicina e quello di M. Grisa affiorano lungo il crinale sudoccidentale dell'altipiano, caratterizzato da una serie di deboli rilievi che bordano verso mare il "Solco di Aurisina". Sempre come "proposta di discussione" si potrebbe interpretare la presenza di questi rilievi anche come alti morfologici legati alla carsificabilità pur elevata dei Membri suddetti, ma minore di quella competente al Membro di Borgo Grotta Gigante, al diverso assetto strutturale (stratificazione più inclinata), al maggior innalzamento del crinale per tettonica recente legata al sovrascorrimento della "piattaforma di Comeno" su quella di "Koper" lungo la "faglia di Trieste" vergente Nord-Est.

CONSIDERAZIONI

La serie stratigrafica che caratterizza la Formazione dei calcari del Carso Triestino interessa un intervallo di tempo compreso tra il Cretacico inferiore partim e l'Eocene inferiore partim.

Durante questo intervallo l'evoluzione ambientale della piattaforma carbonatica è la seguente.

Si riconoscono inizialmente ambienti di piattaforma carbonatica interna a bassa energia di fondo, sovente caratterizzati da condizioni anossiche (calcarei neri e nerastri del Membro di M. Coste e dell'intervallo inferiore del Membro di Zolla), molto protetti, soggetti ad intensa evaporazione



Foto 5 - "Griza", affioramento di calcari a stratificazione centimetrica del Membro di M. Grisa.

(lenti e livelli dolomitici dei Membri di M. Coste e di Rupingrande) e a frequenti emersioni (tasche di depositi rossastri della parte alta del Membro di Rupingrande), talora con sedimentazione controllata dalla tettonica (slide-breccia del Membro di M. Coste e breccie del Membro di Rupingrande). Gli eventi biologici significativi sono due: la comparsa di esemplari di *Requienia*, costruttori di banchi organogeni nella parte media del Membro di M. Coste e quella delle Radiolitidi (parte alta del Membro di Rupingrande), responsabili di un'intensa attività biocostruttrice (patch-reefs dell'intervallo inferiore del Membro di Zolla).

Seguono ambienti di piattaforma carbonatica più aperta (calcarei grigi della parte superiore del Membro di Zolla), con diffusi e potenti depositi biohermali e biostromali legati allo sviluppo delle Rudiste s.s. (Radiolitidi e Hippuritidi) nel corpo dei calcari del Membro di Borgo Grotta Gigante.

Si instaurano quindi ambienti recifali soggetti a fasi di emersione e caratterizzati da diffusi processi di paleocarsismo (breccia bianco-rosea, depositi di paleocavità, ecc.) nella parte alta del Membro di Borgo Grotta Gigante.

Succedono ambienti protetti, nuovamente tendenti all'anossia (calcarei neri dell'intervallo inferiore del Membro di Monte Grisa), soggetti ad in-

fluenze di acqua dolce (orizzonti fossiliferi a Characeae), che si evolvono in ambienti di piattaforma carbonatica più aperta (calcarei ad Alge e *Miliolidae* dell'intervallo superiore del Membro di M. Grisa).

Chiudono la successione di eventi ambienti litorali e di piattaforma più aperta (calcarei ad Alveoline e Nummuliti del Membro di Opicina), soggetti nella parte alta ad influenze terrigene sempre più accentuate, fino all'annegamento ed alla rapida copertura flyschoidale.

Gli avvenimenti successivi alla sedimentazione, cioè le fasi essenzialmente compressive legate alle orogenesi alpina e dinarica, hanno comportato, in un periodo di tempo compreso tra 35 e 20 milioni di anni fa e, con movimenti più lenti, fino ad oggi, l'innalzamento, il piegamento e la dislocazione della successione carbonatica e flyschoidale. Numerose sono le evidenze di questi movimenti, anche se dall'emersione del Carso in poi (ultimi 20 milioni di anni circa), gli agenti atmosferici ed il mare hanno modellato variamente la superficie del Carso stesso.

