

Gianluca Ferrini<sup>1</sup>, Antonio Moretti<sup>1</sup>

## Riassunto

In Calabria i termini evaporitici si ritrovano o impilati all'interno dell'orogeno come elemento basale triassico delle sequenze mesozoiche o nei sedimenti alto-miocenici di avanarco.

Le zone interessate da carsismo su evaporiti sono quindi localizzabili nei gessi triassici della Catena Costiera oppure nelle sequenze messiniane del Bacino Crotonese e della stretta di Catanzaro/valle del Crati.

Nel primo caso le evaporiti triassiche sono conservate alla base della falda di Cetraro, affiorante nei pressi dell'omonimo paese, dove il carsismo si esplica con alcune cavità correlabili ad una paleolinea di costa databile al post-Tirreniano. Nel bacino crotonese si sviluppano importanti cavità nei gessi quali il sistema Grave Grubbo – Risorgiva di Vallone Cufalo che, con i suoi 2500 m totali di planimetrie, si attesta tra le maggiori cavità italiane. A questa estesa rete idrica sotterranea corrispondono in superficie estesi affioramenti di gesso-anidriti sede di importanti fenomeni dissolutivi epigei. Nella stretta di Catanzaro i fenomeni sono prevalentemente ipogei e rappresentati in prevalenza da una serie di trafori idrogeologici, attualmente attivi, scavati quasi interamente all'interno di banconi di gesso selenitico.

**Parole chiave:** carsismo, evaporiti, Triassico, Messiniano, speleologia, idrogeologia, stratigrafia, Arco Calabro, Italia.

## Abstract

*In the central Mediterranean area several important geodynamic events take place from Miocene to Pleistocene, leading to the formation of the Calabrian Arc, geologically referred as a fragment of the Cretaceous-Paleogene alpine chain and mainly constituted by Penninic, Ligurian and Austroalpine units, overthrust on the inner part of the future Apenninic chain, in Lower Miocene. The arc develops through Neogene - Quaternary tectonic phases recording, in the thick post-orogenic sequences of the forearc area, the Messinian salinity crisis.*

*In Calabria therefore the evaporitic terms are founded inside the orogenic sector of the chain as Triassic basal element of the Mesozoic sequences or in the Upper Miocene forearc sedimentary basins. The Catena Costiera, which borders the Tyrrhenian coast of Calabria, is geologically constituted by terrains of Apennine and Alpine derivation; among the several tectonic nappes the Cetraro Units is geometrically the lowest one and presents an alternation of dolostone and gypsum strata, with some caves of marine origin, in the small outcrops of Cetraro and Acquappesa. The dolomite-evaporitic member is generically dated to Triassic and its total thickness is about one hundred meters. The quite large caves are located at the base of a paleo sea-cliff referred as an ancient coastline generically dated to a post Tyrrhenian age. The Messinian evaporites outcropping area interested by karst landform is situated in the middle-northern sector of the Crotonese Basin; in this area stratigraphy studies lead to recognize and to map in the field six depositional sequences, covering a time span from Upper Miocene to Pleistocene. The surface macro-karst features in the Crotonese Basin are mainly represented by dolines, also of big size, and blind valleys scattered in an articulated relief characterized by closed depressions. The shape of the dolines is generally conical ("plate dolines") with regular inner slopes reworked by agricultural activity. Relatively to the underground features the speleological exploration of the area confirm the presence of caves as the Grave Grubbo system which, with its 2500 m of planimetry, is one of the greater Italian gypsum cavities..*

*The Stretta di Catanzaro is a morfo-structural depression extending from the gulf of Squillace to the gulf of S. Eufemia and geographically dividing in two sections the Calabrian Arc. The gypsum formation, generally covered by a thin soil layer, has been for a long time mined. The surface karst features are represented by solution dolines and scattered sinkholes; the superficial dissolution morphologies are poorly developed. The underground features are represented in prevalence by active hydrogeological tunnels; the cavities, dug entirely in selenitic chalk facies are in danger for the occurrence of landslide phenomena related to the high faulting rate of the karstified litological terms. The main underground element is the system of the Jizzi Cave which, with its 800m of galleries represents for planimetric development the 6<sup>th</sup> cavity of Calabria.*

*In middle Crati valley small gypsum and alabaster outcrops are present especially in the areas of Lattarico - S. Maria delle Grotte and of Lungro, where salt levels were mined at the beginning of the XX century. No caves are reported but many well developed sinkholes suggests the presence of dissolution cavities.*

**Key words:** gypsum karst, Triassic, Messinian, speleology, hydrogeology, stratigraphy, Calabrian Arc, Italy.

## Introduzione

Nel Mediterraneo centrale, dal Miocene medio in poi, si susseguono importanti eventi geodinamici (apertura ed "oceanizzazione" del Bacino Tirrenico, delimitazione di microplacche crostali associate ad un sistema termico e geochimico anomalo con presenza di relitti di crosta in rapida subduzione (DEWEY *et al.*, 1989; DALLA VEDOVA B. *et al.*, 1991; MANTOVANI B. *et al.*, 1992) che culminano con la formazione dell'Arco Calabro-Peloritano, geologicamente considerato come "un frammento della catena alpina cretaco-paleogenica, Europa-vergente, costituita da coltri penniniche, liguridi ed austroalpine, sovrascorse in toto, nel Miocene Inferiore, sulle unità più interne della futura catena appenninica, neogenica ed Africa-vergente" (SCANDONE P. *et al.*, 1974). L'arco, che termina di evidenziarsi come elemento morfo-strutturale nel Tortoniano sup., precedentemente all'inizio dell'espansione del mare Tirreno, si evolve

