

PARTE SECONDA

IL CARSISMO NEI GESSI DELLE REGIONI ITALIANE

VALLE D'AOSTA E PIEMONTE

Giovanni Badino¹, Arrigo A. Cigna¹, Chiara Silvestro¹

Riassunto

In questa nota viene riassunto lo stato della conoscenza del fenomeno carsico nei gessi, sviluppato in Piemonte ed in Val d'Aosta, sulla base della bibliografia disponibile, della carta geologica dell'Italia (scala 1:100.000), delle rispettive carte tecniche regionali nonché di alcune osservazioni personali.

Parole chiave: Gotte nei gessi, Triassico, Messiniano, Piemonte, Val d'Aosta.

Abstract

The present state of the knowledge of the karst phenomenon in gypsum, which developed in Piedmont and Aosta Valley, is here summarised on the basis of the references available, the Italian geologic map (1:100,000 scale), the regional technical maps of Piedmont and Aosta Valley and few personal investigations.

Key-words: Gypsum caves, Triassic, Messinian, Piedmont, Aosta Valley.

Introduzione

Le principali aree carsiche in Italia sono situate nelle formazioni calcaree delle parti più meridionali del Piemonte. Qui sono stati trovati i più importanti sistemi carsici profondi: il complesso di Piaggia Bella, nel Marguareis, è la più vasta cavità delle Alpi italiane.

L'attenzione degli speleologi è quindi sempre stata polarizzata e premiata in aree molto lontane da quelle in cui si trovano le formazioni gessose che quindi sono state oggetto di

ricerche marginali, concentrate soprattutto nei primi decenni della recente storia della speleologia regionale, prima che si iniziassero le ricerche sistematiche nelle grandi aree carsiche meridionali.

La scarsa estensione dei fenomeni carsici in queste regioni ha dunque una causa principale strutturale (un carattere eccessivamente frammentato degli affioramenti), ma probabilmente il quadro generale è destinato a modificarsi quando verrà condotto un lavoro di ricerca attento e sistematico.

In questa nota viene riportato l'attuale stato

¹ - Società Speleologica Italiana

delle conoscenze sulla base delle pubblicazioni reperibili, della Carta Geologica d'Italia (1:100.000) e delle Carte Tecniche Regionali del Piemonte e della Valle d'Aosta (fig. 1).

Inquadramento generale

I gessi in Piemonte e Valle d'Aosta appartengono a due tipologie fondamentali: formazioni gessose del Trias, distribuite nelle zone alpine nord-occidentali sino ad alta quota

Gessi del Piemonte e della Valle d'Aosta

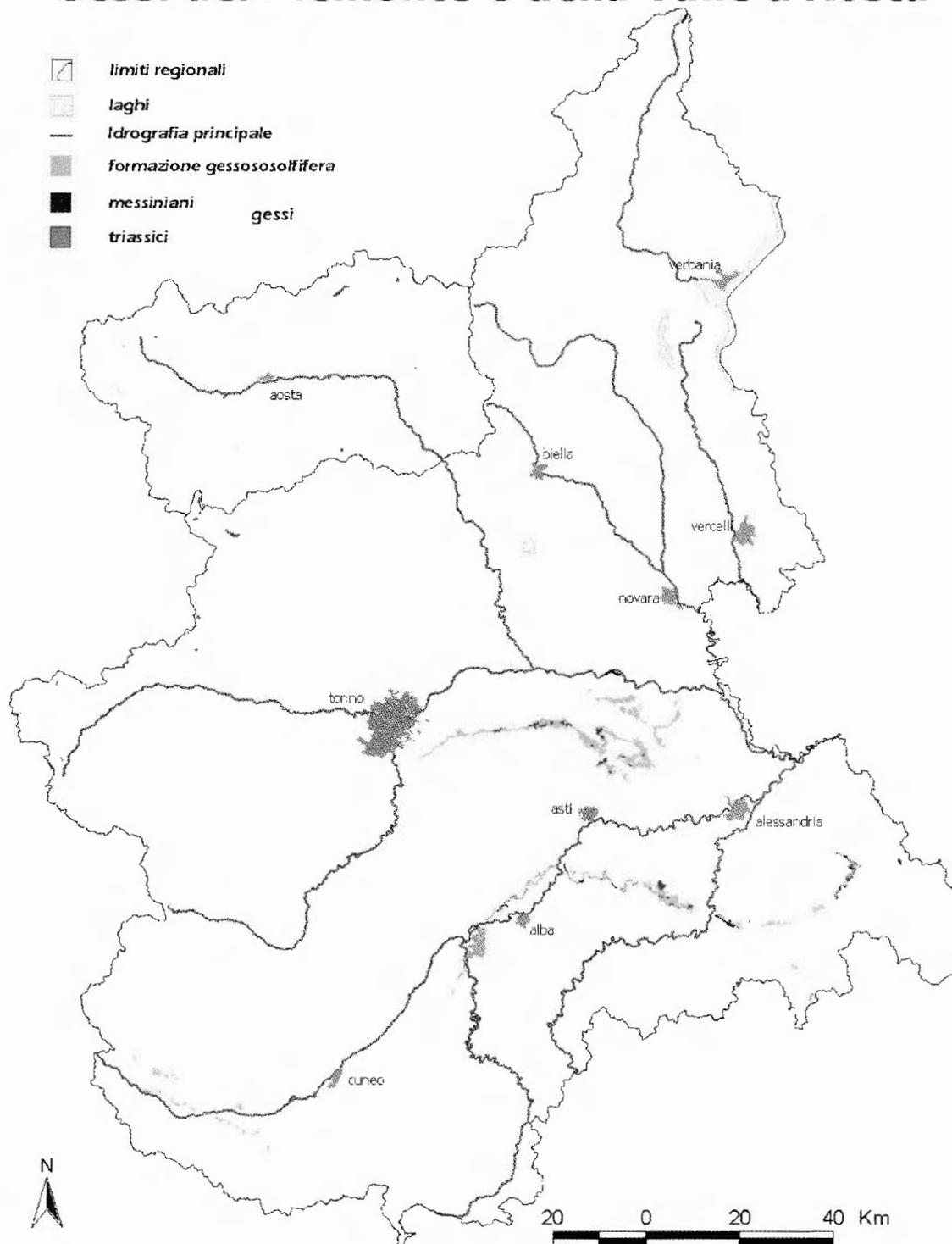


Fig. 1 – Affioramenti di gessi triassici e miocenici e Formazione delle Carniole in Piemonte e Valle d'Aosta.
Trias and Miocene Gypsum outcrops and Gypsum-Carniole Formations in Piedmont and Aosta Valley.

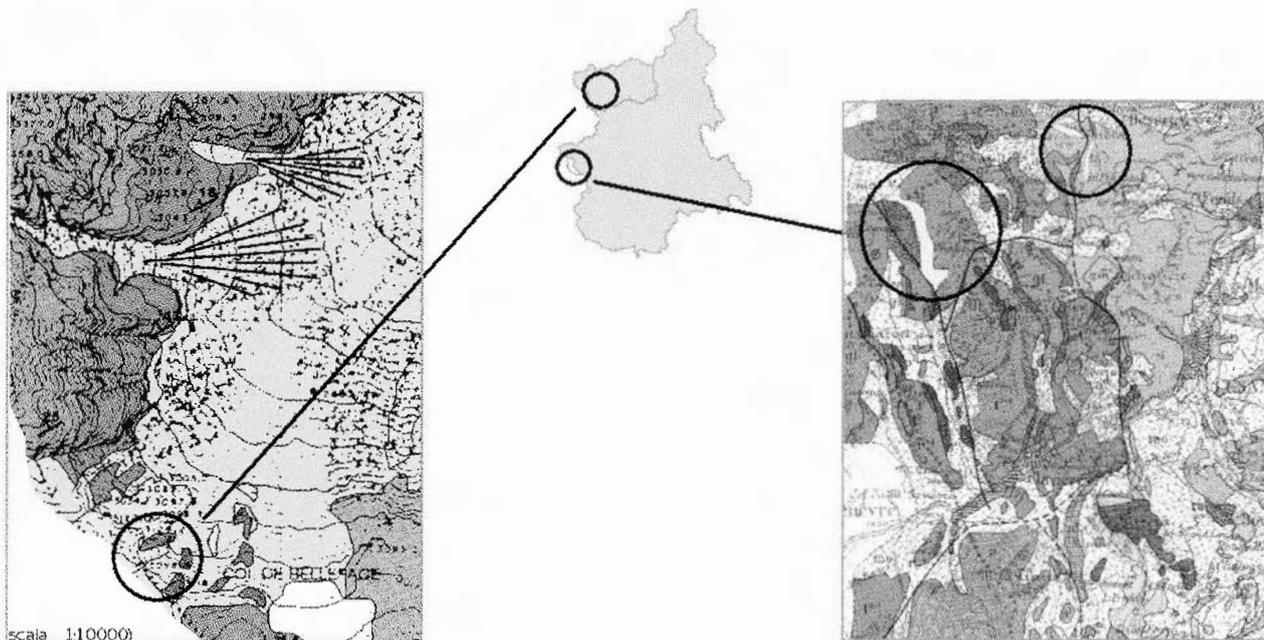


Fig. 2 – Due vedute geologiche di dettaglio della formazione gessosa triassica a Monte Grivola (a sin. da R. Cassulo) e nella zona di Cesana (a destra).

Two geological detailed views of Trias gypsum formations on Mt. Grivola (left, due to Dr. Roberto Cassulo) and Cesana region (right).

(sulla Grivola arrivano ad oltre 3000 m s.l.m.), e formazioni gessoso-solfifere del Miocene diffuse su due grandi fasce nelle zone collinari del Piemonte centrale, in sinistra e destra Tanaro.

I primi fanno parte di una unità (Formazione delle Carniole, Trias inferiore) formata da lenti di gesso, anidriti e carniole. Tali deposizioni sono presenti al contatto fra il basamento cristallino metamorfico e la copertura carbonatica, dove costituiscono scollamenti.

Queste formazioni gessose sono sovente verticalizzate e quindi possono costituire sistemi carsici di grande profondità.

In Piemonte gli affioramenti gessosi maggiori sono proprio di questo tipo: Vallone Maurin, Colle della Gardetta, Colle Margherina, Colle del Mulo, tutti in provincia di Cuneo. In queste zone si ha formazione di sistemi carsici, con zone di assorbimento in quota e sorgenti anche notevoli a valle (10-20 l/s, come al Colle del Preit, Val Maira). In Valle d'Aosta le zone principali sono sopra l'abitato di Dolonne, nella Val Veni e sulla

Grivola (fig. 2).

I gessi messiniani sono invece orizzonti di potenza più ridotta (10-20 metri al massimo) in genere inclusi fra orizzonti argillosi che tendono ad impedirne la carsificazione. La principale zona in cui questi gessi affiorano è quella di Verduno-La Morra (destra Tanaro) ove si formano brevi circuiti carsici esplorabili.

Valle d'Aosta

Vicino al Piccolo S. Bernardo ci sono diversi affioramenti di gessi triassici con doline di varie dimensioni. In una di esse, fra l'ospizio e la tomba di Chanoux (diametro 10m x15m, profondità 8 m) si forma un lago temporaneo a seguito di forti piogge che sparisce talvolta in autunno (CAPELLO, 1955: 76).

Nella stessa zona alcune doline nei pressi di Cima La Tour si sviluppano sotto la morena per dissoluzione del sottostante gesso triassico (FRANCHI, 1899; MARINELLI, 1905).

Nell'area fra Courmayeur e il Piccolo S. Bernardo, vicino al villaggio di Thovez c'è un notevole affioramento di gesso cristallino con

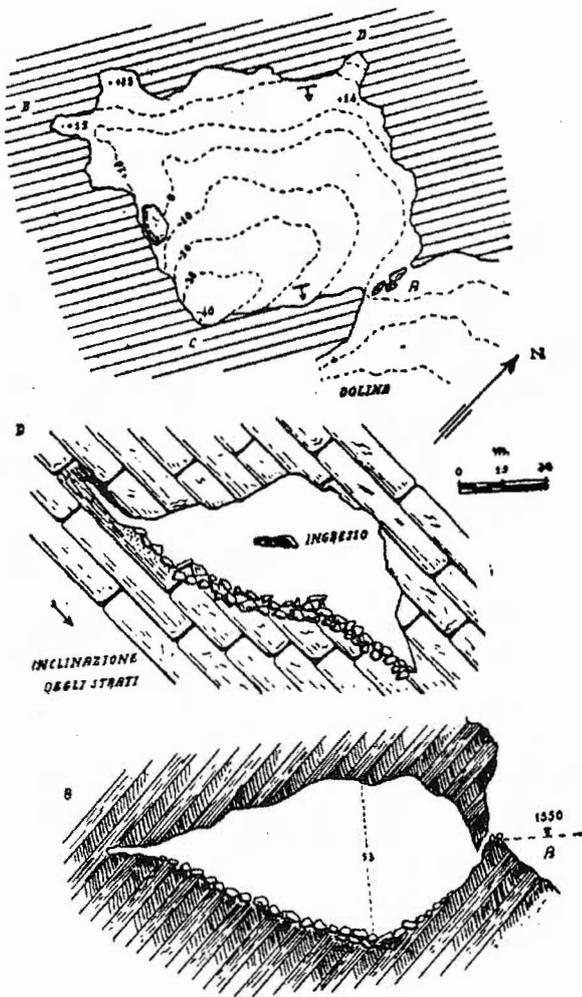


Fig. 3 - La Grande Caverna (Gran Borna), 2004 PiAO, La Thuile (CAPELLO 1939).

una grotta abbastanza grande (CAPELLO, 1955: 78):

- *La Grande Caverna* (Gran Borna), 2004 PiAO, La Thuile, m 1550 s.l.m., sviluppo 130 m, sviluppo verticale: -42 m; +20 m (fig. 3) (CAPELLO 1939: 18).

Nella stessa zona si osservano doline e occasionali sprofondamenti (CAPELLO, 1955: 72). Due pozzi sono descritti da CAPELLO (1939):

- *Pozzo del M. Du Parc*, La Thuile, diametro 4 m, profondità: circa 20 m. Si è aperto d'improvviso nel 1937, dietro le case di Thovez; l'entrata è chiusa da una pietra;

- *Pozzo di Pian Prà*, La Thuile, profondità: circa 30 m. Si è aperto d'improvviso nel 1928 lungo la strada per Pian Prà; l'entrata è chiusa da una pietra.

Vicino a Courmayeur, sul Col Checrouit ci sono varie doline di diverse forme e dimensioni: alcune di esse sono veri pozzi pieni di neve sino al tardo autunno. La dolina più grande si trova sul versante settentrionale Testa d'Arp a 2270 m s.l.m., con un diametro di 50 m e una profondità di 18-20 m (CAPELLO, 1955: 83-84). La formazione di gesso si estende sino al villaggio di Dolonne, dove sgorga l'acqua assorbita in quota con una sorgente (circa 100 l/s) che è probabilmente la più grande in gesso dell'intera Italia nord-occidentale (VIGNA, 2003, com. pers.).

In Val Veni c'è una grotta (*Balma dei Camosci*, Courmayeur), alla base di pareti a 1952 m s.l.m., a lato della morena destra del ghiacciaio del Miage; è percorsa da un torrentello, probabilmente una perdita della Dora. Secondo CAPELLO (1939; 1955: 88) la grotta può essere stata parzialmente erosa dal torrente.

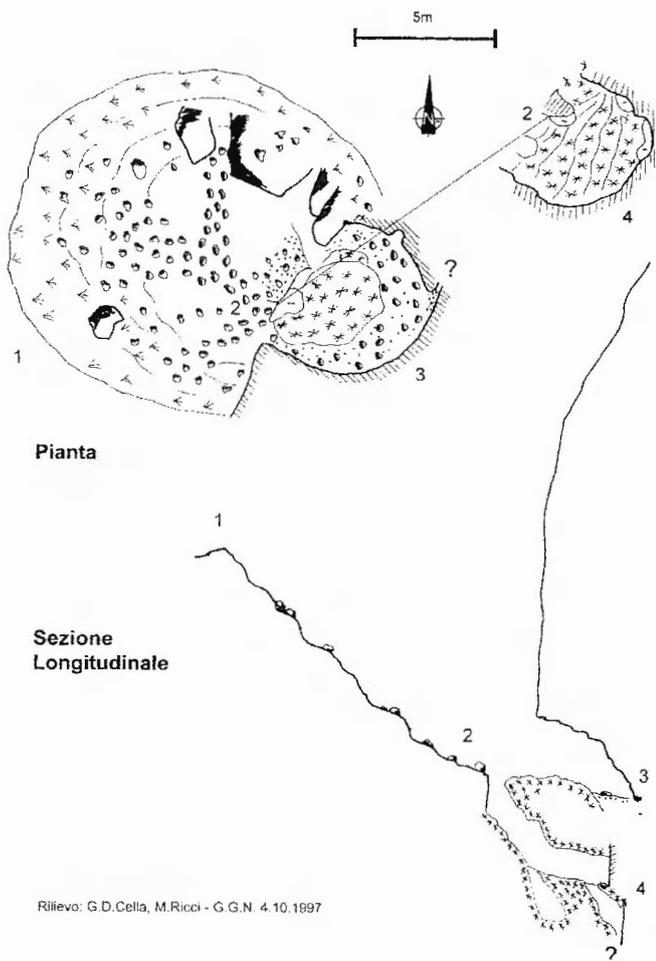
Vicino alla Grivola, ad un'altezza di circa 3000 m s.l.m., c'è un affioramento di gessi triassici che dovrà essere oggetto di future ricerche per le sue caratteristiche particolari.

Novara

In Val Toggia (Formazza), c'è un'area dove si trovano il gesso del Trias con dolomia e calcari; il primo appare in genere nelle zone più ripide. Ad un'altezza di circa 2400 m s.l.m., a OSO di Punta Fiorina (Marck-Horn) ci sono alcune doline di qualche decina di metri di diametro con la superficie parzialmente coperta di erba. Una di queste doline, con una grotta sul fondo è descritta da CELLA *et al.* (1999):

- *Grotta del Gesso*, 2717 PiNO, Formazza, 2367 m s.l.m., sviluppo 48 m, sviluppo verticale: -26 m. (fig. 4) (CELLA, RICCI & CALCAGNO, 1999).

Un'altra serie di doline si trova dove il gesso è coperto da detriti, circa 30 metri più in alto del lago Boden. Tali doline sono abbastanza regolari, di forma tondeggianti con un dia-



Rilievo: G.D.Cella, M.Ricci - G.G.N. 4.10.1997

Fig. 4 - Grotta del Gesso, 2717 Pi-NO, Formazza, (CELLA, RICCI & CALCAGNO, 1999).

metro generalmente minore di 3 m e una profondità di un metro. Il suolo è una mistura di scisti e argille coperto di erba. Ci sono altre doline a quota 2190 m s.l.m., a Nord del lago Fisch, in un terreno simile a quello descritto sopra, ma esse sono di dimensioni maggiori, sino 10-20 m di diametro (MARINELLI, 1908). Una descrizione più dettagliata dell'area è data da CAPELLO (1955: 99 e seguenti).

Durante lo scavo del tunnel ferroviario del Sempione vennero intercettate varie sorgenti alcune delle quali avevano una concentrazione molto alta di solfato di calcio (CAPELLO, 1955: 125).

Torino

Nella valle della Dora Riparia, fra Cesana e Oulx, si sono formate varie doline di diverse dimensioni e forme in affioramenti di gessi del Trias (CAPELLO, 1955: 44). Doline e pic-

cole grotte vengono spesso trovate in quest'area.

Vicino al Moncenisio ci sono importanti affioramenti di gessi triassici che meritano ricerche più accurate.

Alessandria

Vicino ad Alice Bel Colle (Acqui Terme) ci sono alcuni affioramenti di gessi del Miocene sfruttati industrialmente. L'estrazione del minerale ha distrutto una grotta: attualmente solo l'ingresso è ancora intatto mentre le parti interne sono state distrutte (CELLA & VASELLI, 1989).

Asti

Nel territorio di Montiglio Monferrato c'è una formazione molto importante consistente in gessi messiniani tanto deformati da aver assunto una potenza di 200-300 metri, economicamente sfruttati con cave in sotterraneo. Durante gli scavi sono state trovate grotte nelle parti superiori, vicino alla superficie. Queste grotte non sono state topografate.

La formazione è molto compatta ed impermeabile, tanto da essere stata utilizzata come deposito di sostanze tossiche. In effetti pare esclusa l'esistenza di carsismo.

Cuneo

Come detto più sopra, le principali formazioni di gesso del Piemonte si trovano nel Cuneese.

Nelle montagne fra la Val Stura e la Val Maira, vicino al Colle di Valcavera, vi è un insieme di doline in gessi del Trias, con un diametro di circa 3 m e una profondità da 2 a 8 m (MADER, 1897; MARINELLI, 1908). Nelle vicinanze di Testa di Bandia (2456 m s.l.m.) vi sono un gran numero di doline di forme diverse con un diametro medio di 25 m (massimo 40-60 m) e una profondità di 7-8 m (massimo 15-20 m). Vicino alla parte supe-

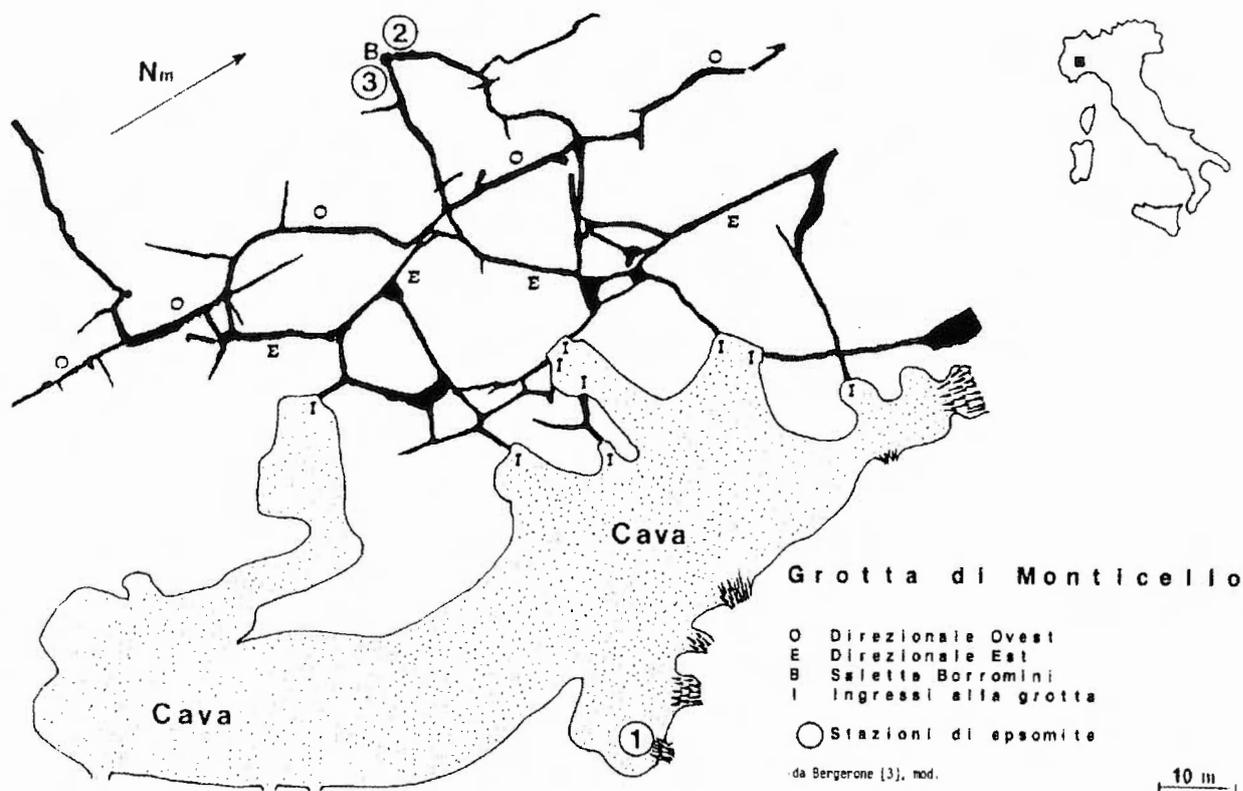


Fig. 5 - Grotta nei Gessi, 19 Pi-CN, (CELLA & RICCI, 1990-91; A.G.S.P., 1995).

riore del Vallone di Bandia, sopra 2200 m s.l.m., si trovano alcune piccole doline (diametro 2-4 m e profondità 1-2 m), così come nella Valle del Preit (CAPELLO, 1955: 16 e seguenti).