BIBLIOGRAFIA

- BLASIG F. 1921: *Appunti di Geologia locale*. Alpi Giulie, 23, (4-6), 94-107, Trieste.
- BIGNOT G. 1972: *Recherches stratigraphiques sur les calcaires du Crétacé supérieur et de l'Eocène d'Istrie et dans les régions voisines. Essai de révision du Liburnien*. Trav. Lab. Micropal., Thèse, 1-353, Paris.
- CARULLI G. B. AND CAROBENE L. 1981: *Fogli 40A e 53A Trieste. Carta Tett. Alpi Merid. (alla scala 1:200000)*. Pubbl. 441, 8-13, P.F. Geodinamica (SP 5), C.N.R., Bologna.
- COLIZZA E., CUCCHI F. AND ULCIGRAI F. 1989: *Caratteristiche litologiche e strutturali del Membro di Rupingrande del Carso triestino*. Boll. Soc. Adriatica Scienze, vol. LXXI, 1989, 21° n.s., 29-46.
- COUSIN M. 1981: *Les rapports Alpes-Dinarides: les confins de l'Italie et de la Yougoslavie*. Soc. Géol. du Nord, n. 5, Thèse, (I v., 1-521; II v., 1-521), Villeneuve d'Ascq Cedex.
- CUCCHI F., FORTI P. AND FORTI P. 1983: *I paleodepositi di riempimento della "Grotta dell'Ultimo Dinosaurio"*. Atti e Memorie Comm. Grotte E. Boegan, vol. XXIII, 35-46.
- CUCCHI F. AND PUGLIESE N. 1984: *Fenomeni paleocarsici al passaggio Cretacico-Terziario nel Carso triestino*. St. trent. Sc. nat., vol. 5, Acta Geologica, 59-91.

- CUCCHI F., PIRINI RADRIZZANI C. AND PUGLIESE N. 1987: *The carbonate stratigraphic sequence of the Karst of Trieste (Italy)*. Mem. Soc. Geol. It., vol. XL -1987, 33-44.
- D'AMBROSI C. 1955: *Note illustrative della carta geologica delle Tre Venezie. Foglio "Trieste"*. Uff. Idrogr. Magistrato Acque Venezia, 1-85, Padova.
- D'AMBROSI C. 1961: *Sviluppo e caratteristiche geologiche della serie stratigrafica del Carso di Trieste*. Boll. Soc. Adriatica Scienze, 51, 39-58, Trieste.
- FINETTI I. 1984: *Struttura ed evoluzione della Microplacca adriatica*. Boll. Soc. Adriatica Scienze, 51, 39-58, Trieste.
- FORTI F. AND MASOLI M. 1969: *Comparazioni cronostratigrafiche delle formazioni carbonatiche del Carso Triestino*. Boll. Bibl. Mus. Civ. e Bienn. Arte Ant., 1-23, Udine.
- FORTI F. AND TOMMASINI T. 1967: *Una sezione geologica del Carso Triestino. Osservazioni di geomorfologia carsica in rapporto con la litostratigrafia e la tettonica eseguite lungo una sezione trasversale all'andamento assiale del Carso Triestino, dal Monte Lanaro a Cedas*. Atti e Memorie Comm. Grotte E. Boegan, 6, 43-139, Trieste.
- HABIC P. 1983: *Reliefne enote in strukturnice maticnega Krasa*. Acta Carsologica, XII/1, 1983 (1984).
- MARTINIS B. 1962: *Ricerche geologiche e paleontologiche sulla regione compresa fra il T. Iudrio e il F. Timavo*. Riv. Ital. Paleont. Strat., Mem. 8, 1-200, Milano.
- MASOLI M., FORTI F., PRIVILEGGI M. AND PUGLIESE N. 1978: *Il "Liburnico" nel Carso Triestino*. Atti e Memorie Comm. Grotte E. Boegan, 18, 19-50, Trieste.
- MORLOT VON A. 1848: *Über die geologischen Verhältnisse von Istrien*. Haidingers Naturwiss. Abh. B II, T II, 257-318, Wien.
- PLACER L. 1981: *Geologic structure of S.W. Slovenia*. Geologija, 24/1, 27-60, Ljubljana.
- STACHE G. 1864: *Die Eocän Gebilde in der Inner Krain und Istrien*. Jahrb. Geol. R.A., 14, Wien.
- STACHE G. 1889: *Die Liburnische Stufe und deren Grenz-Horizonte. Eine studie über die Schichtenfolgen der Cretacisch-Eocänen oder Protocänen Landbildungsperiode im bereiche der Küstenlander von Oesterreich-Ungarn*. Abh. K.K. Reichanst., 113, 1-170, Wien.