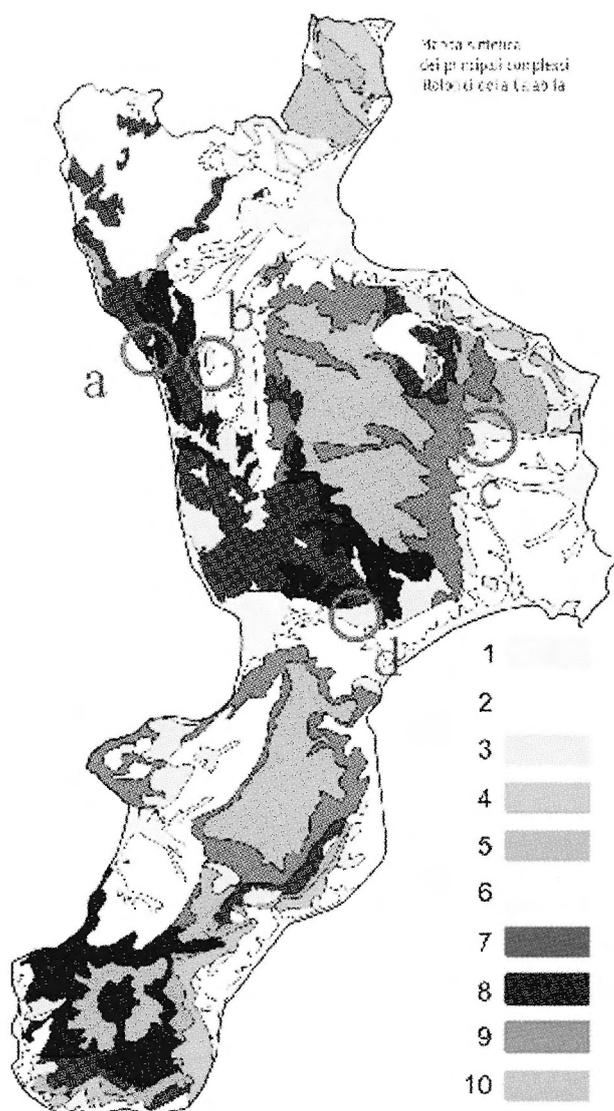


Fig. 1 - Carta geolitologica della Calabria  
Geo-lithological map of Calabria

- 1 - Depositi alluvionali recenti od antichi: peliti, sabbie, ghiaie  
*Recent and old alluvial deposits: silt, sand, gravel*
- 2 - Depositi marini post-messiniani: argille marnose, arenarie, calcareniti, conglomerati.  
*Post-Messinian marine deposits: silty clay, sandstones, calc-arenites, conglomerates.*
- 3 - Depositi marini ed evaporitici messiniani: Tripoli, calcari evaporitici, anidriti, gessi, argille.  
*Messinian marine and evaporitic deposits: Tripoli, evaporitic limestones, anhydrites, gypsum, clay.*
- 4 - Depositi ad affinità oceanica: argille varicolori, argille e calcari, unità ofiolitifere, arenarie torbiditiche.  
*Oceanic deposits: multicolour clay, clay/limestone sequences, ophiolitic units, turbiditic sandstones.*
- 5 - Depositi terrigeni pre-messiniani: breccie, conglomerati, arenarie torbiditiche, flysch calcareo-marnosi e peliti.  
*Pre-messinian terrigenous deposits: breccias, conglomerates, turbiditic sandstones, marly calcareous flysch.*
- 6 - Unità di piattaforma carbonatica: rocce carbonatiche triassico-cretacee, appartenenti sia alle unità alpine che a quelle appenniniche.  
*Carbonatic platform Units: triassic-cretaceous carbonatic rocks of Alpine and Apenninic Units.*
- 7 - Unità metamorfiche di basso grado di derivazione terrigena od oceanica: filladi, quarziti, metapeliti, metaofioliti.  
*Low grade metamorphic units: green schists, quartzites, meta-ophiolites.*
- 8 - Unità metamorfiche di medio-alto grado: micascisti, metavulcaniti e gneiss, di derivazione sia sedimentaria che magmatica.  
*Medium-high grade metamorphic units: schists, metavolcanics, ortho- and para-gneiss.*
- 9 - Rocce ignee acide, più o meno metamorfiche, appartenenti allo zoccolo continentale europeo  
*Acid igneous rocks of the European continental bedrock.*
- 10 - Cappellacci: rocce di alterazione sui complessi ignei e metamorfici  
*Weathering cap-rocks at the top of the igneous and metamorphic complexes.*

Principali aree carsiche su evaporiti: a – Cetraro-Acquappesa; b – Valle del Crati; c – Alto Crotonese; d – Stretta di Catanzaro  
*Main gypsum karst areas: a – Cetraro-Acquappesa; b – Valle del Crati; c – Alto Crotonese; d – Stretta di Catanzaro.*

attraverso più fasi tettoniche deformative neogeniche che hanno portato alla formazione di una tipica catena a falde. Successivamente alla formazione della catena, in posizione esterna a questa, si ha la sedimentazione di articolate sequenze terrigene post-orogeniche che registrano l'inizio dello smantellamento dei rilievi neofornati e la crisi di salinità messiniana. In Calabria quindi i termini evaporitici si ritrovano o impilati all'interno dell'orogeno come elemento basale triassico delle sequenze mesozoiche o nei sedimenti alto-miocenici in posizione di avanarco.

### Le principali aree di affioramento

Le zone interessate da carsismo su evaporiti possono quindi essere così schematizzate (fig. 1) ed elencate:

*I gessi triassici di Cetraro-Acquappesa (Catena Costiera)*

*Le evaporiti messiniane:*

- dell'Alto Crotonese
- della stretta di Catanzaro
- della valle del Crati

### Gessi triassici della Catena Costiera

La Catena Costiera Calabra borda la costa tirrenica della regione ed è formata da falde di ricoprimento di derivazione appenninica ed alpina; tra le varie unità appilate quella di Cetraro, la più bassa geometricamente, presenta al suo interno un'alternanza di dolomie e gessi interessata, nei limitati affioramenti di Cetraro e di Acquappesa, da vistosi scavarnamenti di origine marina (fig. 2). Il membro dolomitico-evaporitico è genericamente datato al Trias ed il suo spessore totale è nell'ordi-

*Elenco Catastale*

N catasto	Nome della Cavità	Comune e Provincia	Svil. Planim.	Dislivello	Quota ingresso
Cb 59	Grotta delle Felci di Cetraro	Cetraro (CS)	6 m	0 m	0 m
Cb 60	Grotta del Maiale	Cetraro (CS)	10 m	0 m	6 m
Cb 61	Grotta del Canale	Cetraro (CS)	21 m	12 m	6 m
Cb 74	Grotta di Cetraro	Cetraro (CS)	10 m	0 m	6 m