In una cava di gessi del Miocene vicino a Monticello d'Alba c'è la più lunga cavità in gesso dell'intero settore (BERGERONE, 1975; ELIA, 1986):

- *Grotta nei Gessi*, 19 Pi-CN, Monticello d'Alba, 208 m s.l.m., sviluppo 658 m, sviluppo verticale 5 m (BALBIANO C., 1993) (fig. 5). Questa grotta è importante perché in una sala è stata trovata della epsomite nonostante che questo minerale non sia stabile nell'ambiente umido delle grotte (CELLA & RICCI, 1990-9; AGSP, 1995).

In un'altra cava di gesso c'è un'altra grotta parzialmente distrutta dai lavori di estrazione (CELLA, 1989):

- *Grotta nella cava Sud-Est*, Monticello d'Alba, 220 m s.l.m., sviluppo 14 m, sviluppo verticale -2 (fig. 6).

Ringraziamenti

Gli autori ringraziano il Prof. Bartolomeo Vigna e la Dr. Marina Zerbato per le utili informazioni fornite.

Bibliografia

- AGSP, 1995 - *Atlante delle grotte e delle aree carsiche piemontesi*. Reg. Piemonte - Assoc. Gruppi Spel. Piemontesi, Torino, pp. 1-206.
- BALBIANO C., 1993 - *Le grotte del Piemonte*. Via dalla Piazza Folla, Novara, 148 pp.
- BERGERONE V., 1975 - *Grotta nei gessi*. La ratavuloira, Notiz. Speleo Club. Saluzzo, 2, pp. 15-19.
- CAPELLO C.F., 1938 - *Grotte e caverne delle valli delle Dore Baltea e Riparia*. Boll. Com. Glac. Ital., 19, pp. 135-178.
- CAPELLO C.F., 1939 - *Sui terrazzi fluvio-glaciali e sulla morfologia carsica delle valli di Pré St. Didier (Valle d'Aosta)*. Boll. Soc.Geol. Ital., 58 (1), pp. 14-28.
- CAPELLO C.F., 1955 - *Il fenomeno carsico in Piemonte. Le zone interne del sistema alpino*. C.N.R., Centro Studi Geogr. Fis., Bologna, pp. 1-140.

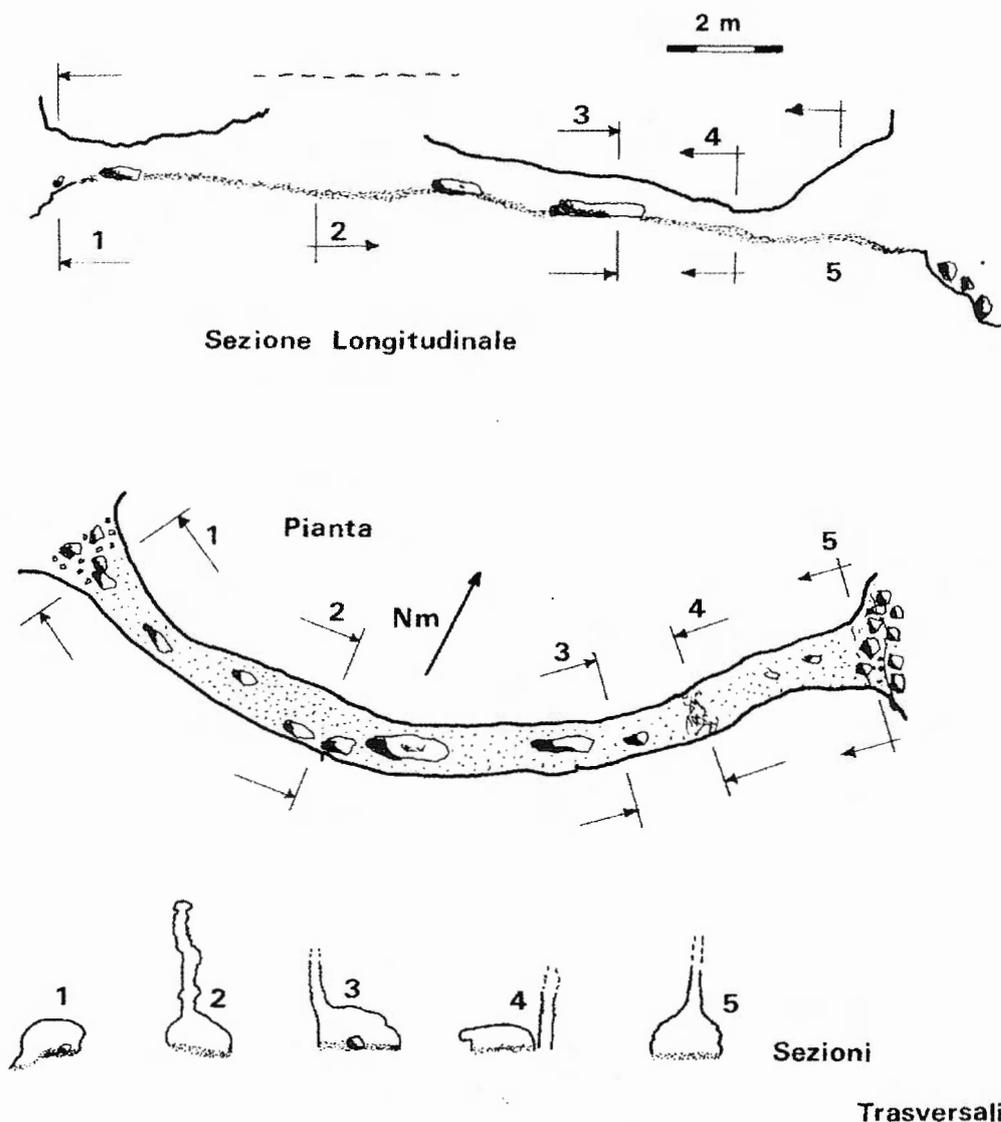


Fig. 6 - Grotta nella Cava Sud-Est, Monticello d'Alba, (CELLA, 1989).

CELLA G.D., 1989 - *Grotta presso la cava sud-est di Monticello d'Alba (CN)*. Labirinti 9, Gr. Grotte CAI Novara, pp. 51-52.

CELLA G.D., RICCI M., 1990-91 - *Primo ritrovamento di Epsomite nelle grotte del Piemonte*. Atti XVI Cong. Naz. Spel., Udine 6-9 Sett. 1990. Le Grotte d'Italia, s. 4, 15, pp. 107-115.

CELLA G.D., RICCI M., CALCAGNO J., 1999 - *Grotte delle nostre parti - IV. Passo San Giacomo*. Labirinti 19, Gr. Grotte CAI Novara, pp. 4-12.

CELLA G.D., VASELLI C., 1989 - *Attuali conoscenze sul fenomeno carsico nella Provincia di Alessandria*. Atti XV Cong. Naz. Spel., Castellana Grotte 10-13 Sett. 1987. Gruppo Puglia Grotte & Amm. Com. Castellana Grotte, pp. 95-107.

ELIA E., 1986 - *Il carsismo nei gessi braidesi*. A.G.S.P., -

Sintesi delle conoscenze sulle aree carsiche piemontesi. Reg. Piemonte - Assoc. Gruppi Spel. Piemontesi, Torino, p. 79.

FRANCHI S., 1899 - *Nuove località con fossili mesozoici nella zona delle pietre verdi presso il Colle del Piccolo S. Bernardo (Valle d'Aosta)*. Boll. Com. Glaciologico, p. 315.

MADER F., 1897 - *Die höchsten Teile der Seealpen und der Ligurischen Alpen in Physiographischer Beziehung*. Leipzig, Fock, p. 186.

MARINELLI O., 1905 - *Sulla diffusione e sul carattere prevalente dei fenomeni carsici nei gessi delle Alpi Italiane*. Mondo Sotterraneo, 1 (4), pp. 72-78.

MARINELLI O., 1908 - *Fenomeni carsici nei gessi e nei calcari della Val Toggia*. Mondo Sotterraneo, 3 (1-2), pp. 1-5.

LOMBARDIA

Lamberto Laureti¹

Riassunto

Breve rassegna dei principali affioramenti gessosi in Lombardia più o meno interessati da fenomeni di carsificazione. La loro consistenza è peraltro piuttosto modesta, nonostante una discreta diffusione. Nelle colline dell'Oltrepo pavese nelle lenti di gesso messiniano si è formata una cavità in passato interamente percorribile, ma i cui ingressi sono attualmente del tutto ostruiti. Nelle zone alpine e prealpine affiorano con maggior frequenza gessi triassici con fenomeni di carsificazione costituiti da microkarren o da cavità doliniformi.

Parole chiave: Carsismo, gessi, Triassico, Messiniano, Lombardia

Abstract

Short review of the gypsum outcrops in Lombardy and their possible karst morphologies. Their amount is however very scarce: in the Oltrepo hills a Messinian gypsum lens hides a cave whose entrances are today inaccessible because of collapse and silting up. In the Lombard Alps the Triassic gypsum has a more abundant diffusion, but mainly with surface dissolution, as in the Spluga Pass, in Val Camonica and in the high Valtellina.

Key-words: Karst, gypsum, Triassic, Messinian, Lombardy

Inquadramento geografico e geologico

Tra le regioni italiane, la Lombardia si distingue per la sua varietà di ambienti, formata com'è, per una buona metà (47 %) da una larga fetta della pianura padana compresa tra i corsi del Ticino, del Mincio e parzialmente del Po, per i due quinti (40 %) da montagne e per il resto (13 %) da colline pedemontane (prevalentemente moreniche nella fascia subalpina). La montagna lombarda, a sua volta, è costituita per la quasi totalità da un ampio settore delle Alpi centrali

(Retiche, Orobie e fascia prealpina lombarda), culminante nei 4050 metri del Pizzo Bernina, che si dispiegano tra il solco ticinese e quello atesino-gardesano. A Sud del corso del Po sono lombardi alcuni modesti lembi di pianura (Lomellina, Oltrepo pavese e mantovano) e infine un ristretto lembo appenninico, limitato dalle valli della Staffora e del Tidone, culminante nei 1724 metri del Monte Lèsima e accompagnato da una breve fascia collinare pedemontana.

Di conseguenza il panorama geologico lombardo risulta piuttosto complesso e artico-

¹ - Dipartimento di Scienze della Terra - Università di Pavia

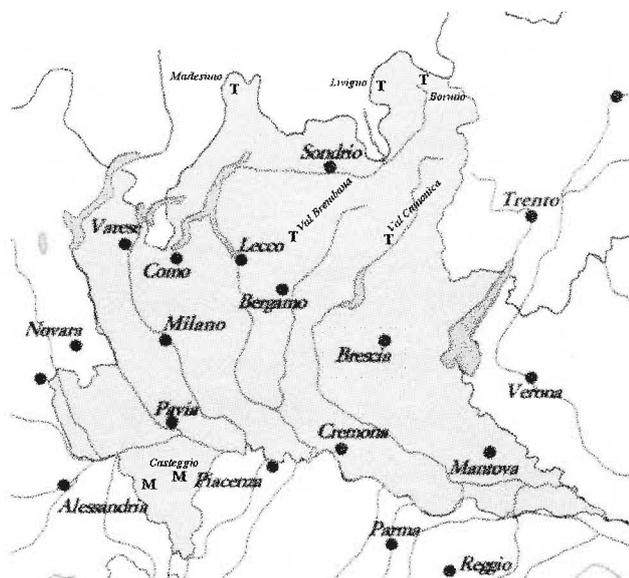


Fig. 1 – Localizzazione dei gessi messiniani (M) e triassici (T) in Lombardia.

Localization of the Messinian (M) and Triassic (T) gypsum outcrops in Lombardy.

lato, rappresentato strutturalmente per la parte alpina da formazioni sedimentarie e cristalline appartenenti ai domini sudalpini, pennidici ed austroalpini. Non meno complessa, pur nella sua limitata estensione, è la struttura della porzione appenninica, pressoché interamente costituita da formazioni sedimentarie e prossima, con lo sperone di Stradella, al suo collegamento con il finitimo bacino terziario ligure-piemontese.

Generalmente la distribuzione dei fenomeni carsici, in tale contesto, è limitata alla fascia prealpina dove predominano le formazioni sedimentarie di natura carbonatica, con particolari concentrazioni in aree strutturalmente favorevoli come l'altopiano di Serle, vicino Brescia, impostato su calcari giura-liassici, il massiccio calcareo-dolomitico delle Grigne, affacciato sul lago di Como, o il rilievo del Campo dei Fiori sovrastante la città di Varese. Tuttavia, anche altrove, là dove ricorrono le condizioni più adatte, il carsismo superficiale e profondo si manifesta con tipiche fenomenologie, tra le quali vanno comprese anche quelle che si sviluppano su rocce gessose. A tale riguardo, va precisato che depositi evaporitici interessati da morfologie carsiche, sia pur con modesta entità, sono presenti sia nella

breve porzione appenninica che nel settore alpino.

Nelle Alpi e Prealpi lombarde le formazioni gessose, tutte di età triassica, sono essenzialmente rappresentate da coperture, a carattere scarso e discontinuo, della falda austroalpina inferiore del Bernina, presenti nell'alta Valtellina al Sassalbo presso Poschiavo e nella Valle Federia poco a Nord della Forcola di Livigno. Altri affioramenti dello stesso genere compaiono nell'alto versante destro della Valle del Bràulio sotto il Piz Umbrail e nella conca di Bormio sotto il Dosso di Reit. Altri affioramenti gessosi, sempre di modesta entità e di età triassica, sono localizzati nei pressi di Madesimo nell'alta Valle Spluga (MATTIROLO, 1895). È infine da ricordare il cospicuo affioramento di volpinite (anidrite) di Costa Volpino allo sbocco della Valcamonica, già oggetto di un intenso sfruttamento. In effetti, la presenza di rocce gessose risulta ancor più numerosa se si considera il lungo e dettagliato elenco redatto dal CURIONI (1877) nel suo classico lavoro sulla geologia applicata delle province lombarde.

Nella porzione appenninica dell'Oltrepò pavese gli affioramenti evaporitici appartengono invece alla ben nota "vena del gesso", compresa nella Formazione Gessoso-solfifera di età messiniana (Miocene superiore) che borda tutto il margine esterno dell'Appennino e che localmente, tra la valle della Staffora e la Val Tidone, appare più o meno ben sviluppata ed è stratigraficamente compresa, con uno spessore dell'ordine di qualche decina di metri, tra le Marne di S. Agata Fossili (Tortoniano) a letto e i Conglomerati di Cassano Spinola (Messiniano sup. ipoalino) e le arenarie di Monte Arzolo al tetto. In effetti, qui la Formazione Gessoso-solfifera è costituita da marne gessifere con incluse lenti di gesso in grossi cristalli o granulare, cui si associano calcari brecciati, arenarie e conglomerati gessiferi. Essa è inoltre generalmente priva di fossili marini, ma ricca di paleoflora.

Esplorazioni e ricerche

Zone alpine

Gli affioramenti gessosi dell'alta Valtellina, come quelli dell'alta Valle Spluga, hanno destato generalmente scarsa attenzione, anche per la loro esiguità, da parte dei geologi che ne hanno rilevato la presenza fin dalla seconda metà del XIX secolo. Tuttavia, in alcuni casi sono stati messi in evidenza fenomeni di carsificazione, spesso confusi con aspetti del modellamento periglaciale. La presenza di materiali gessosi è inoltre documentata dalla stessa toponomastica (Valle del Gesso sul versante destro della alta valle del Bràulio dopo la III Cantoniera, Corna dei Gessi, Fontana dei Gessi nella Valle di Federa) che appare sulla cartografia ufficiale. A tale riguardo sarebbe opportuno uno specifico sopralluogo per verificare l'effettiva distribuzione di questi materiali e le loro morfologie. Lo stesso dicasi per l'affioramento dell'alta Valle Spluga dove il MATTIROLO (1895), in corrispondenza del ripiano Andossi, tra il Rio Scalcoggia e il torrente Liro, subito a Nord di Madésimo, aveva notato, *“dove per lo più il terreno è ricoperto di detrito”*, la presenza di *“numerosi e piccoli vani ad imbuto che attestano della presenza del gesso immediatamente sottostante, simili a quelli che incontrasi nelle regioni triassiche”* in Savoia, al Moncenisio, ecc. Formazioni di microkarren risultano anche negli affioramenti gessosi (MARINELLI, 1904) delle Prealpi bergamasche (Dossena) (fig. 2), mentre i ben noti laghetti di Ésine in Valcamònica sarebbero da attribuire a presenza di materiali gessosi in profondità (COZZAGLIO, 1892).

Oltrepo pavese

Allo stato attuale, i depositi di rocce gessose, dopo essere stati oggetto di un intenso sfruttamento fino a tutto il XIX secolo non sono più utilizzati e le relative cave risultano quindi abbandonate. Tra gli affioramenti

ancora visitabili sono da ricordare quelli nei pressi del cimitero di Mondondone dove però la carsificazione superficiale è ancora piuttosto modesta. Tuttavia, questa sezione della vena del gesso ospita una situazione di notevole interesse rappresentata da un vero e proprio bacino chiuso (fig. 3) che alimenta una tipica cavità di attraversamento, la Grotta di Camerà (2000 Lo/PV), sita poco a Sud di Casteggio. Le prime dettagliate notizie relative a questo sito risalgono ad oltre due secoli fa (1788) e sono contenute in una memoria del canonico GIOVANNI SEVERINO VOLTA, assistente dell'abate Lazzaro Spallanzani nel Museo naturalistico da questi fondato presso l'Università di Pavia. Tra i più illustri e autorevoli visitatori della cavità sono da ricordare anche SCIPIONE BREISLAK (1822) e TORQUATO TARAMELLI (1882).

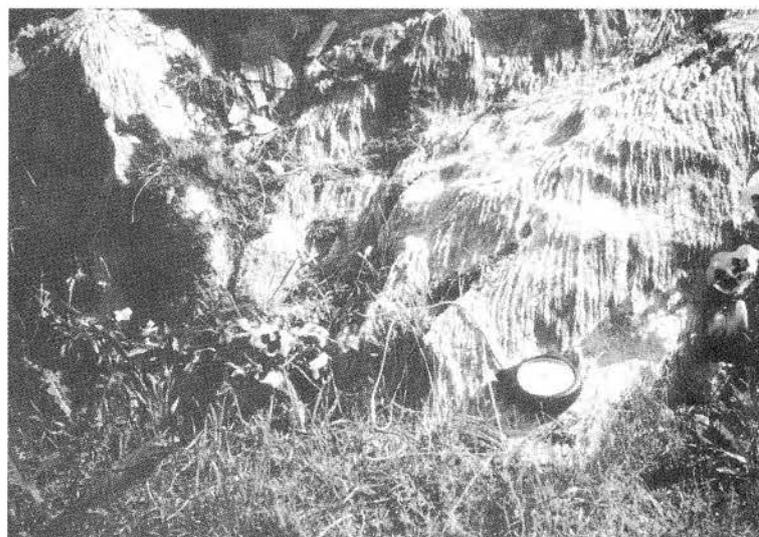


Fig. 2 - Affioramento gessoso con microkarren nei pressi di Dossena in Val Brembana.

Mikrokarren on a gypsum outcrop near Dossena in Val Brembana.

Già allora e sicuramente fino agli inizi del XIX secolo, secondo le testimonianze di Mario Baratta e Olinto Marinelli, la grotta era interamente percorribile, come lo era ancora in tutta la prima metà dello stesso secolo, quando venne percorsa e rilevata da Leonida Boldori con il Gruppo Grotte Cremona nel 1928 (figg. 5 e 7) che le assegnò anche il numero di catasto, dagli speleologi del

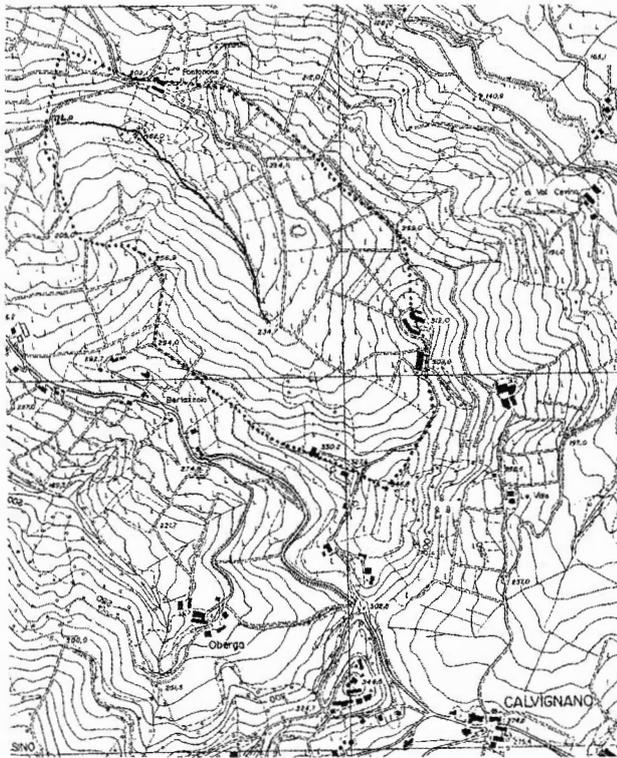


Fig. 3 - Carta del bacino della Camerà (dalla CTR della Lombardia).
Map of the blind valley of Camerà.

Gruppo Grotte Milano (fig. 6), tra cui Giulio Cappa, Roberto Potenza, Renato Tommasini e altri. Sulla storia delle esplorazioni della Grotta di Camerà si è soffermato recentemente anche Renato Banti, dello Speleo Club Protei di Milano, in un documentato articolo pubblicato su *Speleologia* in cui riferisce che “uno di noi ebbe la fortuna, nell’ormai lontano 1968, di visitare la grotta sino alla frana terminale”, mentre “oggi entrambi gli ingressi sono franati” (BANTI *et al.*, 1996). Attualmente i due ingressi risultano totalmente ostruiti da materiale franato. Tuttavia il vecchio inghiottitoio, come rilevato da recenti osservazioni, funge ancora da punto assorbente (fig. 4) e in corrispondenza della risorgenza è attiva una piccola sorgente sulfurea. Un ulteriore sopralluogo, durante l’estensione di questo contributo, compiuto dallo scrivente nel giugno di quest’anno 2003, ha confermato la situazione già osservata nel decennio precedente.



Fig. 4 - Fotografia del punto assorbente (eseguita a metà degli anni '90).
Picture of the sinkhole (half of 90's).