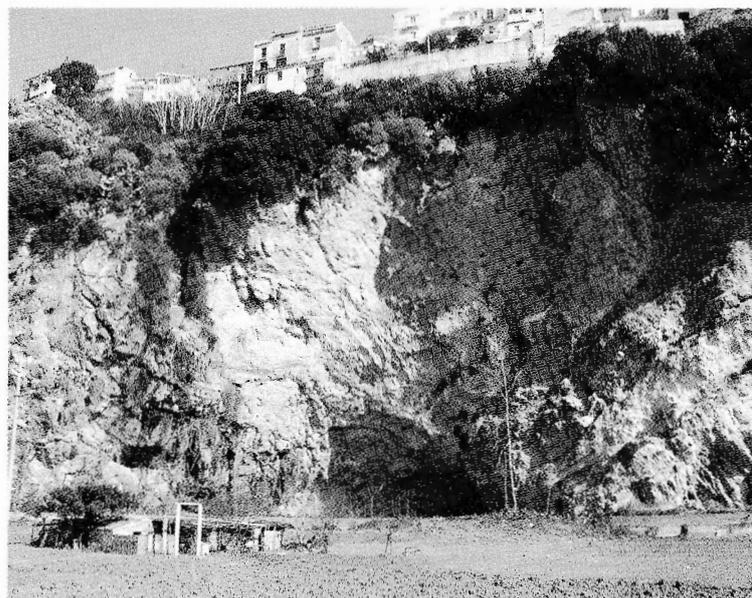


Fig. 2 - Gessi ed anidriti triassici presso Cetraro.  
*Triassic gypsum-anhydrite deposits cropping out near Cetraro (Catena Costiera).*

ne del centinaio di metri.

Il carsismo si esplica con cavità di una certa grandezza localizzate alla base di una paleofalesia correlabile con una paleolinea di costa databile genericamente al post-Tirreniano.

Data la loro facilità di accesso ed il loro utilizzo antropico, le cavità che si ritrovano in queste due località sono da sempre note ed inserite già nel primo elenco catastale della Calabria (OROFINO, 1966). Visitate dal De Medici sono state oggetto di prospezioni a fini archeologici negli anni '60.

### Le evaporiti messiniane

#### *Bacino Crotonese*

L'area di affioramento delle evaporiti messiniane interessata da sviluppati e vistosi fenomeni carsici si localizza nel settore centro-settentrionale del Bacino Crotonese (*sensu* RODA, 1965). In questa area la rilettura in

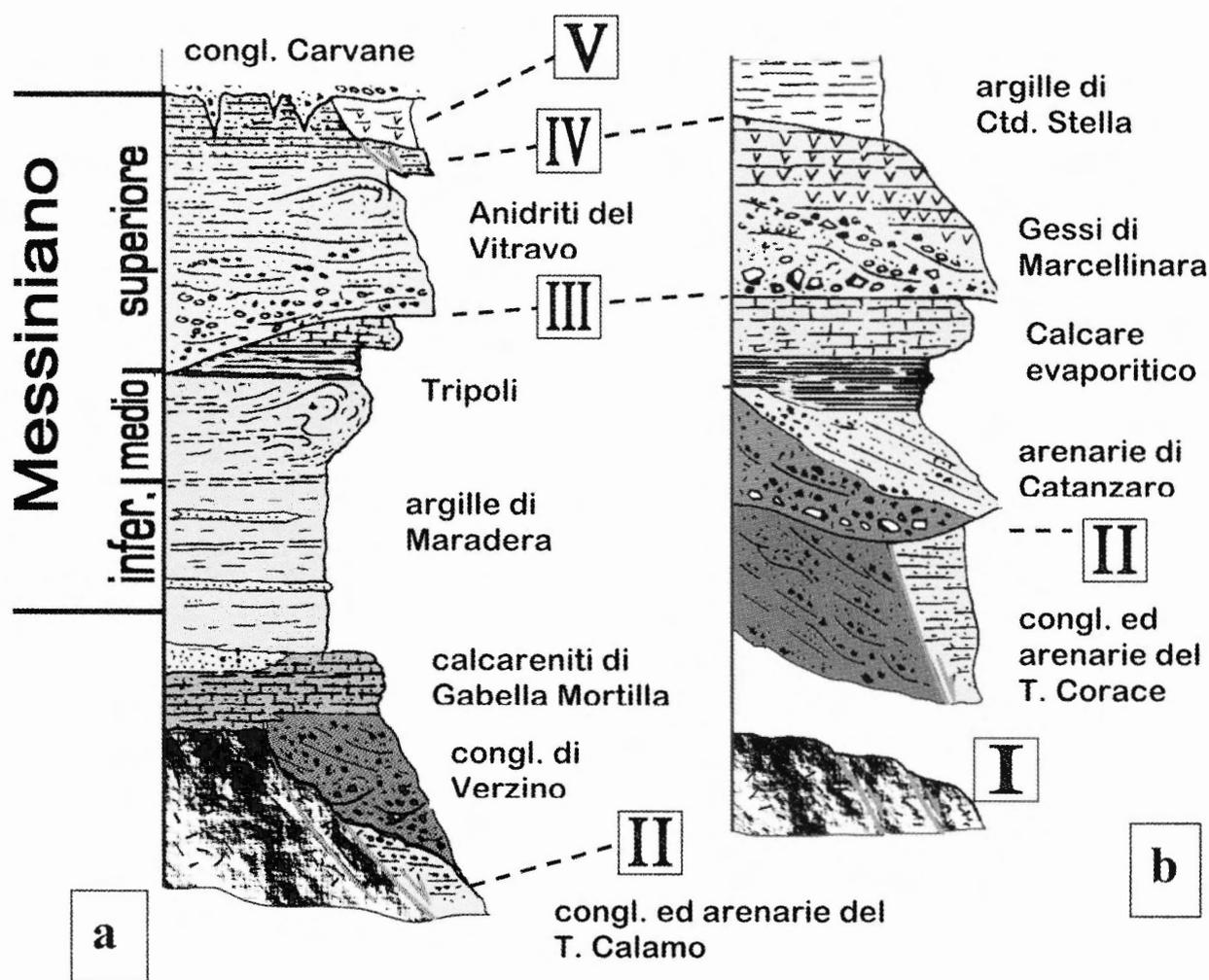


Fig. 3 - Colonne stratigrafiche sintetiche dei depositi pre-pleiocenici: a - Alto Crotonese; b - Stretta di Catanzaro.  
*Stratigraphy of pre-Pliocene deposits: a - Alto Crotonese; b) Stretta di Catanzaro.*

chiave sequenziale della successione stratigrafica (MORETTI, 1993; FERRINI & MORETTI, 1998) ha permesso di riconoscere e tracciare sul terreno sei sequenze deposizionali che coprono un intervallo di tempo che va dal Miocene superiore al Pleistocene (fig. 3).