Fig. 5 – Leonida Boldori e altri speleologi all’interno della Grotta di Camerà nel 1928 (foto Archivio Boldori).
Leonida Boldori with other cavers in the Camerà Cave (1928).

Il carsismo dell’Oltrepo pavese

Tralasciando di illustrare gli aspetti paesaggistici e morfologici degli affioramenti gessosi che compaiono nelle zone alpine e prealpine lombarde, si ritiene di maggiore interesse limitarci a quelli dell’Oltrepo pavese. Attualmente gli affioramenti gessosi, anche a causa della loro esiguità, denotano una modesta incidenza morfologica, evidente soprattutto nelle zone dove furono aperte delle cave oggi non più attive e in stato di completo

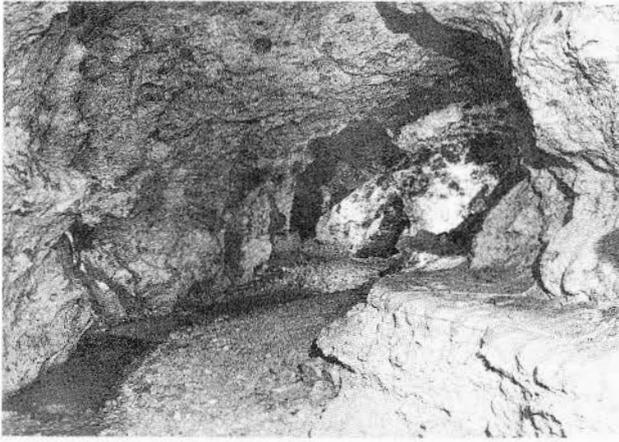


Fig. 6 - Un'altra immagine della Grotta di Camerà nel 1964 (foto G. Cappa).

Another picture of the Camerà Cave in 1964.

abbandono. Di conseguenza il loro sito è stato in gran parte ricolonizzato dalla vegetazione e ricoperto da materiali detritici di riporto o accumulatisi con il tempo. È questa in pratica la situazione che si riscontra nei dintorni di Montescano, di Mondondone (in comune di Codevilla), e di Retorbido: le cave di Garlassolo, site in quest'ultimo comune, hanno fornito in passato materiali per la chiesa di Casteggio e di numerosi altri edifici delle principali località dell'Oltrepò pavese.

Per ciò che riguarda la già citata Grotta di Camerà, di notevole interesse è la descrizione che ne hanno fatto il VOLTA (1788) [*Questa*

grotta formata dalla natura nel seno di una collina gessosa, presenta un viale assai lungo praticabile fino alla distanza di 250 passi dall'apertura. Il pavimento di tal galleria solcato viene nel mezzo da un ruscelletto d'acqua corrente portatavi da lontane sorgenti. Le pareti, e la volta della medesima sono intessute di un mastice lucidissimo fatto di frammenti angolari di selenite legati strettamente fra loro da un cemento di marga...] e il BREISLAK (1822) [*la grotta è scavata in una montagna formata da strati orizzontali di gesso, divisi da sottili strati di marna indurita. Nell'ingresso la grotta è alta nove in dieci piedi, ma poco dopo, la sua volta s'innalza a 20 in 25 piedi, ed è di tale larghezza che vi possono camminare di fronte quattro persone: s'inoltra molto nella collina, e gli abitanti del luogo dicono che la traversi da una parte all'altra...*]. La cavità è ricordata anche nel monumentale dizionario geografico-storico del CASALIS (1837) e in numerose descrizioni pubblicate nella seconda metà del XIX secolo. Nella sua tesi di laurea, discussa a Pavia nel 1878, il PARONA si sofferma ad illustrare le caratteristiche della cavità, visitata due anni prima, che, a suo dire, presenta tre aperture, una delle quali sulla volta a metà percorso. Oltre al TARAMELLI (1882), ne par-

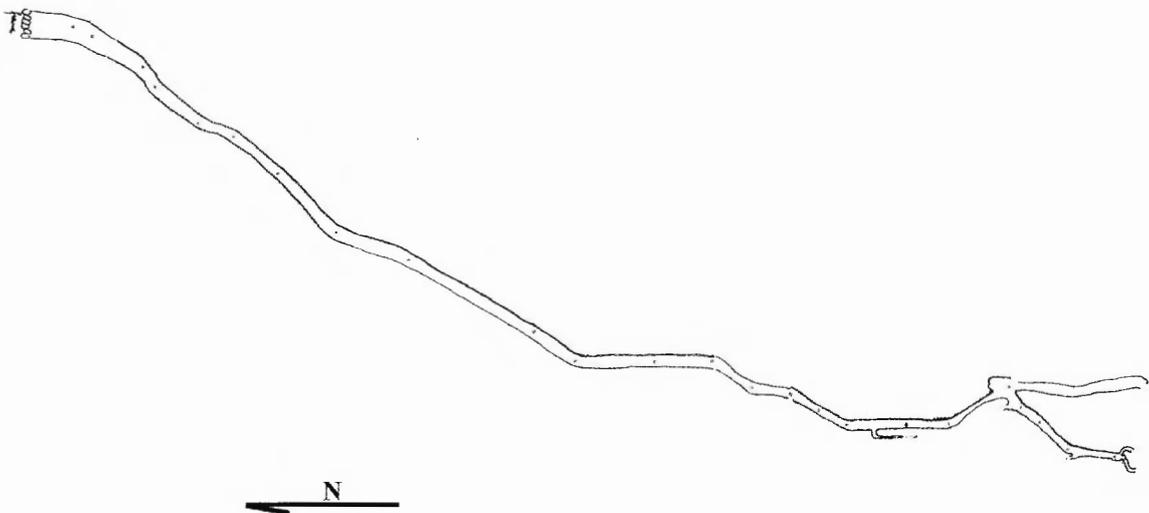


Fig. 7 – Pianta schematica della Grotta di Camerà (2000 Lo/PV), da un rilievo originale di L. Boldori (1928). Lo sviluppo totale della grotta, oggi non più accessibile, era di 386 m.

Schemathic map of the Camerà Cave (2000 Lo/PV), after the original survey of L. Boldori (1928). The cave, with a total length of 386m, is today not accessible because a large landslide that has involved the clayey rocks of the blind valley.

larono più diffusamente tanto il MARINELLI (1910-11, ripreso in MARINELLI, 1917) che il Baratta i quali la visitarono assieme nel 1910. Lo stesso Baratta, inoltre, nel suo corso dedicato alla morfologia e ai fenomeni del carso (1916-17) riferisce di averla visitata anche molto tempo prima: “*Molti anni or sono io l’ho percorsa in tutto il suo sviluppo, in genere abbastanza comodo, eccettuato verso la metà in cui appare strozzato e per procedere avanti era necessario strisciare con il corpo per terra*”. Nel suo lavoro sui fenomeni carsici nelle regioni

gessose d’Italia (1917) il Marinelli si soffermerà poi a lungo su questa cavità il cui ingresso allora risultava completamente ostruito da “smotte argillose”. Nella planimetria esterna che vi allega la quota dell’ingresso è indicata a 142 m s.l.m., mentre oggi il punto assorbente, secondo la CTR della Lombardia, è a 162 m s.l.m. Ciò significa che le possibilità di accesso da questa parte sono praticamente irrealizzabili. E con tutta probabilità lo sono anche dalla parte della risorgenza, circa 600 metri più a nord lungo il fosso Riale.

Bibliografia

- BANTI R., BUCCIARELLI I., CAPPA G., MARCHESI G., 1996 – *Oltrepò pavese, quattro storie per cinque grotte*. Speleologia, a. XVII, n° 34, pp. 24-29.
- BARATTA M., 1916-17 - *Morfologia e fenomeni del carso*. Lit. Tacchinardi e Ferrari, Pavia.
- BREISLAK S., 1822 - *Osservazioni sulle colline di San Colombano e della Stradella*. Descrizione geologica della provincia di Milano, Imperial Regia Stamperia, Milano, pp. 215-243.
- BOLDORI L., 1928 – *Il Buco di Camerà (n. 2000 Lo)*. Il Monte, Cremona, a. VI, n° 11, Novembre, pp. 63-65.
- CASALIS G., 1837 - *Dizionario storico-statistico-commerciale degli Strati di S.M. il Re di Sardegna*. vol. IV, Torino, pp. 81-84 (voce *Casteggio*).
- COZZAGLIO A., 1892 - *I laghetti di Esine*. Boll. Mens. del C.A.I., XXVI, 59, pp. 215-228.
- CURIONI, G., 1877 - *Geologia applicata delle provincie lombarde*. Milano, Hoepli, 2 volumi con carta geol.
- MARINELLI O., 1904 - *Sulla diffusione e sul carattere prevalente dei fenomeni carsici nei gessi delle Alpi Italiane*. Mondo Sotterraneo, I, 3-4, pp. 59-61, 72-78.
- MARINELLI O., 1910-11 – *Fenomeni carsici nei gessi di Casteggio*. Mondo Sotterraneo, Udine, a. VII, pp. 54-60.
- MARINELLI O., 1917 - *Fenomeni carsici nelle regioni gessose d’Italia*. Mem. Geogr. di G. Dainelli, 34, pp. 263-416.
- MATTIROLO E., 1895 - *Note geologiche sulle Alpi Lombarde, da Colico al passo dello Spluga*. Boll. Comit. Geol. Ital., 26, 1, pp. 51-108.
- PARONA C.E., 1879 - *Il Pliocene dell’Oltrepò Pavese. Osservazioni stratigrafiche e paleontologiche*. Atti Soc. It. Sc. Nat., XXI, pp. 662-773.
- TARAMELLI T., 1882 - *Descrizione geologica della provincia di Pavia*. G. Civelli, Milano, 165 pp.
- VOLTA G.S., 1788 - *Osservazioni mineralogiche intorno alle colline di San Colombano dell’Oltrepò di Pavia*. Opuscoli scelti sulle Scienze e sulle Arti, G. Marelli, Milano, XI, pp. 337-351.

VENETO

Mirco Meneghel¹, Ugo Sauro¹

Riassunto

Nel Veneto i gessi affiorano prevalentemente nell'area dolomitica e in aree più limitate nelle Prealpi Venete (Recoarese e Pasubio). Essi appartengono ai sedimenti della Formazione a Bellerophon del Permiano e del Gruppo di Raibl del Triassico, depositi in ambienti di transizione marino-continentale durante fasi climatiche aride. Pur affiorando su estensioni abbastanza ampie non vi risulta catastata neppure una grotta. Autori del passato hanno però descritto forme superficiali, aspetti idrologici e meccanismi morfodinamici come sprofondamenti. Particolarmente interessanti sono gruppi di doline generate per dissoluzione sia su superfici di gesso affiorante, sia al di sotto di coperture clastiche. In alcune aree abbassamenti del suolo hanno portato al cedimento di fondazioni di edifici causando, talora, anche la loro inagibilità.

Parole chiave: gessi, doline, sprofondamenti, Veneto

Abstract

In the Veneto region gypsum rocks crop out mostly in the Dolomites and in small areas of the Venetian Prealps (in the Recoaro area and in the Pasubio Mountain Group). They belong to the Permian Bellerophon Formation and Triassic Raibl Group, both deposited in coastal and lagoonal environment subject to strong evaporation. No gypsum caves are known even if the whole outcropping surface is relevant (about 150 km²). Surface forms, hydrological aspects and morphodynamical processes as collapses have been described by Authors in the first decades of the 20th century. Very interesting are solution and cover doline groups. In some areas solution subsidence caused breakdown of building foundation inducing sometimes to abandonment.

Key words: gypsum, doline, collapse, Veneto

Inquadramento geografico e geologico

I gessi nel Veneto affiorano su un'area complessiva di circa 150 km² in varie zone dell'area dolomitica e nel gruppo delle Piccole Dolomiti (Carega e Pasubio) nelle Prealpi Venete. Essi si trovano prevalentemente in due formazioni: nella Formazione a Bellerophon del Permiano superiore e nel Gruppo di Raibl del Triassico.

La Formazione a Bellerophon, che prende il nome dall'omonimo gasteropode assai diffuso negli strati della porzione superiore della formazione, si appoggia su sedimenti di ambiente continentale, le Arenarie di Val Gardena, ed è sormontata dagli strati prevalentemente calcarenitici del Werfeniano. La formazione raggiunge la sua massima potenza, circa 600 m, nei dintorni di Lozzo di Cadore; la potenza va riducendosi verso Ovest e la formazione

¹ - Dipartimento di Geografia dell'Università di Padova

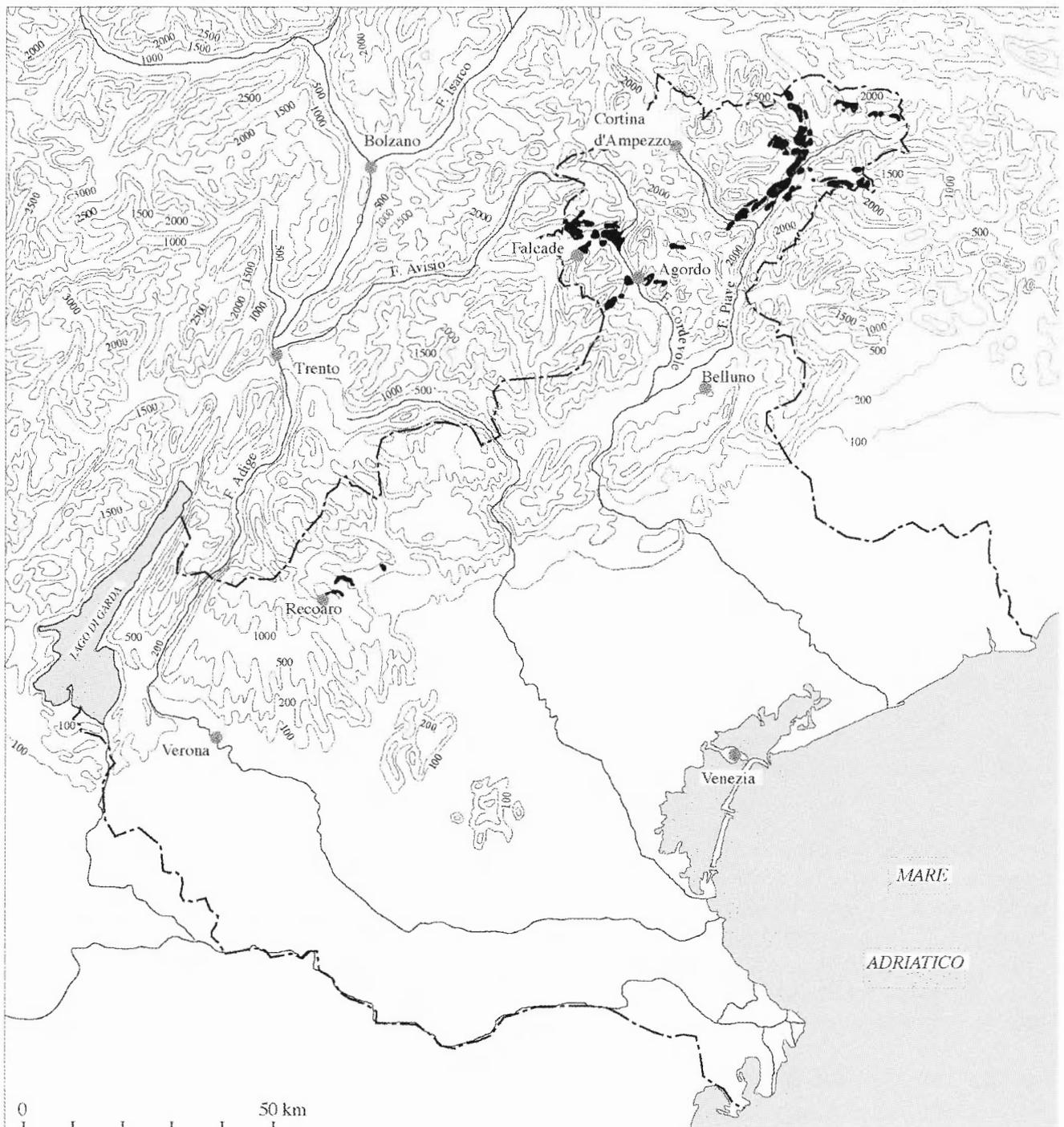


Fig. 1 – carta degli affioramenti delle formazioni gessose permiane e triassiche del Veneto.
Map of the outcrops of the gypsum formations of Permian and Triassic age of the Veneto Region.

scompare lungo una linea di direzione meridiana posizionata presso la valle dell'Adige. Lo spessore medio nelle Dolomiti è di circa 80 m (LEONARDI, 1967). Le sequenze più ricche di gesso si trovano nella parte inferiore della formazione, con una potenza massima del livello

propriamente gessoso dell'ordine dei 150 m. La sequenza tipicamente evaporitica è coperta da una serie di calcari neri fossiliferi, avente spessore di 50-100 metri nell'area dolomitica.

BOSELLINI & HARDIE (1973) hanno riconosciuto nelle facies evaporitiche la ripetizio-

ne di parecchi cicli deposizionali legati alla progradazione delle piane tidali e alla contemporanea subsidenza, o comunque alla variazione del livello del mare. Un tipico ciclo, della potenza complessiva di pochi metri, è caratterizzato da un intervallo sottilmente stratificato di dolomia "terrosa" alla base, sul quale si trova un banco di dolomia con noduli di gesso, sormontato da gesso stratificato nodulare, con qualche livello dolomitico, e da gesso massivo o irregolarmente laminato.

Nel suo insieme la Formazione a Bellerophon testimonia la trasgressione marina permiana sulla formazione continentale delle Arenarie di Val Gardena. La trasgressione si è verificata da est verso ovest: il margine del continente era caratterizzato da una fascia costiera con lagune e piane tidali dove, per il clima caldo, si verificava una forte evaporazione che provocava la precipitazione di sali, principalmente anidrite e gesso. Le condizioni ambientali dovevano essere analoghe a quelle delle attuali sabkha, luoghi non favorevoli allo sviluppo degli organismi, che infatti hanno lasciato poche testimonianze nei sedimenti, date da tracce di organismi scavatori, alghe e minuti gasteropodi. La deposizione dei sali avveniva non solo sulla superficie delle piane tidali e delle lagune, ma anche all'interno dei sedimenti stessi, dove per l'evaporazione dell'acqua si formavano concrezioni e noduli.

Con il procedere della trasgressione, le lagune salate e le piane tidali si trasformarono in un golfo marino con mare più profondo e condizioni più favorevoli allo sviluppo di organismi. Al fondo di questo mare si depositavano i sedimenti carbonatici ricchi di materiale organico che costituiscono la parte superiore della formazione.

Nel Veneto la Formazione a Bellerophon affiora nell'area dolomitica presso il Passo di Valles, nel Comelico e in Cadore e inoltre nell'Agordino e nella conca di Recoaro.

Il Gruppo di Raibl si appoggia su formazioni carbonatiche, terrigene e vulcanoclastiche

(Dolomia Cassiana, Formazione di S. Cassiano e Dolomia di Durrenstein). È sormontato da una formazione carbonatica molto estesa geograficamente: la Dolomia Principale. Il gruppo di Raibl si presenta piuttosto eterogeneo essendo costituito da calcari, marne, argille, conglomerati, arenarie e da qualche strato di dolomia e di gesso (BOSELLINI, 1989). L'ambiente di deposizione risulta simile a quello della Formazione a Bellerophon: una piana costiera bassa, con spiagge, cordoni litoranei, lagune, piane tidali che creavano microambienti diversi pur nel quadro paleogeografico sostanzialmente unitario, dato da rilievi a meridione che fornivano sedimenti a una pianura fluviale passante, tramite i detti ambienti anfibi, a un mare basso situato a Nord. Ancora una volta i gessi testimoniano ambienti sottoposti a forte evaporazione. Nel Veneto gessi appartenenti al Gruppo di Raibl si trovano nella sua porzione occidentale, al Monte Cristallo e nell'alto bacino del Piave.

Dal punto di vista della tettonica entrambe le formazioni presentano un comportamento sostanzialmente plastico e si trovano quindi spesso intensamente pieghettate e, in alcuni casi, hanno funzionato come lubrificante tettonico nell'ambito di strutture del tipo sovrascorrimento. In particolare queste formazioni risultano coinvolte nella dinamica del sovrascorrimento sud-vergente associato alla linea di Pieve di Cadore.

Conoscenze precedenti ed aspetti geomorfologici

I gessi del Veneto affiorano in numerose aree che non hanno una ben definita individualità morfologica e pertanto verranno qui illustrati nelle loro caratteristiche principali. In particolare per quanto riguarda le cavità sotterranee non è nota neppure una grotta catastata. Tuttavia esistono numerose forme superficiali che sono la conseguenza dei pro-



Fig. 2 – Una dolina nelle coperture clastiche nei pressi di Forcella Lagazon nel bacino del Cordevole.
A cover-doline near Forcella Lagazon in the upper Cordevole basin, Dolomites.

cessi di soluzione molto più rapidi che non nei calcari. Infatti le acque delle sorgenti che provengono da acquiferi che comprendono rocce gessose sono fortemente mineralizzate. Nel Gruppo del M. Popera i contenuti in gesso (dissociato in ioni nella soluzione) nelle acque di alcune sorgenti è intorno a ben 3 g/l (CASATI *et al.*, 1982a).

In letteratura, sulle forme carsiche nei gessi non si trovano descrizioni più recenti rispetto a quelle della memoria classica del MARINELLI (1917), né ci sono informazioni sullo stato di conservazione di forme o gruppi di forme descritti da questo autore.

Alcune delle forme descritte, riprese dalla letteratura, come le Ciare di Vallesella e il sistema idrografico di Lagole potrebbero essere state in parte o completamente distrutte in seguito a interventi antropici, come la costruzione dell'invaso del Lago di Pieve di Cadore

che si estende nell'area di affioramento dei gessi. Alcune informazioni sui gessi della Valle del Biois sono state fornite dal geologo Vittorio Fenti.

Date queste premesse, la rassegna che segue sarà necessariamente schematica.

Gli affioramenti naturali di gessi privi di una copertura di suolo sono molto limitati per estensione. Su alcuni si possono osservare forme di soluzione in roccia di dimensioni piccole e medie, quali scannellature e micro-rills. La maggior parte dei Karren non sono visibili ma mascherati da coperture più o meno spesse. In qualche occasione lavori di sbancamento hanno messo in luce Karren di tipo coperto a pinnacoli separati da profondi crepacci e solchi, riferibili a situazioni di "criptocarso" (ad esempio a Lozzo di Cadore).

Le forme di medie dimensioni più comuni sono le doline che si trovano o isolate, o in

gruppi sino ad alcune decine di unità.

Un gruppo di parecchie decine di doline di dimensioni piccole e medie si trova in prossimità della Forcella Lagazon sul versante settentrionale della Valle del Biois. Le doline si trovano nell'ambito di un versante molto articolato, sul quale non si vedono affiorare i gessi ma le marne che li ricoprono, e presentano perimetri irregolari e rilevanti differenze tra la profondità massima e la profondità minima. Quest'ultima può essere di pochi decimetri. Nelle doline più grandi il versante a monte è spesso incavato a formare una valletta e sul fondo della conca si riconosce un inghiottitoio. Queste doline possono essere interpretate come di tipo "alluvionale" o meglio del tipo "cover-doline", cioè doline nella copertura connesse con un "drenaggio puntuale" dell'acqua superficiale condizionato dalle caratteristiche della stessa copertura, in questo caso poco permeabile. Nelle doline di Forcella Lagazon sembrano giocare un certo ruolo morfogenetico anche i movimenti di assestamento della copertura conseguenti la dissoluzione del substrato. Altri gruppi di doline si trovano vicino a Sappade e a Caviola. In particolare le doline in prossimità di Sappade si presentano come doline coniche di dimensioni medio piccole con i perimetri confinanti tra di loro a formare un "carso ad alveare".

A Nord di Falcade si trova un laghetto, il Lago Rudine, il cui emissario finisce assorbito da un inghiottitoio sul fondo di una dolina (MARINELLI, 1917).

In prossimità di Cibiana un torrentello, che scorre durante i periodi piovosi sul fondo di una valletta, scompare in corrispondenza di un inghiottitoio per ricomparire circa 100 m più a valle. Tuttavia, a valle dell'inghiottitoio non si riconosce un'evidente contropendenza e pertanto la valle non può essere definita cieca.

Nel Cadore poco a Est di Lorenzago il Marinelli descrive un interessante gruppo di sei doline, le due più grandi delle quali hanno diametri intorno ai 50 m e profondità intor-

no ai 15 m. Sul fondo di una di queste si apre una grotta impercorribile dopo pochi metri.

Un gruppo ancora più spettacolare è quello di Vallesella fra Pieve e Lorenzago, noto con il nome di "Ciare di Vallesella". Si tratta del raggruppamento di una dozzina di doline di dimensioni medio grandi, con pareti subverticali in conglomerato che conferiscono loro una forma cilindrica; la più grande supera di poco i 100 m di diametro e la più profonda raggiunge i 27 m. Si tratta di doline nella copertura alluvionale generatesi in seguito al cedimento di questa, in corrispondenza di cavità di soluzione nei gessi sottostanti.

Un complesso e interessante sistema idrologico nei gessi viene descritto dal Marinelli come area di Lagole, tra Pieve di Cadore e Perarolo. Si tratta di un complesso di sorgenti che origina un ramificato sistema di ruscelli che bagnano un terrazzo formato da depositi travertinosi sino ad essere assorbiti in corrispondenza di una linea di inghiottitoi. A valle degli inghiottitoi ci sono alcune decine di doline di piccole e medie dimensioni e quindi, un centinaio di metri a valle degli inghiottitoi, un sistema di risorgenti alla testata di una piccola valle chiusa. È evidente che si è qui individuato un sistema di attraversamento carsico nell'ambito dei gessi.

Nel Comelico, tra Padola ed Auronzo ci sono alcune doline in depositi morenici che ricoprono gessi. In alcune di queste depressioni si trovano dei laghetti.

Dal punto di vista della dinamica della formazione di una dolina nella copertura, interessante è la descrizione della dolina di sprofondamento di Auronzo (MARINELLI, 1916). Questa dolina si è formata nella notte tra l'1 ed il 2 gennaio 1916 con forti rumori avvertiti dalla popolazione. La cavità nelle alluvioni, inizialmente con l'aspetto di un pozzo cilindrico di 5-6 m di diametro, si è andata poi allargando e approfondendo nel giro di alcuni giorni, sino ad assumere una forma conica con diametro e profondità entrambi di circa 13 m.

Al di là della presenza abbastanza sporadica di queste forme carsiche superficiali, la dinamica geomorfologica connessa con i processi di soluzione dei gessi trova numerose evidenze in eventi più o meno rapidi, talora responsabili di danni a edifici, strade e altre opere pubbliche. Molti sono i casi di cedimenti di edifici soprattutto nell'alta Valle del T. Biois (per esempio ad Andrich); l'abitato di La Costa di San Rocco (Perarolo) è stato dichiarato non abitabile e abbandonato. Con lo sviluppo del turismo e delle seconde case alcune di queste sono state interessate da fenomeni di dissesto, tra cui un condominio ad Avoscan e una casa ad Agordo che è sprofondata su un lato.

Problemi della valorizzazione e conservazione

Il primo problema relativo agli ambienti carsici nei gessi delle Dolomiti è quello della loro conoscenza e dello stato di conservazione delle forme descritte da autori precedenti. In tempi recenti non si è ancora verificato se tutte le forme descritte dal Marinelli sono ancora conservate. Alcune di queste, come le Ciare di Vallesella e il sistema idrografico di



Fig. 3 – Una casa di abitazione lesionata in seguito a cedimento del suolo per processi di soluzione dei sottostanti gessi a Andrich, Agordino.
A damaged building, following the subsidence caused by the solution of the underlying gypsum layers in the village of Andrich (Agordo, Dolomites).

Lagole potrebbero essere state in parte o completamente distrutte in seguito a interventi antropici. Si impone quindi una ricerca mirata su queste forme che porti a un censimento delle stesse in funzione di individuare eventuali strategie per la loro protezione e valorizzazione.

Bibliografia

- BINI A., 1983 - *Appunti sul carsismo nei gessi della formazione di Bellerophon al Passo di San Pellegrino - Dolomiti (Italia)*. Atti Conv. Int. Corso di alta Montagna, Imperia 1982, 1, pp. 33-36.
- BOSELLINI A., HARDIE L.A., 1973 - *Depositional theme of a marginal marine evaporite*. Sedimentology, 20, pp. 5-27.
- BOSELLINI A., 1989 - *La storia geologica delle Dolomiti*. Ed. Dolomiti, 149 pp.
- CALAFORRA J.M. (eds), 1998 - *Karstologia en yesos*. Ciencias y Tecnologia, Almeria, Monografia 3, 384 pp.
- CASATI P., CAVALLIN A., CORTECCI G., FARINI A., PACE F., VIGANÒ P., 1982a - *L'acqua nel Gruppo del Monte Popera (Dolomiti nord-orientali)*. Studi Trentini di Scienze Naturali, Acta Geologica, 59, pp. 33-75.
- CASATI P., JADOUL E., NICORA A., MARINELLI M., FANTINI SESTINI N., FOIS E., 1982b - *Geologia dell'alta Valle dell'Ansiei e dei Gruppi Monte Popera - Tre Cime di Lavaredo*. Rivista Italiana Paleontologia e Stratigrafia, 87, pp. 371-510.
- DAL PIAZ G., 1900 - *Grotte e fenomeni carsici del bellunese*. Mem. Soc. Geogr. Ital., 9 (1899), pp. 178-222.
- LEONARDI P., 1967 - *Le Dolomiti, geologia dei monti tra Isarco e Piave*. Consiglio Nazionale delle Ricerche e Giunta provinciale di Trento, 2 volumi, 1019 pp.
- MARINELLI O., 1904-1905 - *Sulla diffusione e sul carattere prevalente dei fenomeni carsici nei gessi delle Alpi Italiane*. Mondo Sotterraneo, 3-4, pp. 59-72.
- MARINELLI O., 1910 - *Una vecchia indicazione sopra le "ciare" di Vallesella*. Mondo Sotterraneo, 6/5-6, pp. 104-105.
- MARINELLI O., 1916 - *La nuova dolina di sprofondamento di Auronzo*. Mondo Sotterraneo, 13/4-6, pp. 112-116.
- MARINELLI O., 1917 - *Materiali per lo studio dei fenomeni carsici- 3 - Fenomeni carsici nelle regioni gessose d'Italia*. Mem. Riv. Geogr. It., 34, pp. 264-416.

TRENTINO ED ALTO ADIGE

Giuliano Perna¹

Riassunto

Il gesso nel Trentino – Alto Adige è presente nel Permiano e nel Trias, con livelli di modesta potenza che non danno luogo a fenomeni carsici. Fanno eccezione i giacimenti al tetto della Formazione delle Arenarie di Val Gardena (Permiano medio inferiore). Il gesso è microcristallino e la forma dei giacimenti è lenticolare e deriva dalla idratazione della anidrite, come è stato evidenziato dagli scavi minerari. Nel giacimento denominato Tistola a Castello di Fiemme, era presente una minuscola cavità concrezionata. La dissoluzione superficiale ha scavato profondi solchi, isolando pinnacoli alti una decina di metri.

Nei giacimenti del Werfen sono presenti marne gessifere e si notano talvolta fenomeni di corrosione superficiale nelle cave abbandonate.

Parole chiave: Trentino–Alto Adige, Carsismo, Gessi

Abstract

Permian and Triassic gypsum crops out in Trentino-Alto Adige in thin layers and without karst phenomena, with the exception of the deposits at the top of the Val Gardena Sandstones Formation (Middle Permian). The microcrystalline gypsum in lenticular deposits is derived by hydration of anhydrite, like evidenced in mining activity. Inside the deposits named Tistola, near Castello di Fiemme, a small concretioned cave is present. The surface dissolution has created deep trenches and some isolated pinnacles 10m high.

Gypsum marls are present in the Werfen deposits and surface corrosion phenomena can be noted.

Key-words: Trentino-Alto Adige, gypsum, karst.

Il Trentino Alto Adige è ubicato nella parte centrale delle Alpi e comprende, oltre a complessi antichi cristallini, una serie sedimentaria che va dal Permiano all'Oligocene.

Il gesso è presente in vari livelli della serie stratigrafica ma affiora in modo molto limitato (fig. 1) anche perché, per la estrema solubilità, tende a dissolversi in pochi anni, a meno

che non sia presente una copertura o particolari situazioni morfologiche. La potenza dei gessi è limitata a spessori al massimo di qualche metro. Fanno eccezione le marne gessose e gessi del Werfen dell'area di Trento e delle Giudicarie e le lenti di gesso microcristallino del Permiano della Val di Fiemme.

1- Gruppo Speleologico Trentino SAT Villazzano; Società Speleologica Italiana

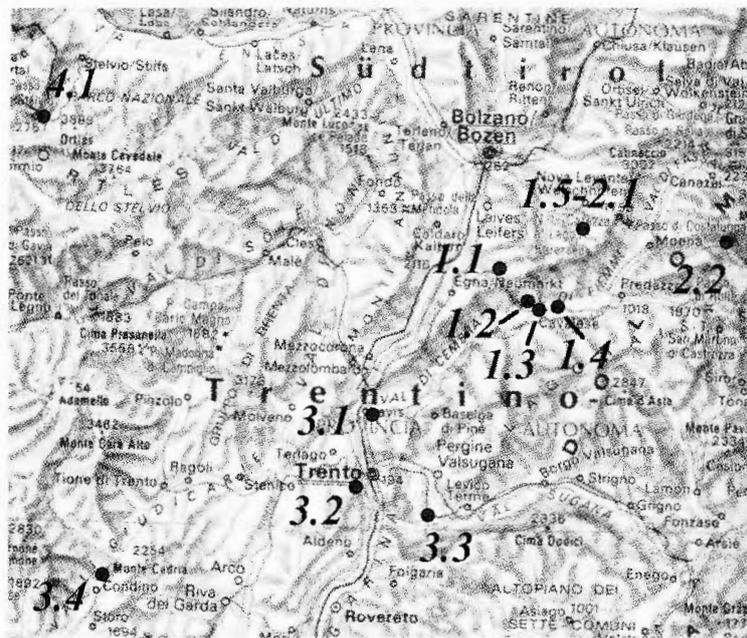


Fig. 1 - Localizzazione degli affioramenti gessosi in Trentino Alto Adige. *Map of the gypsum outcrops of Trentino Alto Adige.*

Il gesso è presente nel:

1. Permiano medio inferiore: Arenarie di Val Gardena (Sassoniano);
2. Permiano superiore: Formazione a Bellerophon (Turingiano);
3. Trias inferiore: Werfeniano superiore (Orizzonte di Andraz);
4. Trias medio (Preraibliano).

Fig. 2 - Forra del Butterloch. In basso le Arenarie di Val Gardena, cui segue la Formazione a Bellerophon. La serie continua con il Werfen e con le dolomie triassiche. (Foto Perna).

The Butterloch gorge, with the Arenarie di Val Gardena Formation in the lower part: on the top crops out the Bellerophon Formation. The series follows with Werfenian and the Triassic dolomites.





Fig. 3 - Cava di gesso abbandonata dei Sorni (Lavis). La foto evidenzia le pieghe degli strati di gesso intercalati a marne. (Foto Perna).

The abandoned gypsum quarry of Sorni (Lavis). The picture shows the folds of the gypsum layers interbedded with marls.

1. Giacimenti nelle Arenarie di Val Gardena

Le Arenarie di Val Gardena sono costituite da arenarie, siltiti e rari livelli calcarei presenti nella parte superiore e derivano dallo smantellamento delle metamorfite e vulcaniti su cui giacciono. L'ambiente di deposizione è continentale, con prevalente sedimentazione alluvionale di tipo deltizio con episodi di sedimentazione evaporitica e talora anche marina (BARTOLOMEI *et al.*, 1969).

Il gesso è presente nei livelli superiori come noduli, livelletti e grosse lenti. Queste ultime sono ubicate nella parte sommitale, a contatto con la soprastante Formazione a Bellerophon ed hanno dato luogo ad intensa attività estrattiva in Val di Fiemme in corrispondenza dei giacimenti della Scofa, Marmolaia, Tistola, Marco. Questi giacimen-

ti si allineano in Val di Fiemme al bordo di un'area nella quale le Arenarie di Val Gardena hanno una potenza di poche decine di metri. La forma di questi giacimenti è a focaccia, con la sommità molto convessa e questo fatto, nonché la presenza di anidrite al centro delle lenti, fa ritenere che questi giacimenti fossero originariamente di anidrite, successivamente idratata a gesso.

I giacimenti sono i seguenti:

1.1. *La Scofa* (Passo di S. Lugano). Percorrendo la Strada Statale n. 48 delle Dolomiti, tra Ora e la Val di Fiemme si incontra il Passo di S. Lugano. Si sale verso Nord e nei pressi del Maso "la Scofa" è presente un giacimento di gesso, coltivato ed esaurito negli anni '70. Nel gesso era presente pirite. Nessun fenomeno carsico.

1.2. *Marmolaia* (Castello di Fiemme). Il giacimento è di forma lenticolare, estensione 350 m, potenza circa 50 m, con al centro un nucleo di anidrite. Il gesso è microcristallino, di colore bianco oppure rosato.

Fenomeni carsici: all'inizio della attività di questa cava, con lo scoperciamento del giacimento, fu messa in vista una serie di pinnacoli della altezza di una decina di metri, isolati dalla dissoluzione, antecedentemente alla copertura detritica. Sul materiale di scavo presente in cava sono presenti fenomeni di dissoluzione carsica superficiale.

1.3. *Tistola* (Castello di Fiemme). È ubicato a N della Strada Statale n. 48 delle Dolomiti poco dopo il bivio per Castello di Fiemme. Il giacimento, intensamente coltivato ed esaurito, si presenta con una bella sezione (fig. 4).

Fenomeni carsici: circa 40 anni fa la coltivazione del giacimento ha incontrato una minuscola cavità di dissoluzione della superficie di circa un metro quadro, di qualche decimetro di altezza, con minutissime stalattiti carbonatiche pendenti dalla volta. Ai bordi della cava si rinvengono blocchi di scarto, con fenomeni di dissoluzione carsica superficiale. Al tetto del giacimento è presente gesso con cristalli originati dalla degradazione delle vulcaniti e trasportati da un torrente al bacino di sedimentazione (CLOCCHIATTI & PERNA, 1974).

Poco discosto è il giacimento di *Marco* (1.4) analogo ai precedenti ma di dimensioni minori. Altra località da ricordare è la *forra del Butterloch* (Redagno) (1.5), con una bella sezione delle Arenarie di Val Gardena (fig. 2),



Fig. 4 - Cava di Castello di Fiemme: lente di gesso al tetto della Formazione delle Arenarie di Val Gardena. Sulla destra strati del Werfen. (Foto Perna).

The quarry of Castello di Fiemme: a gypsum lens at the top of the Arenarie di Val Gardena Formation. On the right some layers of Werfen.

che qui hanno la potenza di 320 m, con livelli di gesso intercalati con arenarie e marne. Nel torrente non sono infrequenti i ciottoli di anidrite. Non vi sono fenomeni carsici. La copertura è costituita dalla Formazione a Bellerophon, nella quale è ancora presente abbondante gesso in noduli (PERNA & AGNOLI, 1975).

2. Giacimenti nella Formazione a Bellerophon

La serie stratigrafica prosegue con la Formazione a Bellerophon, con ambiente di sedimentazione lagunare-salmastro e di acque basse costiere, con presenza di noduli e livelli di gesso di modesto spessore.

Nel Butterloch già citato sono presenti livelli di gesso (2.1). Non si conoscono fenomeni carsici.

2.2. *Passo di S. Pellegrino*. Il gesso è intercalato nei depositi evaporitici della Formazione a Bellerophon (nella "Facies Fiammazza", parte inferiore), costituita da depositi evaporitici: dolomie cariate, gessi e argille, qui estremamente fratturati.

Sono presenti doline di dissoluzione, da circolari ad asimmetriche di pendio, del diametro da 1,5-2 m ad un massimo di 5-6 m. Le piccole dimensioni delle forme ed il paesaggio a dossi e doline vengono attribuite alle condizioni strutturali (fratturazione minuta e fitta) e litologiche: gessi poco compatti in strati poco spessi e con intercalazioni argillose (BINI, 1982; MARINELLI, 1917).

Il gesso della Formazione a Bellerophon, diffuso nelle zone di S. Martino di Castrozza, Bellamonte, Passo di Valles e Val San Niccolò, non ha dato luogo ad attività estrattiva, essendo fittamente interstratificato a marne che ne condizionano le possibilità di coltivazione.

3. Giacimenti di gesso werfeniani

Il gesso è presente nei livelli superiori del Werfeniano (base del Membro di Val Badia), con una potenza di circa 50 m di gessi ben stratificati e livelli marnosi intercalati. "L'ambiente di deposizione werfeniano si è evoluto da una piattaforma di tipo carbonatico alla base, ad una piattaforma ad apporto terrigeno, con fondali bassi ed estesi, talora con instaurazione di ambienti evaporitici" (BARTOLOMEI *et al.*, 1969).

3.1. *Sorni* (Lavis). Lungo la valle dell'Adige, a Nord di Trento, sul versante orografico sinistro affiora un complesso di marne gessose e gessi che ha dato luogo ad una lunga ed intensa attività estrattiva. La cava è abbandonata (fig. 3) ed in via di trasformazione in discarica. Sono presenti fenomeni di dissoluzione carsica superficiale sui massi franati.

3.2. *Val Gola* (Ravina - Trento). A Sud di Trento, sul versante orografico destro, in Val Gola, poco a monte dell'abitato di Ravina, nella parte superiore della Formazione Werfeniana sono presenti marne gessifere e lenti di gesso, che hanno dato luogo ad una attività estrattiva. Non sono noti fenomeni carsici.

Altre manifestazioni di gesso sono in località *Menador* (Caldonazzo) (3.3) e presso *Cimego* nella Val del Chiese (3.4).

4. Manifestazioni nel Trias medio

Va ricordata infine la presenza di gesso al *Passo dello Stelvio* (4.1), nelle dolomie cariate o calcare cavernoso (Rauhwacke) del Trias medio (Preraibiano) e che ricopre i conglomerati ed arenarie continentali del "Verrucano" (D'AMICO, 1969).

Bibliografia

- BARTOLOMEI G., CORSI M., DAL CIN R., D'AMICO C., GATTO G.O., GATTO P., NARDIN M, ROSSI D., SACERDOTI M., SEMENZA E., 1969 - *Note illustrative della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:100.000, Foglio 21, Trento, 79 pp.*
- BINI A., 1983 - *Appunti sul carsismo nei gessi della Formazione a Bellerophon al Passo di San Pellegrino (Dolomiti, Italia). Atti Conv. Int. Carso di Alta Montagna, pp. 33-36.*
- CLOCCHIATTI R., PERNA G., 1974 - *Étude des inclusions des phénocristaux des roches volcaniques acides et des quartz detritiques du Permien des Dolomites italiennes. Rend. Soc. It. Min. Petr., 30 (1), pp. 441-458.*
- D'AMICO C., 1969 - *La costituzione geologica. Studi per la valorizzazione naturalistica del Parco Nazionale dello Stelvio, 1, pp. 101-121.*
- MARINELLI O., 1904-1905 - *Sulla diffusione e sul carattere prevalente dei fenomeni carsici nei gessi delle alpi italiane. Boll. Soc. Geogr. It., s. 4.*
- PERNA G., AGNOLI G., 1975 - *Marmi, pietre ornamentali e materiali da costruzione nel Trentino- Alto Adige. Economia Trentina, 1975, (2), pp. 9-33.*

FRIULI-VENEZIA GIULIA

Franco Cucchi¹, Chiara Piano¹

Riassunto

Nel Friuli-Venezia Giulia, dove le rocce carbonatiche affiorano diffusamente e le cavità note sono più di 7.000, la scarsità di affioramenti gessosi può proprio essere desunta dal fatto che una sola cavità in gessi è iscritta a Catasto. Solamente nel 1998 speleologi del CSIF (Circolo Speleologico Idrologico Friulano) hanno presentato la “Grotta nel gesso in località Duron”.

Le aree carsiche nelle evaporiti friulane sono limitate e sempre collegate alla problematica dei dissesti. Infatti l'alta erodibilità e l'altissima solubilità possono portare, ove le caratteristiche geologiche e geomorfologiche lo consentono, a un continuo e veloce scalzamento al piede dei rilievi, generando diffusi e continui franamenti dalle pareti sovrastanti (in genere calcari e dolomie) e tutta una serie di adattamenti (ondulazioni, inghiottitoi, scavernamenti, sprofondamenti) del piede del pendio stesso.

Parole chiave: Gessi, Permiano, Triassico, Alpi Carniche, paesaggio carsico.

Abstract

In the Friuli-Venezia Giulia region, where carbonate rocks diffusely crop out and the known caves are almost 7,000, the scarcity of significant gypsum outcrops can be observed in just one little cavity which opens into gypsum. Only in 1998 did the speleologists of “Circolo Speleologico Idrologico Friulano” present the “Grotta nel gesso in località Duroni” to the cave registry of Friuli-Venezia Giulia. The outcrops, present almost exclusively in the Carnic Alps, do not crop out diffusely in the area (fig. 1).

In the mountain of Friuli the particular orographic setting and the complex structural situation make numerous derangement phenomena be started up by the dissolution of evaporitic deposits. They are phenomena of progressive but slow evolution or phenomena of catastrophic evolution, depending upon how evaporites (practically gypsum, but also and not marginally the carried breccias) are involved in the derangement mechanism. Among the first it is possible to consider firstly the accelerated erosion and the dissolution at the foot of the slopes resulting in the consequent starting up of instability phenomena; secondly the dissolution of evaporitic clasts within alluvial or morenial dissolved deposits with the consequent depauperation of the geotechnic characteristics; and thirdly the dissolution of evaporitic rocky substrata covered by dissolved permeable deposits resulting in vertical collapses. Among the second it is possible to consider the development of collapse dolines and the consequent formation of soffusion or subsidence dolines. The examples are numerous, they are often dramatical because of their consequences upon human activity and they are always emblematic because of their “ineluctability”.

Key-words: gypsum, Permian, Triassic, Carnic Alps, karst landscape.

¹ Dipartimento di Scienze Geologiche, Ambientali e Marine dell'Università di Trieste

Inquadramento geografico e geologico

In Friuli (CARULLI & COLUSSI, 1974) le evaporiti della Formazione dei Calcari a Bellerophon (Permico superiore) e quelle comprese nella successione triassica (breccie e gessi carnico-raibliani) sono responsabili di morfologie particolari oltre che di numerosi dissesti (fig. 1).