All'interno della seconda e terza sequenza si ritrovano i termini litologici evaporitici interessati dai fenomeni carsici.

Da un punto di vista idrogeologico il basamento impermeabile del sistema carsico è costituito dalla formazione delle Argille di Maradera (FERRINI & MORETTI, 1998), una alternanza ritmica di banchi plurimetrici di argille compatte a laminazione indistinta con livelli più scuri, carboniosi, sottilmente laminati, attribuibili probabilmente a ciclicità astronomiche. L'età varia tra il Tortoniano superiore per la comparsa di *Globorotalia sute-*

*re* (RAO, 1998) ed il Messiniano medio rappresentato nell'area dalla Formazione del Tripoli costituito dai classici depositi silicei sottilmente fogliettati, bianchi e friabili.

Nell'area delle Vigne (tav. 1), dove si sviluppano la maggior parte delle cavità, il Tripoli passa, con contatto erosivo, direttamente a depositi gessoso-anidritici risedimentati sede di importanti fenomeni carsici.

L'unità morfo-carsica principale è costituita dalla Formazione del Vitravo, che giace in lieve discordanza angolare su tutti i sottostanti terreni tortoniano-messiniani, erodendoli a varie altezze stratigrafiche. Il corpo principale è formato da depositi clastici a prevalente composizione gessoso-anidritica organizzati in due membri, uno basale, di grana ruditica, ed uno sommitale, di grana arenitica.

*Membro delle gessoruditi* - Costituisce un

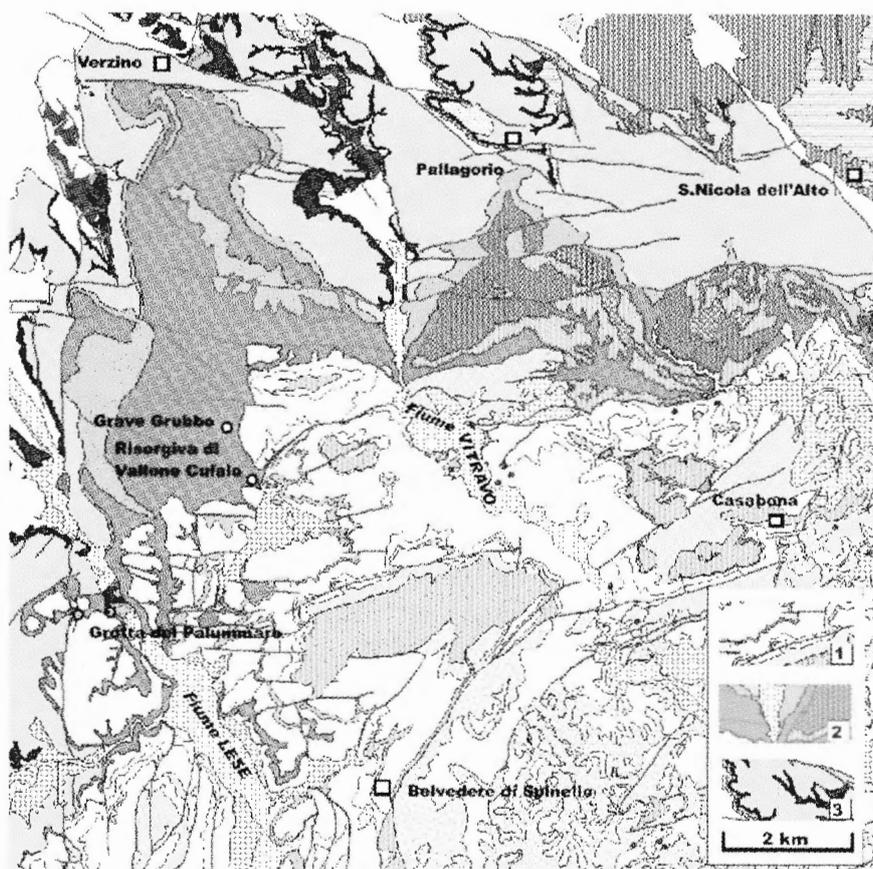


Tavola 1 – Carta geologica dell'Alto Crotonese  
*Geological map of the Alto Crotonese area*

1 – successioni pelitiche alto-post messiniane: argille, argille marnose, conglomerati, arenarie.

*Upper to post-Messinian pelitic sequences: clay, marly clay, conglomerates, sandstones.*

2 – complessi evaporitici messiniani: Tripoli, anidriti del Vitruvo, argille scagliose, gessi ed alabastri.

*Messinian evaporitic complexes: Tripoli, anhydrites of Vitruvo Fm., "argille scagliose", gypsum.*

3 – substrato impermeabile pre-messiniano: conglomerati ed arenarie di Verzino, calcareniti di Gabella Mortilla, argille di Maradera.

*Pre-Messinian acquiclude bedrock: sandstones and conglomerates of Verzino Fm., Gabella Mortilla calcarenites Fm., Maradera clay Fm.*

potente e continuo corpo sedimentario con base sempre erosiva, marcata da un primo livello conglomeratico grossolano di tipo *debris-flow*, gradato, potente fino 5-6 metri, costituito sia da clasti di gesso che da elementi calcarei, spesso evaporitici, e di Tripoli; seguono alternanze metriche o plurimetriche di livelli lutitici-arenitici, massivi o sottilmente laminati, con banchi ruditici di granulometria e spessore progressivamente minore. I livelli arenitici e lutitici sono spesso interessati da vistose pieghe appiattite e sradicate, interpretabili sia come fenomeni di *slumping* sinsedimentario sia come pieghe di trascinamento strato-su-strato (fig. 4). La potenza osservata si aggira intorno ai 50 m.