I depositi presenti quasi esclusivamente nelle Alpi Carniche non affiorano in maniera

arealmente diffusa, ma sono spesso presenti alla base dei rilievi o seguono l'andamento delle aste vallive (Val Pesarina, Valcalda, Val Pontaiba, Alta Val Tagliamento) ed i fronti dei principali sovrascorrimenti (ad esempio la Linea di Sauris), dove i livelli gessosi funsero da superficie di scollamento, consentendo dapprima il distacco dal basamento permico o permotriassico delle unità triassico-giurassiche sovrastanti, poi la loro traslazione in *ramp* ed in *flat* anche per migliaia di metri.

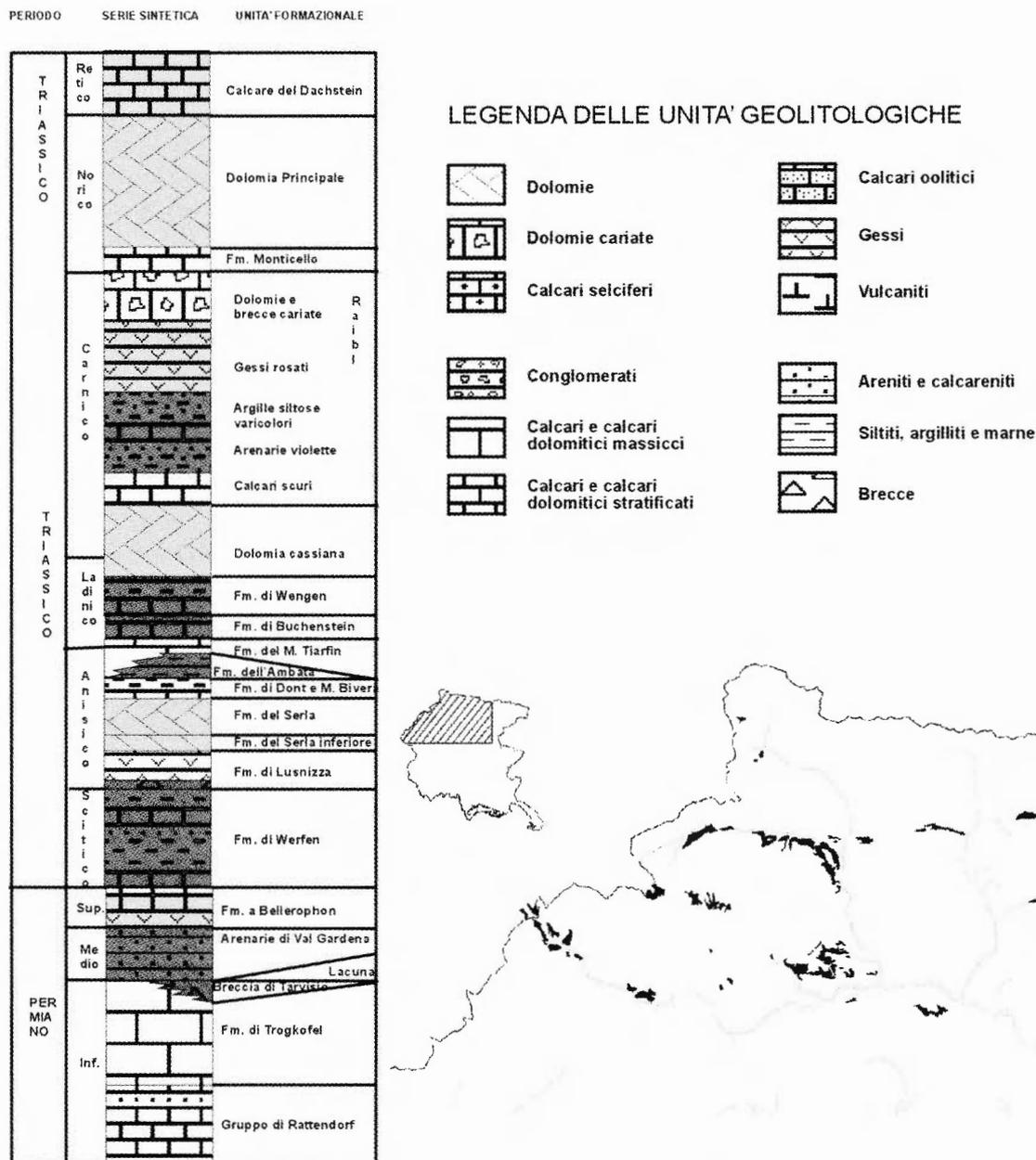


Fig. 1- La serie sedimentaria permotriassica friulana e la distribuzione degli affioramenti di evaporiti permiche e triassiche nel Friuli-Venezia Giulia.

Permian-Triassic Friuli sedimentary sequence and distribution of the outcrops of the Permian and Triassic evaporites in Friuli-Venezia Giulia.

All'intensa tettonizzazione è imputata sia la qualità scadente sia l'eterogeneità degli spessori, condizioni per cui le morfologie carsiche ipogee sono quasi nulle (fa eccezione un'unica grotta catastata nei pressi di Ligosullo).

La Formazione dei Calcari a Bellerophon in Carnia è caratterizzata dalla classica sequenza trasgressiva che vede i gessi del membro inferiore, solitamente microcristallini, ma anche saccaroidi con sottili intercalazioni di calcari e dolomie nerastri, sovrastare i depositi continentali della Formazione delle Arenarie di Val Gardena. I gessi sono man mano sostituiti verso l'alto da brecce calcareo-dolomitico-gessose vacuolari e da calcari dolomitici che vanno a formare il membro intermedio delle "dolomie cariate", sostituite poi dal membro superiore francamente calcareo. Il tutto per una potenza complessiva mai inferiore ai 150 metri.

Nella Formazione di Raibl (Carnico) vi sono, al tetto, gessi rosati e dolomie e brecce cariate per una potenza stratigrafica complessiva anche di 400 metri.

Breve storia delle esplorazioni e delle ricerche

In una regione come quella del Friuli-Venezia Giulia ove le rocce carbonatiche affiorano diffusamente (costituiscono più del 25% del territorio) e le cavità note e catastate sono quasi 7000, la scarsità di affioramenti gessosi significativi ha fatto sì che solamente una sia la cavità catastata aprentesi in gessi e che di poche altre si abbia notizia ma nessun altro dato.

La speleologia si può dire nata nella Venezia Giulia, ma è sempre stata indirizzata alle ricerche nelle aree calcaree, le uniche che promettevano cavità estese e profonde.

Solamente nel 1998 è stata presentata dagli speleologi del Circolo Speleologico Idrologico Friulano al Catasto grotte del Friuli-Venezia Giulia la "Grotta nel gesso in località Duroni", cui è stato attribuito il numero cata-

stale 2305/4737VG (sv. 33m). Scoperta durante lavori di scavo nel 1998 si apre fra i calanchi in sinistra del Torrente Pontaiba presso Ligosullo. La cavità consiste in un unico ramo percorso da un rio perenne. L'ingresso, alto 1,7 m, conduce, dopo una breve strettoia, ad un tratto rettilineo alto poco più di 5 m e ad un tratto angusto che giunge alla base di un camino alto circa 9 m.

Il paesaggio

Nel Friuli montano la particolare conformazione orografica e la complessa situazione strutturale fanno sì che numerosi fenomeni di dissesto vengano innescati dalla dissoluzione di depositi evaporitici. Si tratta di fenomeni ad evoluzione progressiva ma lenta o di fenomeni ad evoluzione catastrofica, in funzione di come le evaporiti (in pratica i gessi, ma non marginalmente anche le brecce cariate) entrano nel meccanismo di dissesto. Fra i primi si possono annoverare l'erosione accelerata e la dissoluzione al piede di versanti con conseguente innesco di fenomeni di instabilità, la dissoluzione di clasti evaporitici entro depositi sciolti alluvionali o morenici con conseguente depauperamento delle caratteristiche geotecniche, la dissoluzione di substrati rocciosi evaporitici coperti da depositi sciolti permeabili con conseguenti cedimenti verticali. Fra i secondi, la genesi di doline di crollo (collapse dolines) e conseguente formazione di doline alluvionali (cover dolines) o di subsidenza in roccia (subsidence dolines).

Numerosi sono gli esempi, alcuni dei quali sono didattici nel loro presentarsi, spesso drammatici per le conseguenze sull'attività dell'uomo, sempre emblematici per la loro quasi "ineluttabilità".

Le aree carsiche

Le aree carsiche nelle evaporiti friulane sono limitate e sempre collegate alla proble-

matica dei dissesti. Infatti l'alta erodibilità e l'altissima solubilità possono portare, ove le caratteristiche geologiche e geomorfologiche lo consentano, a un continuo e veloce scalzamento al piede dei rilievi, generando diffusi e continui franamenti dalle pareti sovrastanti (in genere calcari e dolomie) e tutta una serie di adattamenti (ondulazioni, inghiottitoi, scavernamenti, sprofondamenti) del piede del pendio stesso.

In quest'ottica si sono riconosciute le seguenti aree carsiche:

Val Pontaiba

Per limitarsi a casi indotti dalle evaporiti permiche, l'erosione al piede mette in difficoltà gli abitati (o meglio gli abitanti) di Ligosullo, poche case abbarbicate sulla montagna alla testata della Val Pontaiba. La valle è impostata su una linea tettonica a carattere regionale che porta la sequenza triassica (alla base il Werfeniano, al tetto la Dolomia dello Schlern) a sovrascorrere sulla sequenza permocarbonifera con al tetto, coinvolte con i gessi, le brecce cariate molto erodibili (VENTURINI, 1990). Le acque del torrente erodono profondamente i gessi (spinte a ciò dalle arenarie permiche presenti in destra) e causano il continuo scompaginamento della strada e frequenti frane (di solito scivolamenti rotazionali, ma anche crolli) rendendo comunque problematico, se non occasionalmente impossibile, il transito. Alcune sorgenti, ubicate nei gessi del versante, raccolgono le acque assorbite dalle unità sovrastanti a conferma di una complessa situazione idrogeologica e geostatica. È una situazione risolvibile, non per sempre, ma per tempi sufficientemente lunghi, solamente a fronte di interventi impegnativi e costosi. Interventi il cui costo non sembra al momento giustificato, purtroppo, dalla realtà economica e sociale locale.

Prato Carnico

Il deflusso delle acque ipogee (freatiche solitamente) sui o nei gessi del substrato, nella copertura sciolta e nell'interfaccia con le rocce sovrastanti più o meno permeabili, provoca una diffusa solubilizzazione sottocutanea (prevalentemente lineare per deflusso canalizzato, ma anche areale per ruscellamento diffuso) del substrato e una solubilizzazione puntuale dei clasti gessosi contenuti nel materiale alluvionale. Si ha così genesi di depressioni più o meno evidenti nel materiale che ricopre o sovrasta gli orizzonti gessosi, per adattamento alle forme del substrato o per mutate caratteristiche di densità, e quindi di portanza, della copertura.

È questo il caso emblematico dell'abitato di Prato Carnico, che sorge su un complesso doppio conoide costruito da due torrenti che confluiscono appaiati nel Torrente Pesarina, rimanendo uno in destra, l'altro in sinistra del paese. Il substrato è dato da gessi, calcari, dolomie cariate, arenarie e siltiti (litologie ascrivibili al Bellerophon ed alle Arenarie di Val Gardena), piegati, strizzati, fagliati perché coinvolti in un ampio sovrascorrimento dal fronte complicato da scaglie tettoniche (FRIZ *et al.*, 1982). La morfologia del substrato è

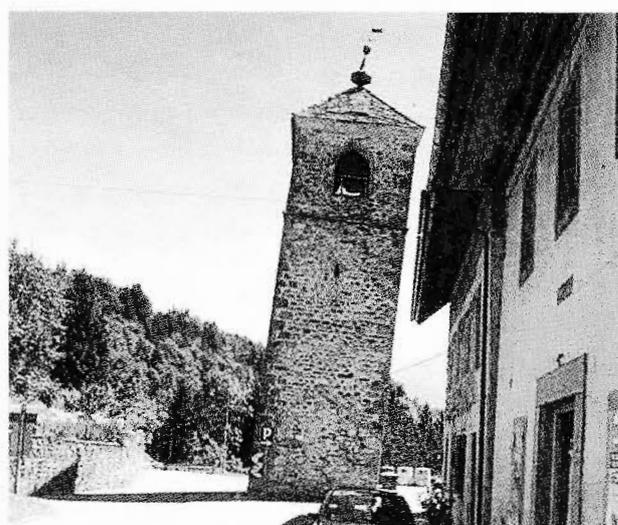


Fig. 2 - Il campanile di Prato Carnico (Udine), da tempo pendente.

The bell-tower of "Prato Carnico" (Udine) which has been hanging for some hundreds of years tilted for subsidence for gypsum in the bedrock.

ondulata, con una culminazione centrale e due incisioni laterali; la copertura alluvionale-detritica è data da corpi lenticolari irregolari a granulometria da ghiaie prevalenti a limi sabbiosi prevalenti, potenti mediamente una trentina di metri e terrazzati a valle dal torrente Pesarina. Una falda, le cui escursioni sono minime, interessa i depositi di copertura ed è alimentata oltre che dai due torrenti laterali da una linea sorgentifera ubicata a monte. Le acque sciogliono tanto il substrato, là dove gessoso, quanto i clasti gessosi contenuti nelle alluvioni del conoide, il che dà origine a cedimenti strutturali particolarmente evidenti verso l'orlo del terrazzo (fig. 2).

Alta Val Tagliamento

Per fortuna con minimo impatto antropico, si sono verificate (ed occasionalmente si verificano ancora) in corrispondenza di punti di assorbimento preferenziale in gessi, doline di crollo, o meglio doline alluvionali anche ampie e profonde, nei depositi fluvio-glaciali recenti e nei depositi alluvionali attuali. Si tratta di forme di indubbio interesse morfologico, già descritte da pionieri nello studio della dissoluzione dei gessi quali MARINELLI (1897, 1916) e GORTANI (1904, 1965). Sono particolarmente frequenti in un tratto di alcuni chilometri della Val Tagliamento fra Ampezzo e Enemonzo.

La solubilizzazione dei gessi del substrato e l'ampliamento di fratture in esso presenti da parte delle acque ipogee circolanti (sia freatiche che pseudoartesiane) nella copertura sciolta, nei gessi del substrato, nell'interfaccia con le rocce sovrastanti più o meno permeabili, provoca scavarnamenti e vuoti che possono generare improvvisi sprofondamenti e dare origine a doline alluvionali. L'evoluzione può essere diversa: riempimento durante piene, demolizione di un tratto di bordo per erosione accelerata, ulteriore approfondimento ed allargamento.

Sempre e comunque è l'acqua scorrente che

porta alla solubilizzazione ed all'allontanamento veloce ed intenso dei gessi e degli altri materiali: senza erosione lineare, senza movimenti significativi delle falde ipogee, le fenomenologie non si evolvono mai in maniera drammatica e disastrosa.

Ovaro

La solubilizzazione "puntuale" del substrato gessoso, compatto ma fratturato ed interessato da una falda freatica occasionalmente a veloce deflusso, sta mettendo invece in crisi una parte dell'abitato di Ovaro. L'abitato sorge su un conoide terrazzato in sinistra del Torrente Degano: le alluvioni, costituite da ghiaie grossolane ad abbondante matrice limoso-argillosa, sono potenti alcune decine di metri e coprono un substrato gessoso interessato da doline, vallecicole cieche, forre.

Precipitazioni e perdite laterali del rio che ha edificato il conoide (risultato di una sovraalimentazione da rimaneggiamento di depositi morenici e di versante provenienti da assise calcareo-arenaceo-siltose prevalentemente werfeniane), originano scorrimenti di acque sui gessi a confluire nelle doline-inghiottitoio o negli inghiottitoi ubicati lungo le linee di deflusso preferenziale. Tutto ciò porta alla genesi di sprofondamenti e/o avvallamenti che spesso interessano le opere fondazionali (di solito esigue ed a nastro), le vie di comunicazione, le infrastrutture urbane, gli orti ed i giardini.

Sauris

Particolare interesse (ma per fortuna scarse conseguenze per l'uomo) rivestono alcune doline che si aprono nelle arenarie e siltiti quarzoso micacee werfeniane a monte dell'abitato di Sauris per il crollo (e per la conseguente attività di assorbimento concentrato) in vuoti generati dalle acque nelle sottostanti assise gessose (fig. 3).

I rilievi sono infatti caratterizzati al piede da



Fig. 3 - Autovettura sprofondata in una dolina alluvionale in un prato presso Sauris di Sopra (Udine).

A car fallen into a suffusion doline that opened in a field near "Sauris di Sopra" (Udine) (moraine on gypsum evaporites).

gessi e dolomie cariate (interessati da strizzamenti e faglie) su cui sono sovrascorse le assise triassiche. Alcune doline di dissoluzione si aprono alla base del versante, direttamente in gessi o in dolomie cariate, mentre numerose doline di suffusione si aprono nella parte alta del versante e sulla sommità, concentrate ed allineate lungo la linea di cresta. Esse sono ad imbuto, con i fianchi acclivi e il fondo caratterizzato da una sorta di detrito di falda ad elementi grossolani. Fa specie ammirare forme carsiche così nette in un paesaggio in cui i calcari non sono presenti: la vocazione turistica dei luoghi comunque, nel caso specifico, ne guadagna anche se le doline non risultano finora mai descritte né studiate.

Bibliografia

- CARULLI G.B., COLUSSI I., 1974 - *Sulla valorizzazione dei depositi gessiferi della regione Friuli-Venezia Giulia: risultati di una ricerca preliminare*. Atti 1° Conv. Int. "Coltivazione di pietre e minerali litoidi" Torino 4-6 Ottobre 1974, pp. 1-33.
- CUCCHI F., PIANO C., 2001 - *Ipercarsismo superficiale e sepolto nelle evaporiti del Friuli Venezia Giulia*. "Le voragini catastrofiche un nuovo problema per la Toscana" - Atti del convegno, Grosseto, 31 marzo 2000, Edizioni Regione Toscana, pp. 35-46.
- FRIZ C., GATTO G., SORANZO M., VILLI V., 1982 - *Influenza dei fattori geologici e geologico-tecnici sulle condizioni di dissesto del versante sinistro della media Val Pesarina (Carnia)*. Mem. Sc. Geologiche, Università di Padova, 35, pp. 173-202.
- GORTANI M., 1904 - *Una dolina di sprofondamento presso Treppo Carnico*. Mondo Sott., 1 (2), Udine set. 1904, pp. 40-41.
- GORTANI M., 1965 - *Le doline alluvionali*. Natura e Montagna, 5 (3), s. 2, Bologna 1965, pp. 120-128.
- GORTANI M., 1965 - *Doline alluvionali in Carnia*. Mondo Sott., n.u., Udine 1965, pp. 14-20.
- KLIMCHOUK A., CUCCHI F., CALAFORRA J.M., AKSEM S., FINOCCHIARO F., FORTI P., 1997 - *Dissolution of gypsum from field observations*. Int. J. Speleol. 25 (3-4), 1996, pp. 37-48.
- MARINELLI O., 1897 - *Fenomeni di tipo carsico nei terrazzi alluvionali della Valle del Tagliamento*. Studi orografici nelle Alpi Orientali, Mem. Soc. Geogr. It., 8 (2), Roma 1898, pp. 415-419.
- MARINELLI O., 1916 - *La nuova dolina di sprofondamento di Auronzo*. Mondo Sott., 13 (4/6), Udine 1916, pp. 112-116.
- VENTURINI C., 1990 - *Geologia delle Alpi Carniche Centro Orientali*. Pubbl. del Museo Friulano di Storia Naturale, 36, Udine, 220 pp.

LIGURIA

Gilberto Calandri¹

Riassunto

In Liguria la presenza di depositi evaporitici è molto ridotta ed ancor più marginali sono gli affioramenti (essenzialmente di gesso ed anidrite del Trias sup.). Non esistono morfologie carsiche superficiali degne di nota, tuttavia il ruolo delle evaporiti è rimarcabile in alcune manifestazioni secondarie.

Parole chiave: Liguria, Triassico, geochimica di acque solfatiche, cristallizzazioni di gesso.

Abstract

In Liguria the presence of evaporites is very limited and even more their outcrop (essentially represented by gypsum and anhydrite of Late Triassic). The karstic epigeal landforms are not noteworthy, nevertheless the role of evaporites is remarkable in some secondary evidences.

Key-words: Liguria, Triassic, geochemistry of sulphatic waters, gypsum crystallization.

Provincia di La Spezia

Non sono segnalati affioramenti evaporitici. Nelle formazioni prevalentemente carbonatiche (calcare cavernoso, Portoro, ecc.) del Trias superiore intorno a La Spezia (area carsica della Lama di La Spezia e settore di Punta Bianca) sono associati localmente livelli di evaporiti senza particolari morfologie ad interesse carsico.

Provincia di Genova

Gli unici affioramenti evaporitici sono presenti alle spalle di Genova in alta Valle Polcevera con lenti di gesso al passaggio tra Trias (Retico) e Lias nelle località di Bivio Bocchetta – Cavalco e a Nord di San Martino

di Paravanico e con i più ampi affioramenti retici presso il cimitero di Isoverde sfruttati, per estrazioni di gesso, sino a meno di un secolo fa.

Si tratta di gesso di origine primaria, sedimentaria, ma successivamente mobilizzato e ricristallizzato durante le varie fasi di ripiegamento e metamorfismo (Formazione di Sestri – Voltaggio). Mancano tuttavia significative manifestazioni carsiche.

Provincia di Savona

La presenza, presumibilmente molto ridotta di componenti evaporitici è legata ai depositi, prevalentemente carbonatici triassici del Brianzone Ligure, del settore M. Carmo – Troianese.

¹ - Gruppo Speleologico Imperiese

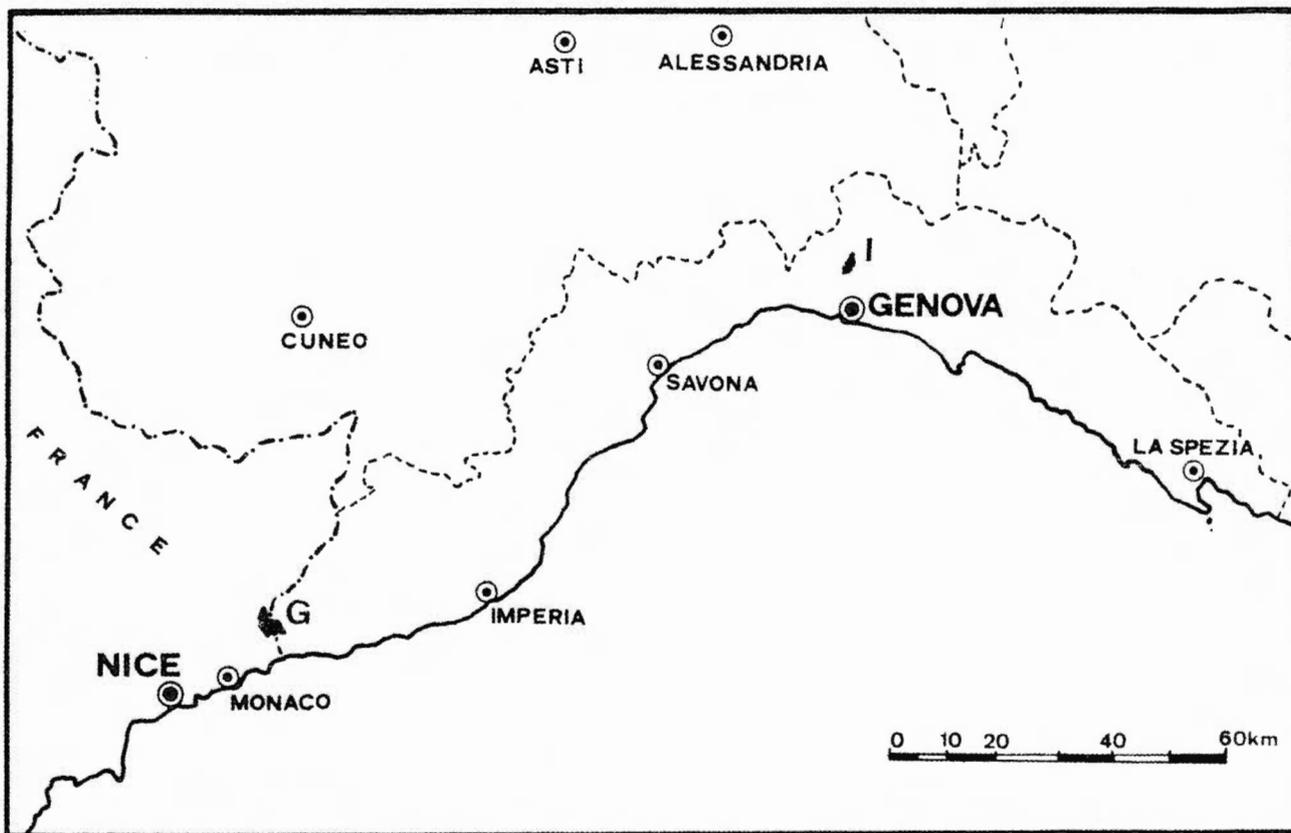


Fig.1 - Carta degli affioramenti evaporitici in Liguria. I: zona di Isoverde (Comune di Campomorone, GE). Gi: settore del Grammondo (Ventimiglia, IM) (dis. G. Calandri)

Map of evaporitic outcrops in Liguria. I: "Isoverde" area (Campomorone - Genova). GI: "Grammondo" sector (Ventimiglia -Imperia) (by Calandri G.).

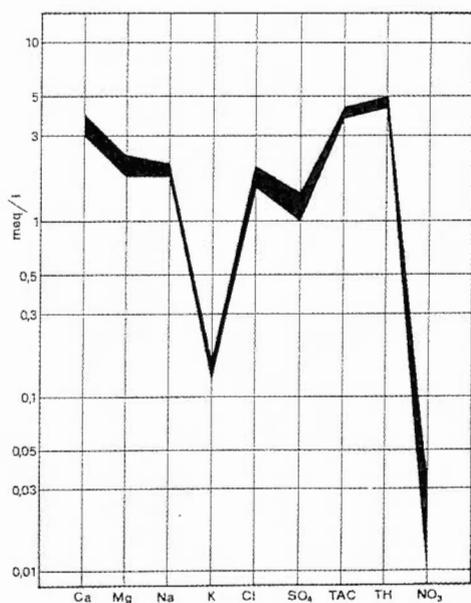


Fig. 2 - Diagramma semilogaritmico di Scholler dell'Acqua calda di Toirano (SV) relativo a 30 cicli di analisi. Valori espressi in milliequivalenti/litro (dis. G. Calandri).

Scholler semi-logarithmic diagram of "Acqua calda di Toirano" (Savona) built up on 30 cycles of analysis. The values are expressed in thousand-equivalent/liter (by Calandri G.).

Nella parte basale del Trias medio (Anisico) l'ambiente di deposizione era almeno ad episodi di tipo carbonatico – evaporitico, sensu "sabkha", anche con ambienti iperalini a forte evaporazione. Nel settore del Bric Tampa (Massiccio del M. Carmo) nei depositi carbonatici dell'Anisico sono diffuse microscopiche cristallizzazioni e relitti di barite (solfato di bario) e gesso/anidrite indicativamente responsabili della genesi dei "fiori di gesso" presenti, in dimensioni da centimetriche a decimetriche, nei cosiddetti "Rami Nuovi" della *Grotta degli Scogli Neri* (435 Li/SV), la più estesa della Liguria (2.500 m ca.).

L'acqua calda di Toirano (temp. 22 – 23 °C) è una sorgente a carattere bicarbonatico – calcico con marcate contaminazioni clorurato – solfatiche (CALANDRI, 2001) Pur essendo possibili modeste contaminazioni halitiche da infiltrazioni marine, il tasso di anioni solfato (oscillanti tra 25,4 e 37 mg/l) sembrerebbe indicare la circolazione profonda sul basa-

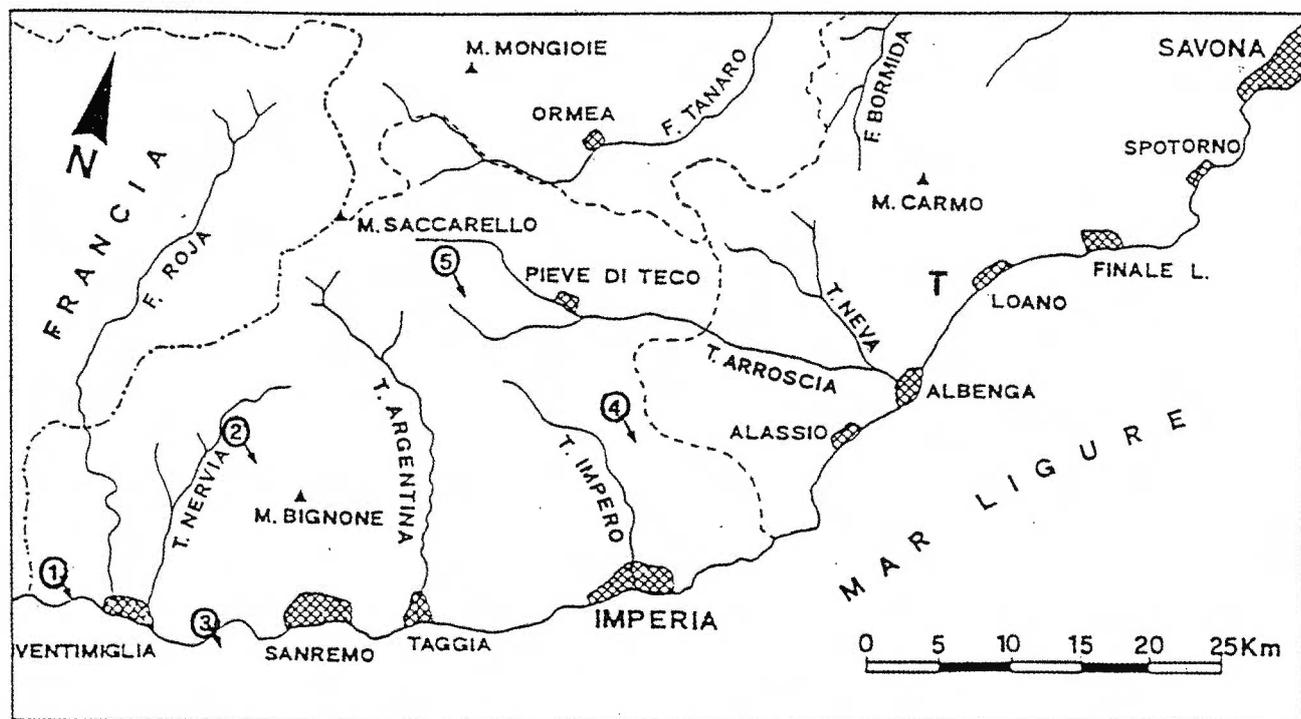


Fig. 3 - Posizionamento delle principali sorgenti solfatiche nel Ponente Ligure. 1) Sorgente sulfurea Passo dei 7 Cammini. 2) Sorgente termale di Pigna. 3) Sorgente sulfurea Giunchetto. 4) Sorgente sulfurea di Borgomaro. 5) Sorgente sulfurea di Cosio d'Arroschia. T: Acqua Calda di Toirano. (dis. G. Calandri, C. Grippa, A. Pastorelli).

Localization of the main sulphuric springs in Ponente Ligure. 1) "Passo dei 7 Cammini" sulphur spring; 2) "Pigna" thermal spring; 3) "Giunchetto" sulphur spring; 4) "Borgomaro" sulphur spring; 5) "Cosio d'Arroschia" sulphur spring. T: "Acqua Calda di Toirano" (by Calandri G., Grippa C., Pastorelli A.).

mento carbonatico triassico, con facies tipo carniola e componenti di gesso/anidrite (anche in sorgenti, es. Sorgente Ferrai, del Finalese, la componente solfatica marcata sembra confermare questa situazione litologica).

Provincia di Imperia

Nell'Imperiese il Flysch ad Elmintoidi (Dominio Ligure - Piemontese oceanico) prevalentemente calcareo - marnoso del Cretaceo sup. (Unità di S. Remo - Maccarello) presenta (es. alla periferia settentrionale di Imperia) particelle di gesso. La pur frammentaria, limitatissima, diffusione di evaporiti condiziona il chimismo delle sorgenti: così, ad es. la Fontana Rosa (Imperia) contiene ioni solfato intorno a 50 (sino a 80) ppm (CALANDRI & PASTORELLI, 2001)

Nella *Grotta della Bramosa* 776 Li/IM (Flysch a prevalenza calcareo) sono stati rinvenuti, in ambiente confinato, macrocristalli

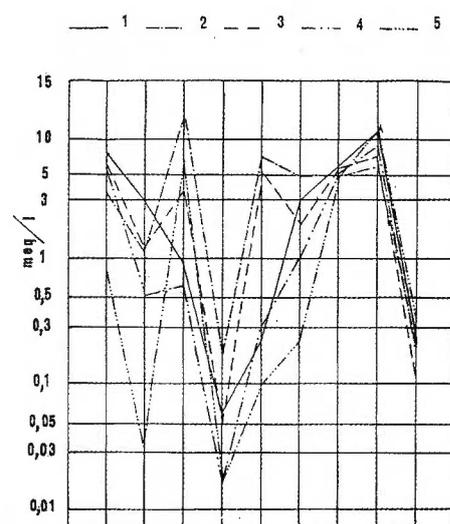


Fig. 4 - Diagramma di Schoeller delle principali sorgenti solfatiche della Provincia di Imperia. 1) Sorgente sulfurea Passo dei 7 Cammini. 2) Sorgente termale di Pigna. 3) Sorgente sulfurea Giunchetto. 4) Sorgente sulfurea di Borgomaro. 5) Sorgente sulfurea di Cosio d'Arroschia. Valori espressi in milliequivalenti/litro (dis. G. Calandri, A. Pastorelli).

Schoeller diagram of main sulphuric springs in Imperia area. 1) "Passo dei 7 Cammini" sulphur spring; 2) "Pigna" thermal spring; 3) "Giunchetto" sulphur spring; 4) "Borgomaro" sulphur spring; 5) "Cosio d'Arroschia" sulphur spring. The values are expressed in thousand-equivalent/liter (by Calandri G., Pastorelli A.).

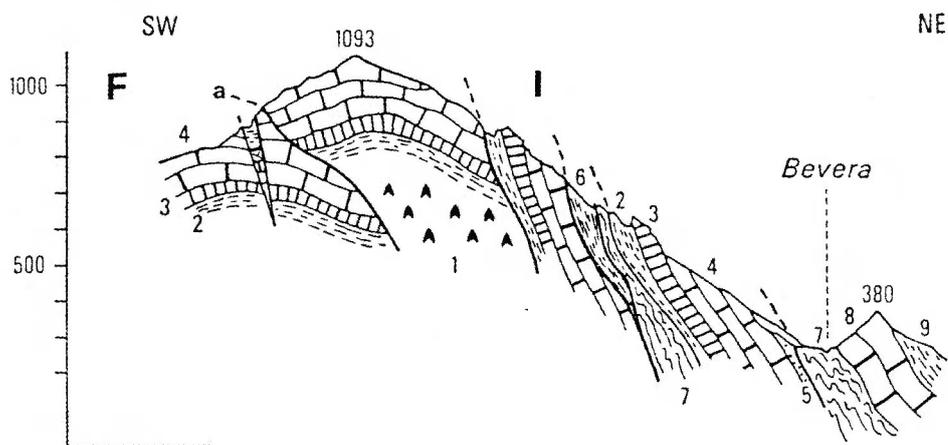


Fig. 5 - Depositi evaporitici nella struttura a scaglie dell'anticlinale del M. Grammondo: sezione tra il M. Cuore e Fiume Bavera. 1) gessi del Keuper. 2) Bajociano. 3) Bathoniano. 4) Malm. 5) Valanginiano. 6) Cenomaniano. 7) Serravalliano. 8) Luteziano superiore. 9) Priaboniano. a) Graben di Cenomaniano. F: Francia. I: Italia. (da Lanteaume).

Evaporitic deposits inside the tectonic wedge of the Mt. Grammondo anticline: cross-section between the Mt. Cuore and the Bavera river. 1) Keuper gypsum. 2) Bajocian. 3) Bathonian. 4) Malm. 5) Valanginian. 6) Cenomanian. 7) Serravallian. 8) Upper Lutetian. 9) Priabonian. a) Cenomanian graben. F: France. I: Italy.

geminati di gesso, lunghi da 3 a 9 cm: la genesi può essere legata ad apporti da lenti di gesso e mineralizzazioni sulfuree.

In effetti altre cristallizzazioni di gesso presenti in cavità artificiali dell'Imperiese (es. valate di Diano, in calcari marnosi, e Galleria della Diga di Glori, Valle Argentina, in arenarie calcaree sembrano alimentati da mineralizzazioni, es. tipo pirite).

Il massiccio del Grammondo (1378 m) nel sedimentario autoctono (Dominio del Delfinese – Provenzale), al confine tra Italia e Francia, presenta un Trias con formazioni germaniche con un Keuper nettamente evaporitico (cfr. sezione geologica).

Il Grammondo ha una struttura anticlinale, a scaglie, con nucleo di Keuper (Trias sup.) evaporitico. I gessi affiorano, appena oltre il confine (in tutta la struttura diapirica di Sospel) con spiccate manifestazioni carsiche: es. la *Grotta di Suess* (svil. 300 m ca.) con tipiche morfologie di erosione e dissoluzione in gesso.

Sul versante italiano i gessi tardo triassici controllano il chimismo di alcune sorgenti in particolare la sorgente sulfurea del Passo dei Sette Cammini (Ventimiglia) (temp. 14 °C

ca.) con un tasso di anioni solfato di oltre 150 ppm.

Valori più elevati di solfati sono stati registrati nella sorgente termale di Pigna: con risalita profonda di acque probabilmente circolanti nelle carnioli triassiche a componente gessoso – anidritica. La sorgente sulfurea Giunchetto (Ospedaletti), in prossimità del mare, sembra controllata dagli apporti evaporitici marini, mentre sorgenti, con componente solfatica di Borgomaro (Flysch ad Elmintoidi) e Cosio d'Arrosia (Flysch d'Albenga) si valgono delle contaminazioni evaporitiche di lenticelle gessose e mineralizzazioni sulfuree.

Bibliografia

- CALANDRI G., 2001 - *L'acqua calda di Toirano: caratteri idrogeochimica*. Atti V Conv. Spel. Lig., I Spel. e Carsismo nel Toiraneso, pp. 121 – 123.
- CALANDRI G., PASTORELLI A., 2001 - *Le sorgenti sulfuree e rocce carbonatiche della provincia di Imperia*. Atti XVIII Cong. Naz. Speleol., Chiusa di Pesio 1998, pp. 199 – 201.

Si ringrazia per la collaborazione Micol Costantini

EMILIA ROMAGNA

Danilo Demaria¹

Riassunto

Viene fornito un inquadramento generale del carsismo nelle evaporiti dell'Emilia Romagna. Nella regione si trovano evaporiti triassiche (Formazione delle Anidriti di Burano) e messiniane (Formazione Gessoso-solfifera), che hanno sviluppato differenti e particolari aspetti carsici, tanto superficiali quanto sotterranei. Sono indicati i principali sistemi carsici e le caratteristiche idrologiche e morfologiche che li caratterizzano. L'Emilia Romagna ospita infatti i maggiori sistemi carsici in evaporiti attualmente noti in Italia. Si accenna inoltre ai depositi fisici assai diffusi nelle cavità della regione e ai depositi paleontologici provenienti da paleoinghiottitoi. Vengono infine esposti dati sull'evoluzione delle conoscenze speleologiche negli ultimi cento anni e sulla protezione dell'ambiente carsico.

Parole chiave: carsismo nei gessi, geomorfologia, idrologia, depositi fisici, storia della speleologia, protezione dell'ambiente carsico, Triassico, Messiniano, Emilia Romagna.

Abstract

An overview of the evaporitic karst areas of Emilia Romagna is given. In the region exist Triassic (Anidriti di Burano Formation) and Messinian evaporites (Gessoso-solfifera Formation), which have developed different and particular karst features, both external and underground. The principal karst systems are indicated, with their hydrologic characteristics and morphologies. Emilia Romagna has in fact at the present the longest evaporitic cave systems in Italy. Some notes on the regional ubiquitousness of physical deposits present in the caves and the paleosinkholes with paleontological remains are given. Accounts on the history of the caves exploration, the evolution of the speleological knowledge in the last hundred years and the protection of the karst environment are also given.

Keywords: gypsum karst, geomorphology, hydrology, physical deposits, history of speleology, karst environment protection, Triassic, Messinian, Emilia Romagna.

Nella regione compaiono due differenti gruppi di rocce evaporitiche: quelle triassiche e i gessi messiniani (fig.1).

Le evaporiti triassiche

Appartengono alla Formazione delle Anidriti di Burano (Norico) e sono costituite

da anidriti a struttura saccaroide, gessi, calcari e calcari dolomitici, calcari cavernosi e dolomie brecciate. Vi è inoltre presenza di salgemma e, sotto forma di clasti inglobati, vi compaiono arenarie fini, peliti e marne. La notevole variabilità litologica è la conseguenza di ripetuti cicli deposizionali modello sabkha. Gli strati dei differenti litotipi si presentano in

¹ - Gruppo Speleologico Bolognese – Unione Speleologica Bolognese

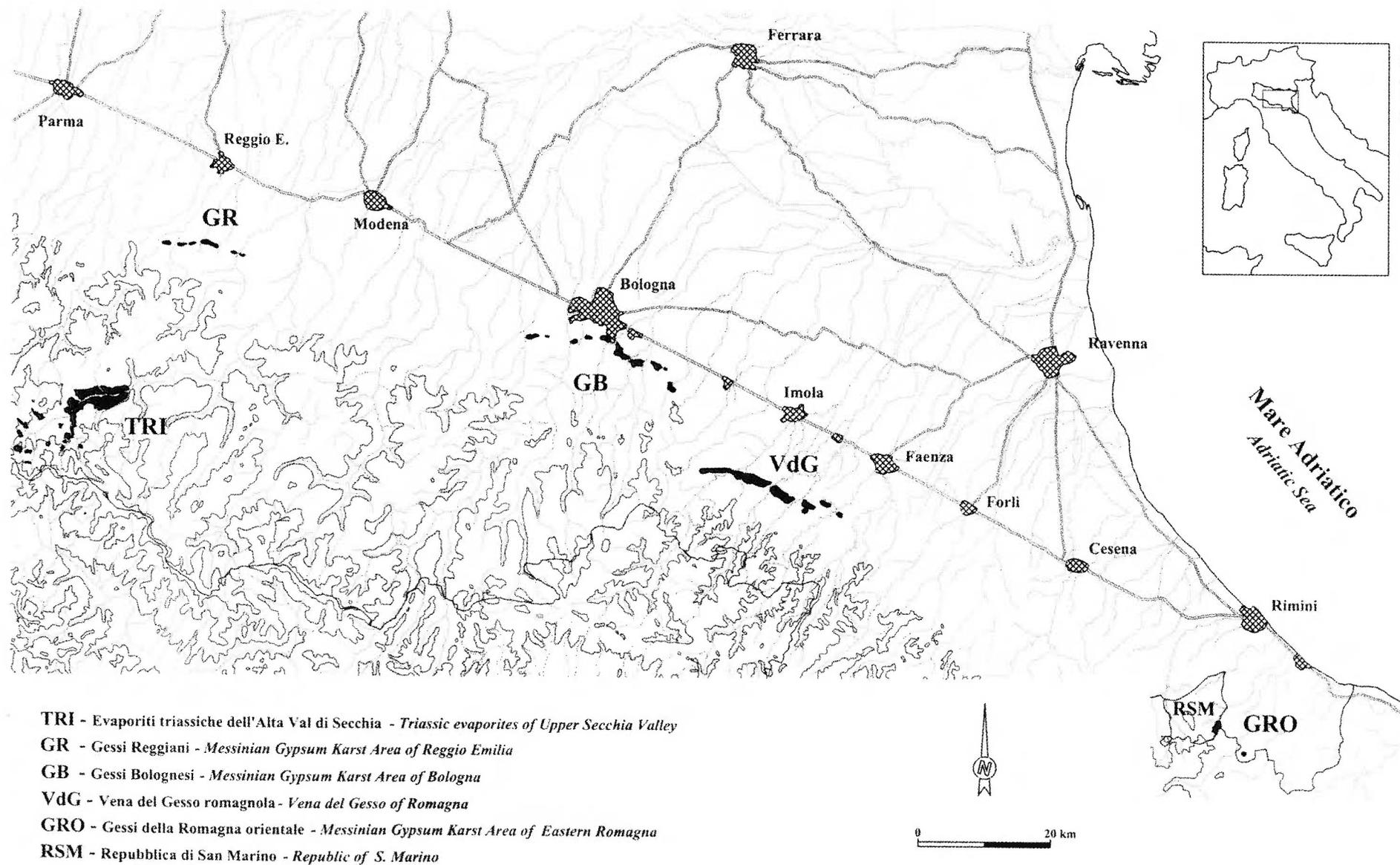


Fig. 1 – Inquadramento generale delle aree carsiche nelle evaporiti dell'Appennino emiliano-romagnolo.
Overview of the evaporitic karst areas of the Apennines of Emilia Romagna.



Fig. 2 – Un esempio della tipica alternanza di differenti litotipi nelle evaporiti triassiche dell'Alta Valle Secchia (foto D. Demaria).

An example of the characteristic alternation of different lithotypes of the Triassic evaporites in the upper Secchia river valley.

alternanza e hanno spessore perlopiù decimetrico (fig. 2). Non infrequenti sono anche le breccie da soluzione e collasso, spesso nuovamente cementate da gesso secondario.

La sequenza deposizionale non è più rico-

struibile a causa della notevole tettonizzazione che ha coinvolto queste rocce, mentre il processo definitivo di messa in posto è ancora oggetto di discussione fra due ipotesi opposte, quella di un movimento diapirico e quella legata a falde sovrapposte (fig. 3).

L'area di maggiore affioramento è localizzata nell'alta Val di Secchia e valli contermini, prolungandosi fino al crinale appenninico con emergenze minori che si raccordano a quelle toscane di Sassalbo. La superficie complessiva è di 23 km². Le quote variano dai 400 m del fondovalle del Secchia ai 1200 m del crinale presso il Passo del Cerreto, raggiungendo la massima elevazione proprio con una di queste unità minori, il Monte Valcavola (1765 m s.l.m.).

A questa differenza altitudinale fa riscontro un'altrettanto ampia variabilità nella piovosità, i cui valori medi annui sono compresi fra i 1000 mm del fondovalle Secchia e i 2500 mm



Fig. 3 – La parete di Monte Rosso, messa allo scoperto dall'incisione del fiume Secchia, mostra la forte tettonizzazione a cui sono state sottoposte le evaporiti triassiche, interessate in maniera pervasiva da pieghe e faglie che hanno completamente sconvolto l'originaria sequenza deposizionale (foto D. Demaria).