*Membro delle gessoareniti* - Sono depositi a granulometria fine, costituiti sia da elementi gessoso-anidritici sia carbonatici. Verso la parte alta la stratificazione si fa sottile, ritmica con corpi piano paralleli a buona continuità areale. Gli strati conservano evidenti strutture sedimentarie (fig. 5), marcate spesso da concentrazioni di microfossili rimaneggiati: creste

anastomosate, impronte di corrente, laminazioni incrociate tipo *hummocky*, *mud cracks*, ecc., che testimoniano la deposizione della successione in ambiente litorale, con locali periodi di emersione. Lo spessore osservato è di circa 50 m.



Fig. 4 – Pieghe intraformazionali di collasso nel membro ruditico della Formazione del Vitruvo.  
*Slump structures in the ruditic member of Vitruvo Fm.*

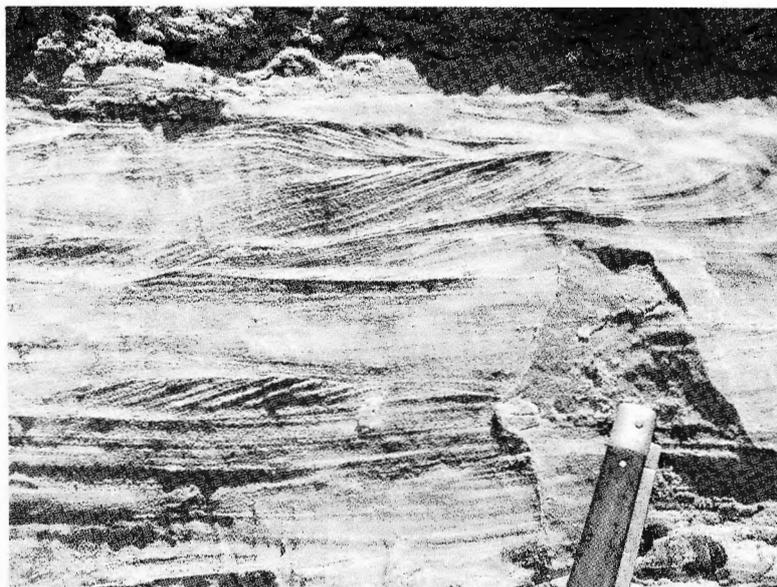


Fig. 5 – Strutture di piana intertidale nel membro arenitico della Formazione del Vittravo.  
*Tidal flat structures in the arenaceous member of Vittravo Fm.*

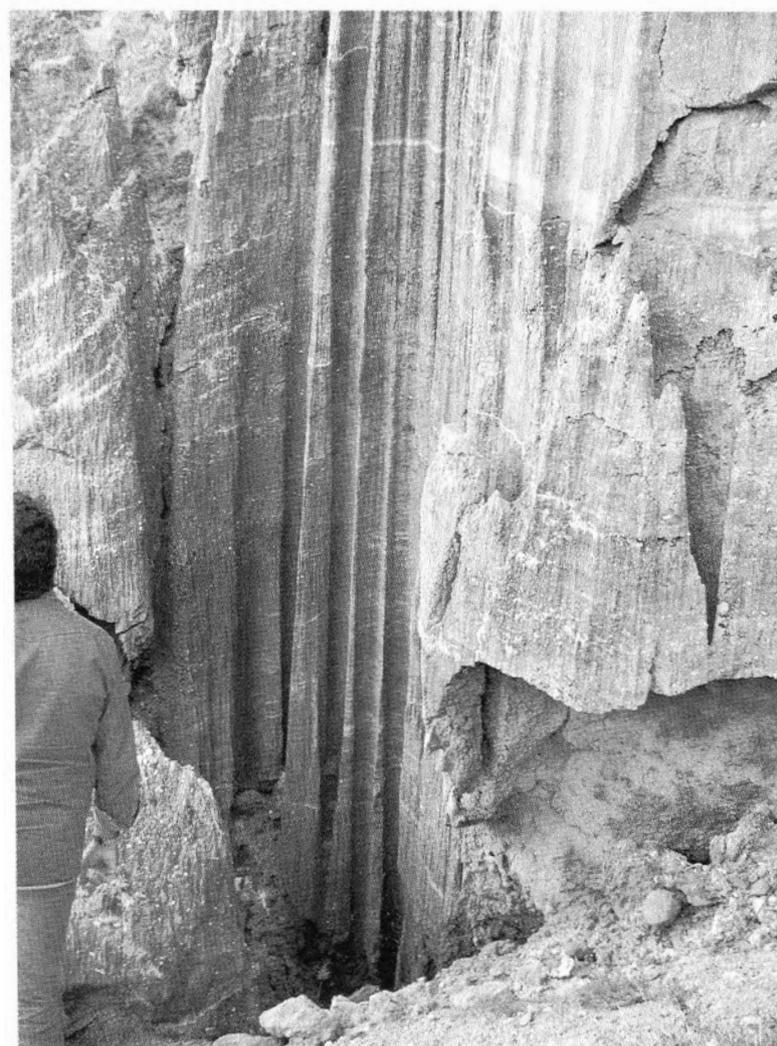


Fig. 6 – Carsismo nei banchi di salgemma affioranti presso Zinga.  
*Karst features affecting salt levels cropping out near Zinga.*

Da segnalare la presenza nella parte alta della Formazione del Vittravo di filoni sedimentari riempiti da conglomerati di tipo fluviale, che testimoniano un evento paleocarsico di età probabilmente basso-pliocenica.

La formazione gessosa risedimentata del Vittravo è ricoperta da argille spesso sottilmente laminate, in cui sono spesso dispersi cristalli di gesso selenitico, più o meno organizzati in banchi nei quali i cristalli possono superare il 50% del totale del sedimento. In questa formazione, che rappresenta evidentemente l'acme della crisi evaporitica messiniana, sono localmente conservati banchi di salgemma (halite) che hanno dato luogo in passato ad una fiorente attività mineraria. I banchi affioranti nell'area (fig. 6) rivestono una particolare importanza in quanto unici esempi di esposizioni naturali di salgemma sul versante europeo del Mediterraneo, e sono sede di fenomeni di dissoluzione carsica.

Nella porzione nord-orientale del bacino le argille e gessi sono sostituiti alla sommità della formazione del Vittravo da coltri disarticolate ed alloctone di argille cretacee, più o meno commiste a porzioni di serie evaporitica, gessi ed alabastri, di nessuna importanza ai fini speleologici.

### *Carsismo*

Il fenomeno carsico superficiale nell'alto Crotonese presenta caratteri peculiari a causa delle scarse precipitazioni dell'area, che permettono di conservare, esasperandole, morfologie generalmente tipiche del carsismo su carbonati (fig. 7). Per quanto concerne le macroforme si esplica prevalentemente con doline, anche di considerevoli dimensioni, e valli cieche disseminate in un rilievo piuttosto articolato e caratterizzato da depressioni chiuse. Analizzando la forma delle depressioni carsiche si nota come molte di queste siano di forma tronco-conica (a "piatto") con versanti dolci spesso regolarizzati dall'attività agricola; altre invece sono delle classiche forme di crol-

lo solitamente di piccole dimensioni e con pareti subverticali. Le incisioni fluviali non ospitano, a causa dell'alta infiltrazione, corsi d'acqua permanenti ma il riempimento degli alvei ad opera dei sedimenti limosi ne produce localmente l'impermeabilizzazione e la presenza di alti flussi idrici nei momenti di piena.

Relativamente ai fenomeni sotterranei le potenzialità speleologiche dell'area iniziano a rivelarsi negli anni '80 quando una prospezione geofisica mette in evidenza una anomalia gravimetrica e di conducibilità del terreno riferibile alla presenza della Grave Grubbo. La cavità viene esplorata da elementi del G. S. Fiorentino del C.A.I. che, su incarico delle Autorità locali, esplorano anche la risorgenza del Vallone Cufalo, allora dimora di una nutritissima colonia di chiroterri.

Successivamente iniziano le esplorazioni del G. S. "Sparviere" e del G. S. "Cudinipuli" che affinano le conoscenze sul sistema di Grave Grubbo (che si conferma tra le più sviluppate cavità calabresi) e sulle altre cavità dell'area tra cui ricordiamo la Grotta del Palummaro, e il suo ingresso alto, la Grave del Ritone. Attualmente le cavità del Crotonese rappresentano il 22 % dello sviluppo totale dei condotti sotterranei conosciuti nella regione, pur rappresentando queste cavità solo il 3,8% dell'intero patrimonio carsico calabrese.

Il già citato sistema Grave Grubbo – risorgiva di vallone Cufalo rappresenta il fenomeno ipogeo maggiormente evoluto in zona e con i suoi 2500 m totali di planimetrie si attesta tra le maggiori cavità italiane nei gessi per sviluppo orizzontale. Si tratta di due cavità percorse da un corso d'acqua di buona portata separate, nella progressione, da un tratto sifonante che non permette di considerare il sistema come un traforo idrogeologico. L'entrata della cavità di Grave Grubbo si posiziona al fondo di un'ampia dolina di crollo che immette in una serie di gallerie prevalentemente attive e povere di concrezioni, le quali sono presenti solo nei rami fossili superiori, la cavità si arresta in corrispondenza di



Fig. 7 – Karren di dimensione centimetrica nelle gesso-anidriti della Formazione del Vittravo.

*Micro-karren features in the gypsum-anhydritic levels of Vittravo Fm.*



Fig. 8 – Risorgive sulfuree nel vallone Cufalo.

*Sulphur spring in the Vallone Cufalo.*

un sifone dove prove di colorazione hanno confermato il passaggio delle acque nella sottostante risorgiva di Vallone Cufalo. La risorgiva si trova sul fondo del vallone da cui prende il nome e di cui è la principale fonte idrica. La grotta è caratterizzata da splendide marmitte; nel periodo invernale è sede inoltre di una nutrita colonia di chiroterri. Sia all'interno che all'esterno della grotta sono presenti numerose sorgenti sulfuree perenni (fig. 8), alimentate nei periodi aridi da acque a lento deflusso immagazzinate all'interno delle formazioni del Tripoli e del Calcarea di Base, le quali sono anche sede di consistenti mineralizzazioni solfifere nei settori più orientali (S. Nicola dell'Alto-Strongoli).

## Elenco catastale

N catasto	Nome della Cavità	Comune e Provincia	Sviluppo Plan.	Dislivello	Quota ingresso
Cb 257	Risorgenza di Vallone Cufalo	Verzino (KR)	575 m	+ 21 m	180 m
Cb 258	Grave Grubbo	Verzino (KR)	1926 m	+ 3,5 - 56 m	265 m
Cb 259	Grotta della Risorgente Fossile	Castelsilano (KR)	28 m	+ 2 m	260 m
Cb 263	Grave di Trabbese	Cerenzia(KR)	147 m	- 29 m	280 m
Cb 264	Grotta di Nasone	Caccuri (KR)	72 m	+ 9 m	170 m
Cb265	Grotta del Palummaro	Caccuri (KR)	524 m	+ 70 m	i 145 m – s 215 m
Cb 267	Grave di Cacova	Verzino (KR)	35 m	0 m	580 m
Cb 272	Antro del Torchia	Castelsilano (KR)	428 m	- 77 m	281 m
Cb 276	Grave dell'Agrometo	Castelsilano (KR)	29,5 m	- 6 m	205 m
Cb 281	Grave dei due Manfred	Verzino (KR)	208 m	12 m	i 396 m – s 408 m
Cb 282	Grave Tetra	Verzino (KR)	75 m	- 20 m	345 m

### Stretta di Catanzaro

La Stretta di Catanzaro è rappresentata da una depressione morfo-strutturale che suddivide geograficamente in due settori l'Arco Calabro estendendosi dal golfo di Squillace a quello di S. Eufemia. La posizione mediana tra due settori di catena caratterizzati da vivace tettonica ed alti tassi di sollevamento fa sì che la sedimentazione nel bacino sia prevalentemente clastica e che l'episodio evaporitico messiniano sia limitato tanto negli spessori che nella distribuzione areale.

La porzione basale della sequenza, che poggia direttamente sul substrato cristallino, è costituita infatti da conglomerati ed arenarie (FERRINI & TESTA, 1997; ROBERTELLI, 1997) a cui segue un livello di Tripoli, formazione di riferimento nel Miocene del Mediterraneo, alcuni livelli di calcare di base ed un finale spessore arenaceo conglomeratico.

Su queste sequenze a bassa permeabilità si ritrova la formazione dei gessi di Marcellinara (FERRINI & TESTA, 1997) costituita da gessi selenitici o clastici, stratificati, all'interno della quale si sviluppano i principali fenomeni carsici. Nella facies selenitica sono visibili i classici cristalli "a ferro di lancia" affioranti sia in posizione di crescita che in strati costituiti da elementi rotti e risedimentati. Nelle facies clastiche si rilevano strati caotici, a struttura

fluidale dovuti alle deformazioni legate all'elevata plasticità dei gessi.