The cliff of Mt. Rosso, eroded by the Secchia river, shows the strong tectonization that affected the Triassic evaporites, with pervasive folds and faults. The original depositional sequence is not recognizable.



Fig. 4 – Una veduta generale delle evaporiti triassiche incise dal fiume Secchia, con ripidi versanti che si affacciano sull'ampio fondovalle (foto D. Demaria).

A view of the Triassic evaporites cut by the Secchia river, with steep slopes and the bottom of the river, which there reaches a width of 500m.

dello spartiacque appenninico.

I corsi d'acqua tagliano gli affioramenti suddividendoli in più unità, determinando fianchi vallivi ripidi e spesso soggetti a frangimenti. Significativo da questo punto di vista è proprio il nucleo principale delle evaporiti, intersecato per una decina di chilometri dal Fiume Secchia, che qui si presenta con un alveo ampio quasi 500 m (fig. 4).

Elementi tipici del carsismo esterno sono le doline, che si trovano spesso allineate lungo le principali discontinuità strutturali. La loro genesi è dovuta tanto a fenomeni di soluzione quanto di crollo. In quest'ultimo caso sono legate al cedimento puntiforme della volta dei sistemi carsici sottostanti e spesso ne rappresentano l'unico punto di accesso. Localmente sono chiamate "Tanoni".

Una delle principali caratteristiche del carsismo è la formazione delle "anse ipogee", dovuta a corsi d'acqua che, giunti in corri-

spondenza delle rocce evaporitiche particolarmente fratturate, subiscono forti perdite in subalveo, riducendo quindi drasticamente la loro portata. Le acque che in tal modo penetrano all'interno del monte mantengono poi un andamento sostanzialmente parallelo a quello dell'alveo superficiale, per ritornare ad emergere dopo un percorso di lunghezza variabile (fig. 5).

I principali sistemi carsici si sviluppano quindi a poca distanza dalla superficie esterna del monte. Le portate assai consistenti dei torrenti ipogei e la notevole solubilità della roccia consentono la creazione di ampie gallerie ma, al tempo stesso, la diffusa fratturazione, la ridotta potenza degli strati e i frequenti cambiamenti litologici generano una sostanziale instabilità delle volte che è alla base di una continua evoluzione per crollo delle grotte. Tutto ciò rende difficile la conservazione di morfologie e di livelli di scorrimento più anti-

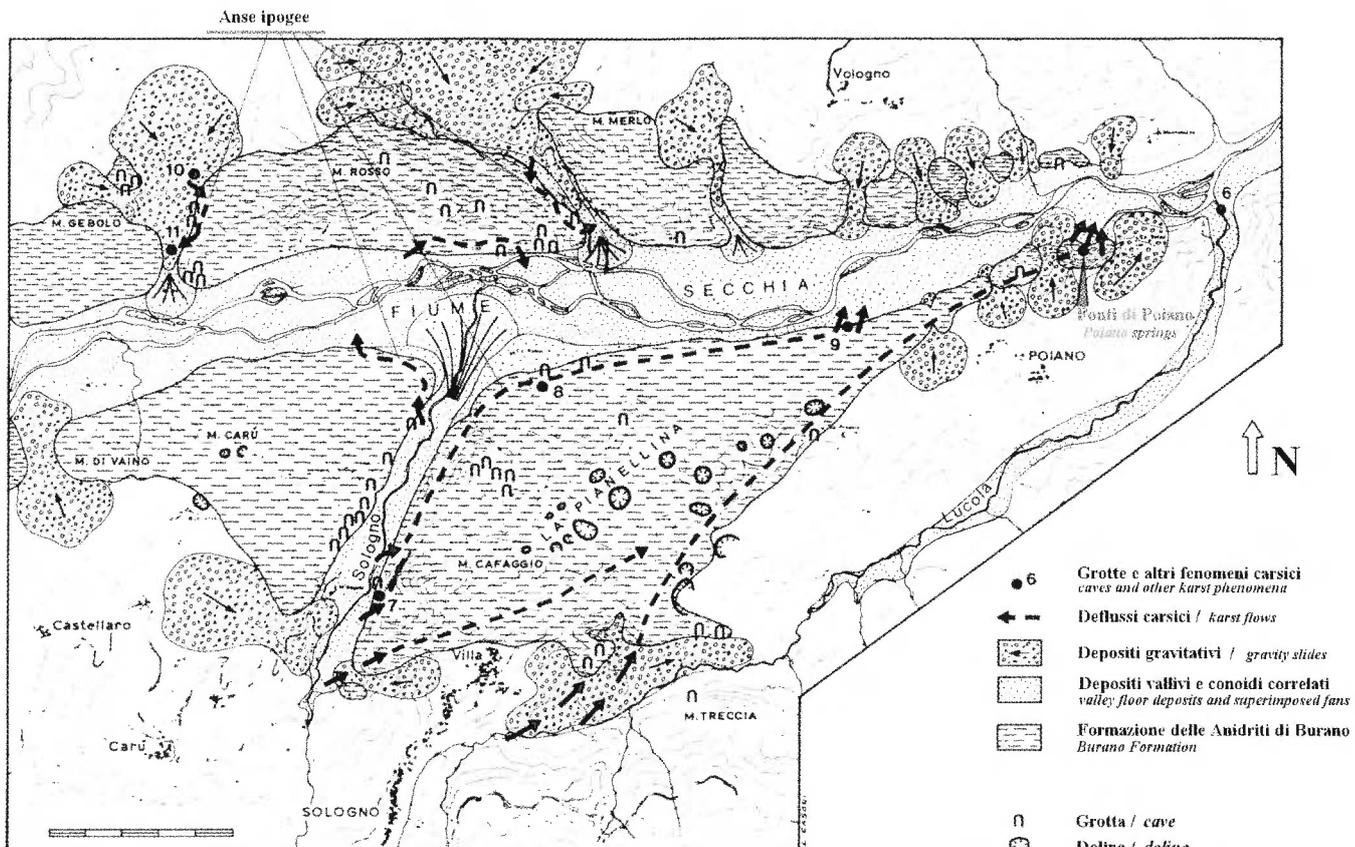


Fig. 5 – Schema idrogeologico e forme carsiche nell’Alta Valle Secchia presso le Fonti di Poiano (da REGIONE EMILIA ROMAGNA 1988, modificato).

Hydrogeological scheme and morphological features of the upper Secchia river valley, near the Poiano springs.

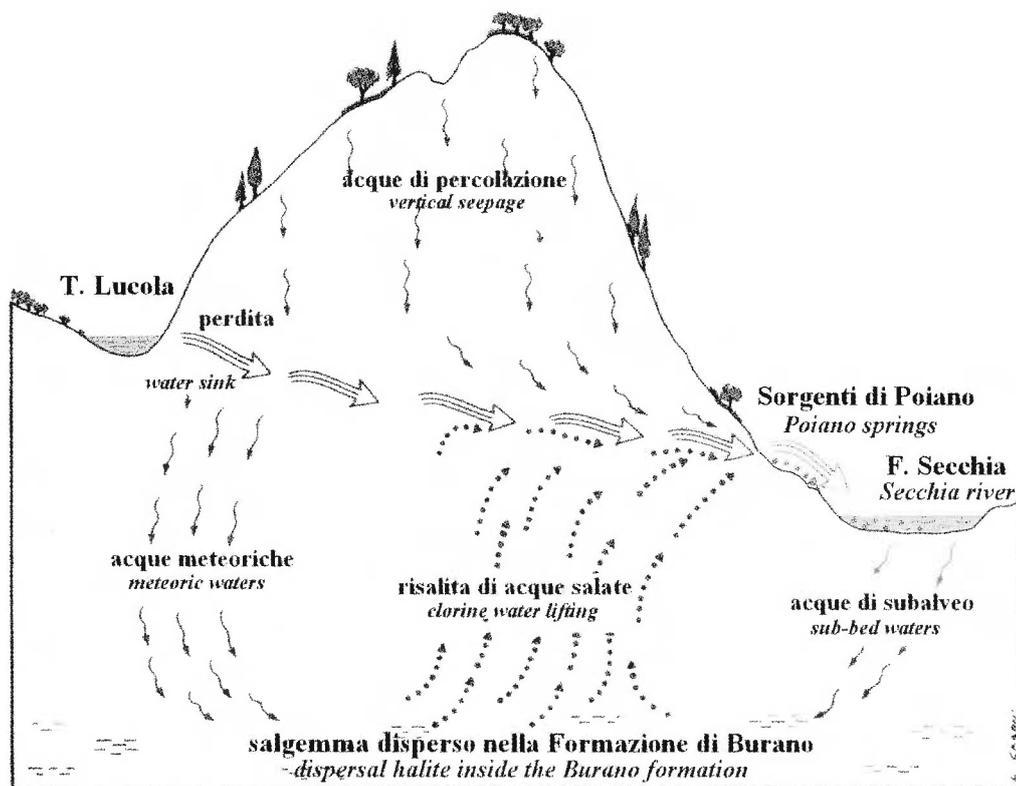


Fig. 6 – Schema della circolazione delle acque alimentanti le Fonti di Poiano (da REGIONE EMILIA ROMAGNA 1988, modificato).

Hydrogeologic scheme inferred for the subterranean circulation of the salt water of the Poiano springs.

chi rispetto a quelli attuali.

Variazioni nella sezione trasversale dei condotti sono spesso imputabili ad analoghe differenze nella composizione della roccia nei vari settori di una cavità, dove di volta in volta può diventare dominante un litotipo più solubile (gessi e anidriti) o meno (calcarei e dolomie).

La principale risorgente carsica è quella delle Fonti di Poiano, posta presso il Secchia e quasi al limite dell'affioramento evaporitico, con una portata media di 600 l/s ed un rapporto fra massima e minima di 3:1. La forte componente in cloruri di tali acque fa ipotizzare una circolazione sotterranea del tipo di quella illustrata nella figura 6 (REGIONE EMILIA ROMAGNA, 1988): di tale sistema carsico manca però un riscontro dal punto di vista speleologico. Altro elemento caratteristico è il valore della salinità che è andato peraltro diminuendo nel tempo. Un altro importante sistema carsico è quello del Tanone Grande della Gacciolina (154 ER/RE, svil.: 800 m), tipico esempio di un'ansa ipogea percorsa da un torrente che trae origine dalle perdite del Rio Sologno e mostra portate variabili da 10 a 300 l/s. Risalendone il corso la grotta si presenta come un succedersi di saloni di crollo collegati da condotti a sezione larga e abbassata, in funzione delle condizioni litologiche e stratigrafiche presenti localmente. Il letto del torrente è occupato per un buon tratto da estese colate pavimentali, che si accrescono inglobando i materiali trasportati dallo stesso corso d'acqua.

Dal punto di vista dell'idrogeologia carsica è interessante notare il ritardo temporale fra gli eventi di piena dei torrenti esterni e le massime portate registrate nei sistemi carsici, che risultano pari a un mese per il Tanone Grande e a due mesi per le Fonti di Poiano.

Il Sistema Carsico di Monte Caldina (219 e 633 ER/RE), con uno sviluppo di 1040 m e un dislivello di 265 m risulta essere attualmente la più profonda cavità al mondo nelle evaporiti. La sua esplorazione è stata condotta



Fig. 7 – Discesa di un pozzo nel Sistema carsico di Monte Caldina che, con i suoi 265 m di dislivello, è attualmente la cavità più profonda al mondo nelle evaporiti (foto M. Domenichini).

The descent of a pit in the Monte Caldina karst system. With a depth of 265m is currently the deepest evaporitic cave in the world. Its exploration was completed in 1998.

a termine nel 1998. Si tratta di una cavità di attraversamento che si sviluppa sostanzialmente in parallelo ad un'incisione torrentizia in cui il drenaggio sotterraneo ha sostituito quello epigeo, con inghiottimento delle acque nella sua porzione superiore e risorgenza perenne in corrispondenza dell'alveo del Secchia. Particolarità della grotta è la presenza di alcuni pozzi cascata di profondità superiore ai 10 m, aspetto inusuale per quest'area carsica (fig. 7).

Fra le cavità maggiori sono da citare anche l'Inghiottitoio dei Tramonti (600 ER/RE) con sviluppo di 700 m e la Risorgente di Monte Rosso (204 ER/RE, svil.: 670 m), che rientrano nella classica tipologia delle anse ipogee.

Le esplorazioni speleologiche sono state condotte inizialmente dal GSE di Modena (CAI, 1949) e successivamente dal GSPGC di Reggio Emilia (REGIONE E.R., 1988).

La Formazione Gessoso-solfifera (FGS)

I gessi messiniani affiorano lungo una ristretta fascia con andamento parallelo all'asse della catena appenninica, originando una caratteristica unità geomorfologica. Sono pre-

senti tanto nel settore emiliano quanto in quello romagnolo, con caratteristiche diverse in ciascuno di essi.

In Emilia la Gessoso-solfifera è stata coinvolta nelle traslazioni delle coltri alloctone con vergenza nordorientale. Tali movimenti, avvenuti in più fasi, hanno portato queste rocce ad affiorare in corrispondenza del margine appenninico, comportando uno smembramento in più blocchi che ne ha interrotto l'originaria continuità. Gli affioramenti più consistenti sono quelli di Reggio Emilia e quelli in provincia di Bologna.

Nel Reggiano i gessi affiorano con discontinuità tra i torrenti Campola (Vezzano) a Ovest e Tresinaro (Scandiano) ad Est, su una lunghezza di 13 km, con quote variabili tra 150 e 420 m. La suddivisione in più aree è dovuta sia all'incisione torrentizia sia alla

situazione tettonica ed è all'origine dei diversi sistemi carsici presenti, per lo più di limitata estensione areale. Le cavità più sviluppate sono L'Inghiottitoio di Ca' Speranza (138 ER/RE, svil.: 1200 m) e la Tana della Mussina di Borzano (2 ER/RE, svil.: 727 m). Bene rappresentati sono i fenomeni superficiali, con la presenza di numerose doline.

Le colline attorno a Bologna presentano le maggiori aree carsiche, con quote che variano tra 70 e 360 m s.l.m. La piovosità media è di 700 mm/anno.

A Ovest la zona di Monte Rocca – Monte Castello costituisce una stretta dorsale sotto cui si sviluppa la Grotta Gortani (31 ER/BO, svil.: 2,0 km), cavità di attraversamento alimentata da una grande valle cieca. Il piccolo affioramento di Gaibola ospita alcune doline e la Grotta di fianco alla Chiesa (24 ER/BO,

svil.: 1350 m). Le due grotte hanno andamento meandreggiante, sviluppandosi su differenti livelli raccordati da brevi pozzi.

L'area di Monte Donato è nota soprattutto per lo sviluppo storico dell'attività estrattiva e come luogo delle prime ricerche naturalistiche sui gessi da parte di Ulisse Aldrovandi, L.F. Marsili, L. Bombicci e Giovanni Capellini (figg. 8 e 9).

La zona carsica della Croara, tra i torrenti Savena e Zena, presenta

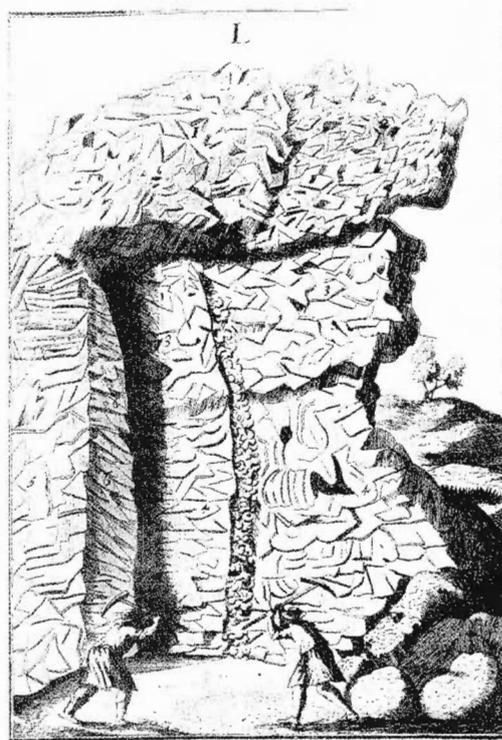
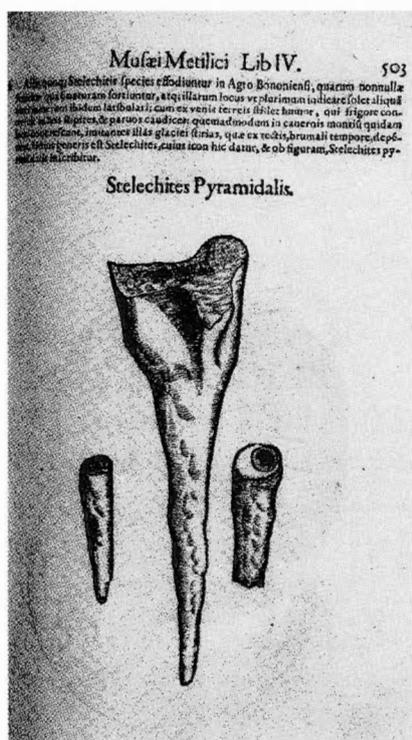


Fig. 8 – Una tavola del *Musaeum Metallicum* di Ulisse Aldrovandi (1522-1605) illustra per la prima volta alcune concrezioni provenienti da grotte del Bolognese. L'opera è pubblicata postuma nel 1648.

A table of "Musaeum Metallicum" by Ulisse Aldrovandi (1522-1605) shows for the first time some speleothems from the caves near Bologna. The posthumous book of Aldrovandi is published in 1648.

Fig. 9 – Luigi Ferdinando Marsili (1658-1730) fu il primo a compiere studi stratigrafici sui gessi messiniani emiliano-romagnoli. La tavola qui riportata è tratta dall'opera *Dissertazione epistolare* del 1698 e mostra una sezione delle cave di Monte Donato illustrante differenti tipologie di gesso selenitico e un filone sedimentario che taglia il banco evaporitico.

Luigi Ferdinando Marsili (1658-1730) was the first to made stratigraphic studies on Messinian gypsum of Emilia Romagna. The table is included in his booklet "Dissertazione epistolare" (1698) and shows a cross-section of the quarries of Mt. Donato, with different typologies of selenitic gypsum and a sedimentary dike that cuts the evaporitic massive layer.



Fig. 10 – Veduta aerea della dolina della Spipola, nei Gessi Bolognesi. Queste enormi forme carsiche sono il risultato di un'evoluzione complessa e derivano dalla coalescenza di doline di ampiezza minore. L'alternanza di boschi e spazi coltivati riflette la presenza rispettivamente di gesso affiorante e di riempimenti sedimentari carsici all'interno delle doline, la cui natura è evidenziata in fig. 11 (foto Archivio GSB-USB).

Aerial view of the Spipola doline (Gessi Bolognesi). These enormous karst landforms are the result of coalescence of smaller dolines, and sometimes contain some medium-sized dolines of more recent formation. The alternance of woods and fields reflect respectively the presence of outcropping gypsum and sedimentary fillings inside the dolines. The nature of these fillings is show in fig.11.

esternamente tutti gli elementi tipici del carsismo. Fra le macroforme si hanno quattro valli cieche, numerose doline da dissoluzione (la maggiore è quella della Spipola, larga 500 m e profonda 90, dall'origine complessa, figg. 10 e 11), doline di crollo (Buca dei Buoi); le

mesoforme più tipiche annoverano le “candele” (fig. 12) e le bolle di scollamento, mentre le microforme più diffuse sono i karren, piccoli pinnacoli e vaschette da dissoluzione. Vi compaiono due sistemi carsici.

Il Sistema Spipola – Acquafredda (svil.:

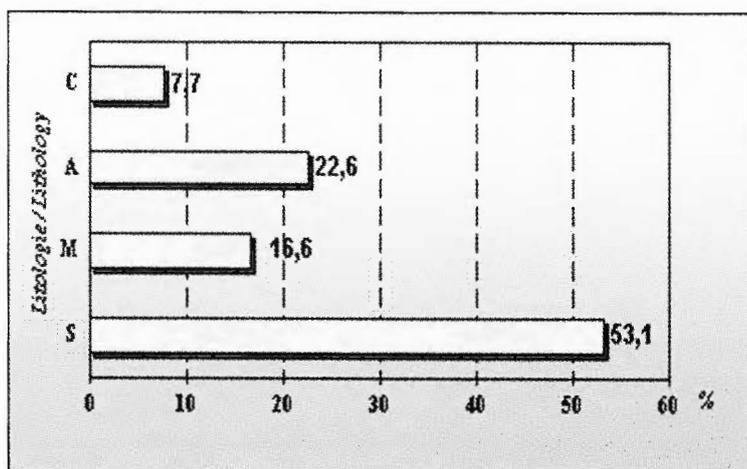


Fig. 11 – Analisi litologica sui ciottoli costituenti il riempimento sedimentario di alcune doline nei Gessi Bolognesi (S= rocce silicee, M= marne e calcari marnosi, A= arenarie, C=concrezioni). La presenza di frammenti di concrezioni indica che questi riempimenti derivano, in percentuali non determinabili, dallo smantellamento di precedenti cavità carsiche.

Lithological composition of pebbles forming the sedimentary filling of some dolines in the Gessi Bolognesi (S= siliceous rocks, M=marls and marly limestones, A=sandstones, C=speleothems). The presence of fragments of speleothems indicates that the fillings are derived, with an unknown ratio, from the dismantlement of former karst caves.

11,0 km, disl.: 118 m) è il più vasto nelle evaporiti di tutta l'Europa occidentale ed è anche una delle maggiori cavità italiane (fig. 13). È impostato su cinque livelli suborizzontali caratterizzati da ampie condotte ad andamento rettilineo ed è costituito dall'unione di sette grotte. Quando i differenti piani sono parzialmente sovrapposti sono fra loro raccordati da brevi pozzi verticali. Vi si trovano alcuni fra gli ambienti sotterranei più grandi della regione (Salone Giordani e Sala Trebbi) e vi si riscontrano le più importanti morfologie anti-gravitative (dimensioni trasversali superiori ai 20 m nei pressi della Dolina Interna della Grotta della Spipola), con notevole sviluppo di canali di volta e pendenti. Il torrente Acquafredda, che trae origine da un'ampia valle cieca, ha un flusso di base pari a 5 l/s e portate di piena che raggiungono i 600 l/s, con un rapporto quindi di 120:1, valore abbastanza caratteristico e comune anche agli altri sistemi carsici. La Grotta della Spipola è parzialmente adibita a visite speleoturistiche (1500 visitatori/anno).



Fig. 12 – Le candele rappresentano una delle più singolari morfologie carsiche nei gessi messiniani della regione (foto D. Demaria).

The "candles" are one of the most singular karst morphologies of the Messinian gypsum of the region.