### Carsismo

La formazione gessosa, generalmente ricoperta da un modesto strato di terreno vegetale, è stata per lungo tempo oggetto di coltivazione di cui resta testimonianza in alcune cave abbandonate. I fenomeni carsici superficiali sono rappresentati da diverse doline, principalmente di crollo; poco diffuse invece le morfologie di dissoluzione superficiale. L'esplorazione speleologica dell'area è storia recente e vede come protagonista il Gruppo Grotte del CAI di Novara che nel corso di alcuni campi (primi anni '90) esplora e mette a catasto tutte le 5 cavità dell'area. I fenomeni ipogei sono rappresentati in prevalenza da una serie di trafori idrogeologici attualmente attivi; le cavità, scavate quasi interamente all'interno di banconi di gesso selenitico, sono però messe in pericolo da fenomeni di crollo, dovuti anche alla intensa tettonizzazione dei termini litologici interessati dalla dissoluzione carsica. L'elemento principale è sicuramente il sistema della Grotta di Jizzi che, con i suoi 800 m di prevalenti gallerie a pressione, evolutesi poi gravitativamente, rappresenta per sviluppo planimetrico la 6ª cavità della Calabria.

## Elenco catastale

catasto	Nome della Cavità	Comune e Provincia	Sviluppo Plan.	Dislivello	Quota ingresso
Cb 353	Grotta di Jizzi	Marcellinara (CZ)	806 m	+ 3,5 - 56 m	i 176 m – s 184 m
Cb 354	Grotta del Treno	Marcellinara (CZ)	92 m	+ 14 m	i 156 m – s 171 m
Cb 355	Grotta dei Briganti	Marcellinara (CZ)	152 m	+ 11 m	i 183 m – s 194 m
Cb 356	Inghiottitoio cd. Riato	Marcellinara (CZ)	45 m	+ 6 - 2 m	142 m
Cb 357	Meandro cd. Riato	Marcellinara (CZ)	33 m	- 12 m	147 m

## Valle del Crati

Nella media Valle del Crati sono presenti modesti affioramenti di gessi ed alabastri nella zona di Lattarico-S. Maria delle Grotte e nella zona di Lungro, dove sono presenti anche livelli salini coltivati all'inizio del secolo. Non sono noti nell'area ipogei esplorabili, ma alcune evidenti doline di crollo (una delle quali formatasi a memoria d'uomo) possono suggerire la presenza di cavità di un certo rilievo.

## Bibliografia

- DALLA VEDOVA B., MARSON I., PANZA G.F., SUHADLOC P., 1991 - *Upper mantle properties of the Tuscan-Tyrrhenian area: a framework for its recent tectonic and evolution*. Tectonoph., 195, pp. 311-318.
- DEWEY J.F., HELMAN M.L., TURCO E., HUTTON D.H.W., KNOTT S.D., 1989 - *Kinematics of the western Mediterranean*. Coward M.P., Dietrich D. and Park R.G. (eds) *Alpin Tectonics*, Geological Society Special Publication, 45, pp. 265-283.
- FERRINI G., MORETTI A., 1998 - *La geologia dell'area di Verzino nel Bacino Crotonese*. Ferrini (ed.) "L'area carsica delle Vigne (Verzino - Crotona)", Mem. Ist. It. Speleologia, s. II, 10, pp. 15-27.
- FERRINI G., TESTA G., 1997 - *La successione miocenico superiore della Stretta di Catanzaro. Dati preliminari*. CNR - Gruppo sedimentologia, Atti della Riunione scientifica annuale, Arcavacata di Rende (CS), pp. 53-55.
- MANTOVANI E., ALBARELLO D., BABBUCCI D., TAMBURELLI C., 1992 - *Recent geodynamic evolution of the Central Mediterranean region, Tortonian to present*. Dept. of Earth Sciences - University of Siena Italy, pp. 1-88.

- MORETTI A., 1993 - *Note sull'evoluzione tettono-stratigrafica del Bacino Crotonese dopo la fine del Miocene*. Boll. Soc. Geol. It., 112, pp. 845-867.
- OGNIBEN L., 1955 - *Le Argille Scagliose del Crotonese*. Mem. e Note Ist. Geol. Appl. Napoli, 6, pp. 1-72.
- RAO A., 1998 - *Studio stratigrafico delle successioni alto-mioceniche nell'area di Acerentha (KR) (Bacino Crotonese)*. Tesi Dipartimento di Scienze della Terra, Università della Calabria.
- RODA C., 1964 - *Distribuzione e facies dei depositi neogenici nel Bacino Crotonese*. Geol. Rom., 3, pp. 319-366.
- RODA C., 1965 - *Geologia della Tavolaletta Belvedere di Spinello (Prov. CZ, F 237 I-SE)*. Boll. Soc. Geol. It., 84 (2), pp. 159-285.
- ROBERTELLI G., 1997 - *Stratigrafia sequenziale dei depositi alto-miocenici nella porzione nord-orientale della Stretta di Catanzaro*. Tesi di Laurea Dip. Scienze della Terra, Università della Calabria, 107 pp.
- SCANDONE P., GIUNTA G., LIGUORI V., 1974 - *The connection between the Apulia and Sahara continental margins in the Southern Appennines and in Sicily*. 24° Congrès Assemblée Plenaire C.I.E.S.M. Co. Géol. Géoph. Marines, Montecarlo 4-6 dic. 1974.

## Bibliografia generale sul carsismo delle evaporiti in Calabria

- AA. VV., 1998 - *L'area carsica delle Vigne (Verzino - Crotona)*. G. Ferrini (ed.), Mem. Ist. It. Speleologia, s. II, 10, 126 pp.
- ADIODATI G., GIAMBALVO A., 1988 - *Samourì Tourè*. Speleo (Firenze), 20, pp. 9-24.
- CELLA G.D., 1995 - *Calabria (Marcellina, Catanzaro)*. Speleologia, 33, pp. 98.
- CELLA G.D., BOTTA L., LUZZO V., 1995 - *Le grotte di Marcellinara (CZ)*. Labirinti, 16, pp. 2-32.
- DE PAOLA M., 1993-94 - *Caratterizzazione mineralogica delle rocce affioranti in una cavità carsica dell'Alto Crotonese*. Tesina di laurea - S.M.F.N. -

- Corso di Laurea in Scienze Geologiche  
Dipartimento Geomineralogico Università degli Studi di Bari.
- DE PAOLA M., 1994 - *La circolazione idrica sotterranea della Formazione Gessoso-Solfifera dell'Alto Crotonese: aspetti idrologici e idrogeochimici*. Tesina di laurea - S.M.F.N. - Corso di Laurea in Scienze Geologiche Università degli Studi di Bari.
- DE PAOLA M., DIMUCCIO L.A., GIANNANDREA P., MAGGIORE M., VURRO F., 1994 - *La circolazione idrica sotterranea dalla formazione gessoso solfifera dell'Alto Crotonese: aspetti idrologici e idrochimici*. Riassunto della 77° Riunione estiva, Congresso Nazionale di Geologia, 23 settembre - 1 ottobre, Bari, pp. 85-88.
- FERRINI G., 1999 - *Gypsum karst in the Messinian deposits of the Crotonese Basin (Calabria - Italy): lithostratigraphic control on cave development*. III European Speleological Congress "New approaches to speleology", Lisbona, 1-3 october 1999.
- FERRINI G., MORETTI A., 1995 - *Note preliminari per il convegno multidisciplinare dell'Istituto Italiano di Speleologia "L'Area Carsica di Verzino (Crotonese, Calabria)"*. Verzino 10.10.1995. Università della Calabria Dipartimento Scienze della Terra.
- FERRINI G., PASQUA P., 1997 - *Relazioni tra stratigrafia ed evoluzione speleogenetica del complesso carsico Grave Grubbo - risorgiva di Vallone Cufalo (gessoareniti messiniane del Bacino Crotonese)*. CNR - Gruppo sedimentologia, Atti della Riunione scientifica annuale, Arcavacata di Rende (CS), pp. 50-52.
- FERRINI G. & PASQUA P., 1998 - *Il complesso carsico Grave Grubbo - risorgiva Vallone Cufalo (gessoareniti altomessiniane del Bacino Crotonese - Calabria): relazioni tra stratigrafia ed evoluzione speleogenetica*. Atti IV Cong. Naz. Speleologia, Chiusa di Pesio (CN), 3-4 novembre '98.
- FORTI P., 1995 - *A proposito di una particolare forma di calcite flottante osservata nella grotta Grave Grubbo - Cb 258 (Verzino, Calabria)*. Atti e Mem. Comm. Grotte "E.Boegan", 32, pp. 43-53.
- GENGHINI M., 1995 - *I gessi dell'Alto Crotonese*. Sottoterra, 98, pp. 21-26.
- GIANNANDREA P., 1992-93 - *Caratteri geochimici delle acque circolanti nella Formazione Gessoso-Solfifera dell'Alto Crotonese*. Tesina di laurea - S.M.F.N. - Corso di Laurea in Scienze Geologiche Università degli Studi di Bari.
- GIANNANDREA P., 1992-93 - *Caratteri della circolazione idrica nella Formazione Gessoso-Solfifera dell'Alto Crotonese*. Tesina di laurea - S.M.F.N. - Corso di Laurea in Scienze Geologiche Università degli Studi di Bari.
- GRUPPO SPELEOLOGICO "SPARVIERE", 1994 - *Le grotte dell'Alto Crotonese*. Con il patrocinio della Comunità Montana dell'Alto Crotonese, pp. 1-80.
- GRUPPO SPELEOLOGICO "SPARVIERE", 1994 - *La grotta del Palummaro - Caccuri (Kr)*. Con il patrocinio dell'Amministrazione Comunale di Caccuri, pp. 1-37.
- LACQUANITI L., 1957 - *Alcuni aspetti sulle grotte marine della Calabria*. Atti XVII Cong. Geogr. Ital. (Bari), Vol.3, pp. 94-95.
- LAROCCA F., 1991 - *Le grotte della Calabria*. Nuova Editrice Apulia, pp. 181-215.
- LAROCCA F., 1994 - *Speleologia nell'Alto Crotonese - il sistema sotterraneo di "Grave Grubbo" e Risorgenza di Vallone Cufalo*. - Il Bel Paese, 4, pp. 40-47.
- LAROCCA F., 1995 - *Calabria sotterranea. Viaggio nella realtà speleologica regionale*. Universo (IGM), 4.
- LAROCCA F., 1996 - *Notizie italiane - Calabria*. Speleologia, 34, pp. 107-109.
- LAROCCA F., LORUSSO D., 1992 - *Le sorprese di una profonda depressione*. Speleologia, 27, pp. 16-21.
- LAROCCA F., OROFINO F., 1987 - *2° elenco catastale delle grotte della Calabria*. Arti Grafiche Pugliesi Editore, pp. 1-93.
- MANGHISI V., 1985 - *Saggio di bibliografia speleologica della Basilicata e della Calabria*. Quaderni di speleologia meridionale, 1, pp. 1-39.
- MANGHISI V., 1990 - *Le maggiori cavità italiane nei gessi*. L'AUSI - Bollettino del Gruppo Speleo Sparviere, ottobre, 9, pp. 97-99.
- MANGHISI V., 1991 - *Lo stato attuale delle conoscenze sul carsismo delle evaporiti in Calabria (It)*. 9° Congresso Nazionale di Speleologia - Charmey (Suisse), p. 41.
- OROFINO F., 1966 - *Primo elenco catastale delle Grotte della Calabria*. Not. Circolo Spel. Romano, a. X n. 11, 42 pp.
- LA CARBONARA F., PASQUA P., 1997. *Speleologia nell'Alto Crotonese*. Mem. Ist. It. Spel., s. II, v. 10, pp. 111-118.
- SAURO U., 1986 - *Lo stato attuale degli studi sul carsismo delle Evaporiti in Italia*. Le Grotte d'Italia, (4), XIII, pp. 93-106.
- ZONNO A., TARANTINI M., LAROCCA F., 1990 - *Cronaca speleo di un campo estivo nell'Alto Crotonese (Catanzaro)*. L'AUSI - Bollettino del Gruppo Speleo Sparviere, ottobre, 9, pp. 55-65.