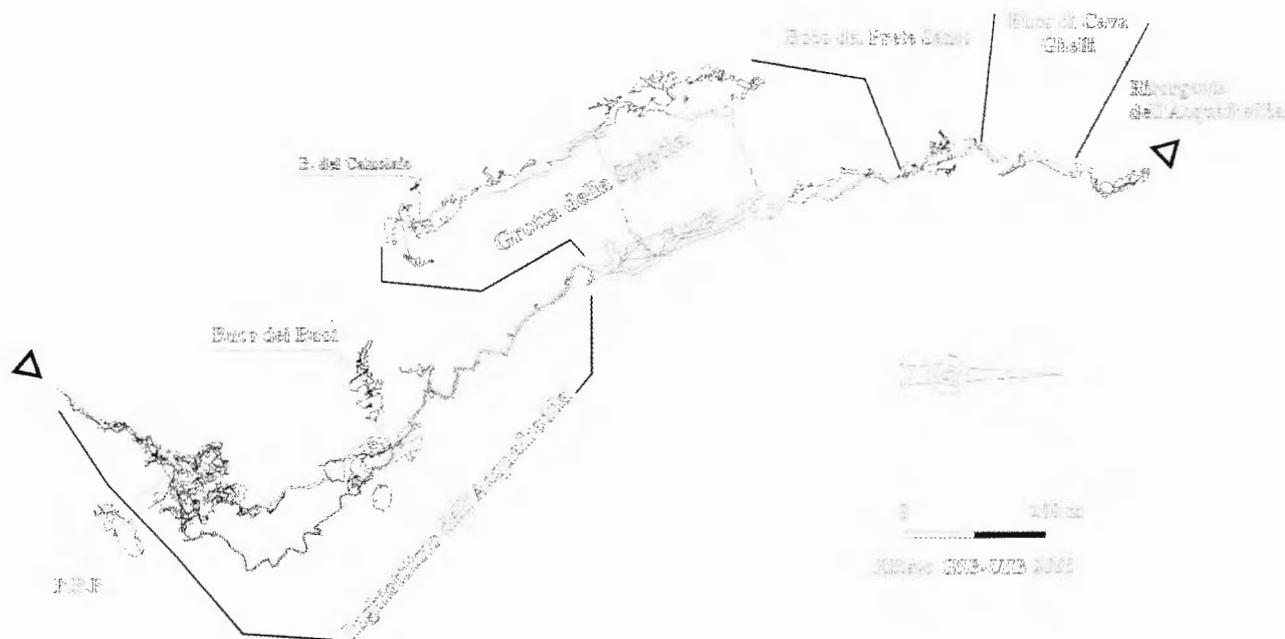


Fig. 13 – Pianta schematica del Sistema carsico dell'Acquafredda. Coi suoi 11 km di sviluppo è attualmente il maggiore sistema carsico nelle evaporiti italiane.

Schematic map of the Acquafredda karst system. With 11km of length is at the present the largest evaporitic karst system in Italy and in Western Europe.



Fig. 14 – La Vena del Gesso romagnola si erge con un assetto generalmente monoclinico, il cui versante meridionale si presenta con pareti assai acclivi e spoglie, mostrando in tal modo la successione pressoché completa dei banchi gessosi. Uno dei tratti più spettacolari è quello della Riva di S. Biagio, qui ripreso in una foto di C. Pollini.

The Vena del Gesso of Romagna has a substantially monoclinic structure. The southern slope presents steep and bare cliffs and shows the almost complete sequence of the gypsum thick layers. One of the most spectacular parts is the Riva di S. Biagio (photo C. Pollini).

La Grotta Calindri (149 ER/BO, svil.: 1968 m) è l'altro sistema carsico presente nell'area ed è costituita prevalentemente da un meandro in cui si sovrappongono morfologie con sviluppo gravitativo e antigravitativo (GSB-USB, 2000).

L'area carsica del Farneto, tra i torrenti Zena e Idice, presenta esternamente una valle cieca e due grandi depressioni imbutiformi (Buca dell'Inferno e di Goibola, con dimensioni di 625 m e 700 m rispettivamente). Come si è detto queste forme enormi hanno genesi complessa, derivando probabilmente dalla coalescenza di più doline, e presentano al proprio interno doline minori di formazione più recente. Il carsismo ipogeo è costituito da quattro differenti sistemi carsici. Tre di essi apportano le acque al torrente Zena e si sviluppano parallelamente a pochi metri l'uno all'altro secondo la disposizione consecutiva dei banchi gessosi, avendo come partimento i

relativi interstrati argilloso-marnosi.

Le cavità principali sono: la Grotta del Farneto (7 ER/BO, svil.: 1014 m), dichiarata Monumento nazionale per il grande valore archeologico, caratterizzata da gallerie ad andamento rettilineo; la Grotta Pelagalli (425 ER/BO, svil.: 553 m), con meandri e morfologie analoghe alla Calindri e la Grotta Novella (287 ER/BO, svil.: 500 m), adibita a laboratorio sotterraneo dal 1973, dove si effettuano ricerche biologiche e studi sull'accrescimento delle concrezioni in ambiente gessoso.

Gli ultimi affioramenti sono costituiti dallo sperone gessoso di Castel de' Britti (con due valli cieche, un paio di doline e l'omonima Risorgente) e quelli presenti presso il Rio Centonara e il Rio Quaderna. Le maggiori esplorazioni speleologiche sono svolte principalmente dal GSB-USB a partire dal 1932.

In Romagna la FGS affiora per un lungo tratto dal torrente Sellustra ad Ovest fino al Lamone ad Est, formando una lunga dorsale chiamata Vena del Gesso. I gessi giacciono in continuità stratigrafica sulla sottostante Formazione Marnoso Arenacea, in un contesto geologico di autoctonia dei terreni. La posizione geografica è quindi più interna rispetto al margine appenninico (10-15 km circa) e corrisponde sostanzialmente al luogo di originaria deposizione della formazione (fig. 14).

Negli oltre 20 km del suo sviluppo la Vena è tagliata dai corsi d'acqua appenninici, che la suddividono in quattro settori principali e che costituiscono i recapiti dei molteplici sistemi carsici ivi sviluppati. Le quote variano dai 70 ai 515 m s.l.m. mentre le precipitazioni si aggirano sugli 800 mm/anno.

Gli affioramenti più occidentali si sviluppano in sinistra Santerno, raggiungendo la massima elevazione nel M. Penzola (427 m). Si tratta di una stretta dorsale, in cui recentemente è stato esplorato un nuovo sistema carsico con sviluppo superiore a 1,2 km.

Nell'area tra Santerno e Senio i gessi assumono maggiore estensione. Di maggiore interesse sono la forra del Rio Sgarba e il complesso carsico che fa capo alla Risorgente del Rio Gambellaro (123 ER/RA) che con l'Abisso Lusa (620 ER/RA) e l'Inghiottitoio a Ovest di Ca' Siepe (365 ER/RA) raggiunge uno sviluppo di 2 km.

Il tratto tra Senio e Sintria è uno dei più vari e complessi. Sul Senio, di fronte a Borgo Rivola, si trova la Grotta del Re Tiberio (36 e 826 ER/RA, svil.: 4,3 km), importante grotta archeologica in un contesto purtroppo fortemente alterato dalla cava, che ha compromesso un sistema carsico con sviluppo di 5 km. La valle cieca del Rio Stella dà origine all'omonimo sistema che attraversa l'intera dorsale fino alla Risorgente del Rio Basino (372-385 ER/RA, svil.: 2,5 km). Anche in questo caso le portate del corso d'acqua sotterraneo variano da un minimo di 4-5 l/s ad un massimo

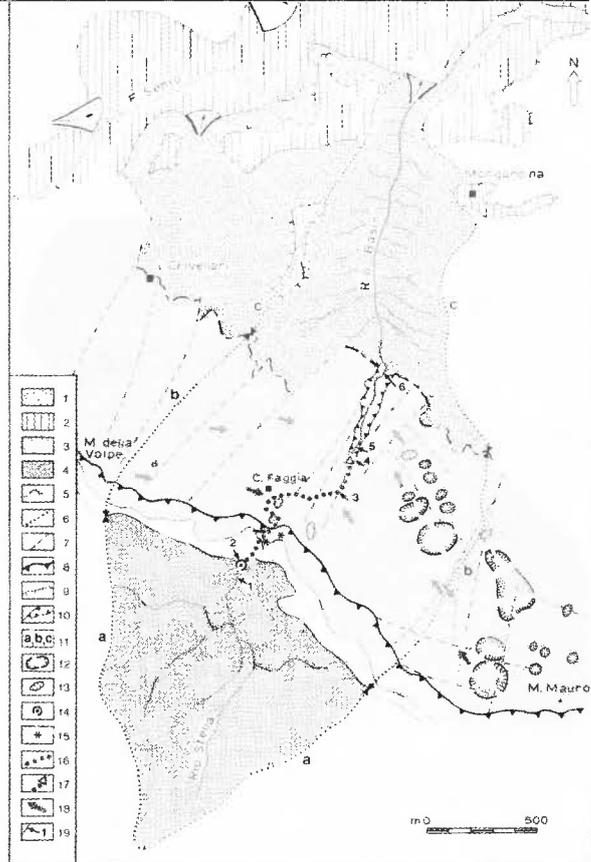


Fig. 15 – L'area fra Monte Mauro e Monte della Volpe ospita un classico sistema carsico di attraversamento della dorsale gessosa, quello del Rio Stella – Rio Basino. La valle cieca del Rio Stella convoglia le acque nell'inghiottitoio di fondo originando un torrente sotterraneo che torna a giorno con la Risorgente del Rio Basino, dopo avere ricevuto gli apporti di diversi affluenti secondari. È da notare il forte condizionamento strutturale che caratterizza questi sistemi carsici, evidenziato dall'allineamento fra la valle cieca e la forra del Rio Basino, e dalla relativa semplicità dello schema di circolazione sotterranea, che si evolve lungo poche direzioni principali, marcate in superficie da allineamenti di doline (da P. FORTI *et al.*, 1989, Atti XV Cong. Naz. di Speleologia).

The area between Mt. Mauro and Mt. della Volpe holds a classic hydrogeological crossing karst system. The Rio Stella blind valley gives origin to the homonymous underground stream, receives some different tributaries, and passes into Rio Basino Spring Cave. Note the strong structural conditioning of these karst systems, with the alignment of the blind valley and the gorge of Basino river. The landscape is characterized by aligned dolines of all dimensions, that mark some principal directions reflecting the simple scheme of the subterranean circulation of the waters.

che sfiora i 500 l/s, con un rapporto fra colmo e magra pari a 120:1.

Ad Est della linea Stella-Basino i gessi subiscono una triplicazione della sequenza per la presenza di sovrascorrimenti con vergenza SW. In questo contesto si trova la maggiore elevazione (M. Mauro, 515 m), mentre il paesaggio superficiale è dominato dalla presenza di numerosi allineamenti di doline di ogni dimensione (fig. 15).

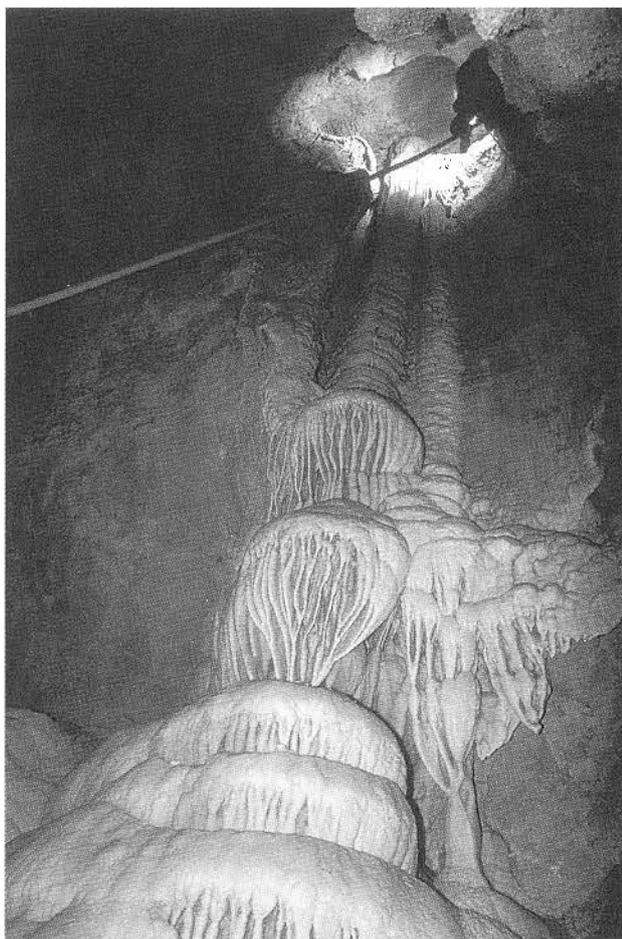


Fig. 16 – Un esempio di pozzo rivestito da un'ampia colata calcitica nella Grotta del Re Tiberio, parte del più vasto sistema carsico della Vena del Gesso romagnola (foto C. Pollini).

A pit with a massive calcite flowstone in the Re Tiberio Cave, a part of the largest karst system of the Vena del Gesso of Romagna (ph. C. Pollini).

L'area tra Sintria e Lamone è anch'essa caratterizzata da una certa complessità geologica per la presenza di analoghi sovrascorriimenti. Nella parte Ovest esiste un sistema carsico principale che fa capo alla Risorgente del Rio Cavinale–Abisso Peroni (457-627 ER/RA, svil. 2 km) e ha origine nel Monte di Rontana con l'Abisso Fantini-Garibaldi (121-528 ER/RA, svil. 1,5 km), mentre il carsismo superficiale presenta numerose doline, valli cieche e spettacolari forme di soluzione a candela nel Parco Carné. Nel versante orientale, terminante a Brisighella, sono da ricordare la Grotta La Tanaccia (114 ER/RA, svil. 2 km) di notevole importanza archeologica e il sistema carsico della Tana della Volpe (102 ER/RA, svil. 800 m), mentre al Monticino è

presente un museo all'aperto ricavato nell'area dell'ex cava, in cui è possibile osservare oltre alla successione evaporitica anche un esempio di paleocarsismo messiniano, che ha restituito notevoli esemplari di fauna di tale periodo (COSTA *et al.*, in FSRER, IIS, 1986).

Analogamente ai sistemi carsici emiliani quelli romagnoli possiedono più piani di gallerie sovrapposte ma, dati i maggiori dislivelli, sono presenti più frequentemente delle successioni di pozzi della profondità di alcune decine di metri che raccordano velocemente la superficie topografica esterna con i livelli di gallerie suborizzontali (fig. 16).

A Riolo Terme si trova il Centro di Documentazione della Vena del Gesso, ospitato all'interno della Rocca, in cui sono illustrati tutti gli aspetti geologici, paleontologici e speleologici del territorio.

La Gessoso-solfifera affiora diffusamente anche nel Forlivese e nel Cesenate, ma qui le evaporiti hanno subito un processo di deposizione per risedimentazione in un bacino più profondo. I potenti banchi gessosi scompaiono per lasciare il posto a strati decimetrici intervallati da potenti intervalli pelitici, che non consentono lo sviluppo di fenomeni carsici. Queste sono le zone che hanno visto in passato lo sviluppo dell'industria estrattiva dello zolfo.

Nella parte orientale della Romagna si trova la coltre alloctona della Val Marecchia, in un contesto geologico simile a quello visto per il settore emiliano, a cui sono associati piccoli affioramenti evaporitici come quelli di Onferno e di San Marino. I gessi di Onferno ospitano un sistema carsico con uno sviluppo di 700 m. La Grotta di Onferno (456 ER/RN) è una cavità di attraversamento dell'affioramento gessoso alloctono ed è adibita a visite turistiche (15.000 visitatori/anno).

La Repubblica di San Marino

Sul confine orientale dello Stato i gessi affiorano per una estensione di un paio di chi-

lometri lungo il corso del torrente Marano. Sono note 8 cavità, la più importante delle quali è la Risorgente di Rio Marano (8RSM), con 80 m di sviluppo. Praticamente assenti sono i fenomeni carsici superficiali (GSB-USB, 1983).

Le caratteristiche idrogeologiche

I sistemi carsici nei gessi emiliano-romagnoli sono caratterizzati da bacini idrogeologici di estensione tutto sommato limitata. Molto spesso abbiamo la presenza di una valle cieca principale che alimenta il sistema carsico, a cui possono affiancarsene altre minori che conferiscono le acque a differenti porzioni dello stesso. Schematicamente possiamo quindi suddividere gli apporti idrici in due componenti principali: quella proveniente dalle forme fluvio-carsiche delle valli cieche e quella dovuta al drenaggio diretto dell'affioramento evaporitico, attraverso i punti di assorbimento diffusi sulla sua superficie carsica. In alcuni casi, soprattutto per gli affioramenti più piccoli, la valle cieca può mancare e l'affioramento può quindi presentarsi come un blocco completamente isolato rispetto al paesaggio circostante. Occorre però tenere presente che l'odierna situazione geomorfologica può anche differire in modo sostanziale rispetto a quella del passato e non si può quindi escludere che alcune valli cieche possano essere state smantellate nel corso dei rapidi mutamenti che hanno coinvolto l'Appennino nelle ultime decine di migliaia di anni. Generalmente le valli cieche sono impostate su litotipi argillosi e marnosi e si riscontrano perciò tempi di corrvazione molto rapidi (con ordine di grandezza di un'ora dal bordo della valle cieca all'inghiottitoio).

Negli acquiferi carsici manca praticamente la zona freatica, in quanto i corsi d'acqua sotterranei, impostati sul livello di base idrogeologico locale, hanno carattere sostanzialmente epifreatico, mentre è presente un'ampia porzione vadosa relativa alle parti fossili del siste-



Fig. 17 – Il fronte della vecchia Cava Filo, nei Gessi Bolognesi, offre uno spaccato che bene esemplifica le caratteristiche che presiedono allo sviluppo del carsismo nei gessi messiniani. Il banco evaporitico è interessato da un numero tutto sommato ridotto di fratture subverticali, a spaziatura da metrica a decametrica, che sono state sede di più o meno attiva circolazione idrica, la quale risulta quindi concentrata lungo poche vie preferenziali di drenaggio, mentre la porzione di roccia tra una discontinuità e l'altra appare assolutamente non carsificata (foto D. Demaria).

The wall of the dismissed Filo quarry, in the Gessi Bolognesi, shows the characteristics that lead to the development of the karst processes inside the Messinian gypsum. The evaporitic thick layer presents some subvertical fractures with a spacing ranging from some meters to tens of meters. The circulation of the water takes place through this few preferential waterways, while the portion of the rock between two adjacent fractures appears not karstified.

ma. Dal punto di vista idrogeologico le grotte sono perciò schematizzabili come una rete di drenaggio a primario fortemente dominante con un'unica condotta principale in cui confluiscono vari apporti secondari. Per tutto quanto detto finora la maggioranza delle acque che fluiscono all'interno del sistema carsico è canalizzata in ampie condotte (relativamente alla portata), caratterizzate da velocità di flusso elevate (0,5-1 m/s) e con tempi di residenza nell'acquifero di poche ore.

Attraverso la rete di leptoclasti e di microfratture dei blocchi gessosi si sviluppa un'alimentazione con velocità di flusso nettamente minori (0,1-1 m/h), che generalmente non comporta stillicidi e arrivi diffusi ma appare piuttosto localizzata, in accordo con la spaziatura delle fratture che interessano gli ammassi gessosi (fig. 17) o la presenza degli interstrati

argillosi che possono agire come superficie di raccolta e scorrimento.

Essendoci una zona vadosa che è volumetricamente assai sviluppata non va poi sottovalutata la componente dovuta alla condensazione dell'umidità atmosferica sulle pareti delle grotte per effetto della circolazione continua di ingenti masse d'aria. Tale apporto è certamente piccolo se confrontato al volume complessivo di acqua che fluisce all'interno dei sistemi carsici nell'arco di un anno, ma diventa significativo proprio durante i lunghi periodi di scarse o nulle precipitazioni.

Come già riportato per i sistemi carsici dell'Acquafredda e del Rio Basino esiste un rapporto caratteristico di 120:1 fra le portate di piena massima osservata e quelle del flusso di base, ben spiegabili considerando tutti i fattori richiamati sopra. Per gli altri sistemi carsici sono state effettuate quasi sempre misure di portata sporadiche che possono fornire indicazioni sul solo flusso di base.

Le morfologie sotterranee

Le principali morfologie riscontrabili all'interno delle grotte nei gessi messiniani sono dovute a differenti fattori genetici ed evolutivi, che vengono sintetizzati di seguito (fig. 18).

Forme primarie

A) *Condotte*. L'azione dissolutiva ed erosiva dell'acqua ha portato alla formazione di gallerie, ad andamento sostanzialmente rettilineo su lunghi tratti, che si presentano con sezioni talvolta circolari o ellittiche, oppure come gallerie a soffitto comunque levigato, da piatto a concavo, e con pareti laterali perlopiù parallele. Abbastanza frequente è la presenza dei canali di volta o di pendenti, dovuti ad evoluzione antigravitativa (figg. 19 e 20).

B) *Meandri*. È la seconda morfologia legata all'azione dissolutiva ed erosiva dell'acqua. In pianta presentano la tipica forma serpenteggiante spesso con marcata sinuosità, imposta-

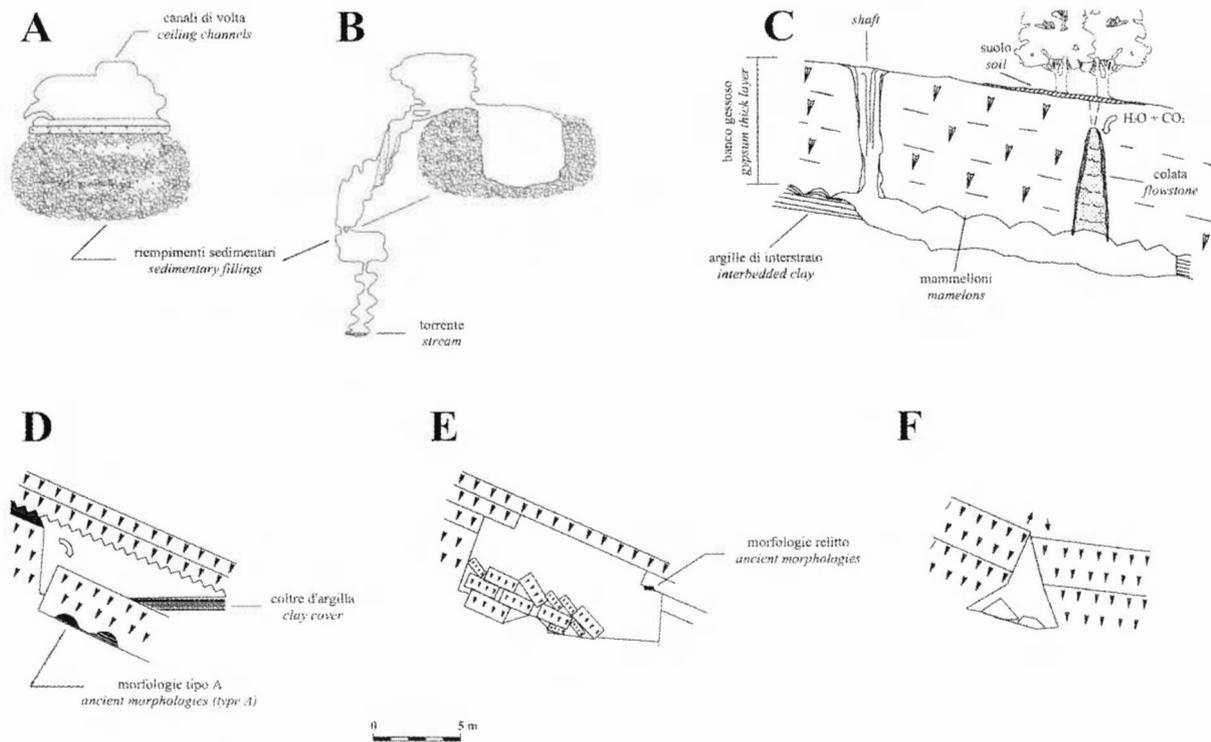


Fig. 18 – Schema raffigurante le principali morfologie sotterranee. La scala metrica è puramente indicativa (compilato da varie fonti).

Scheme showing the principal subterranean morphologies. The scale is only indicative (after many authors).

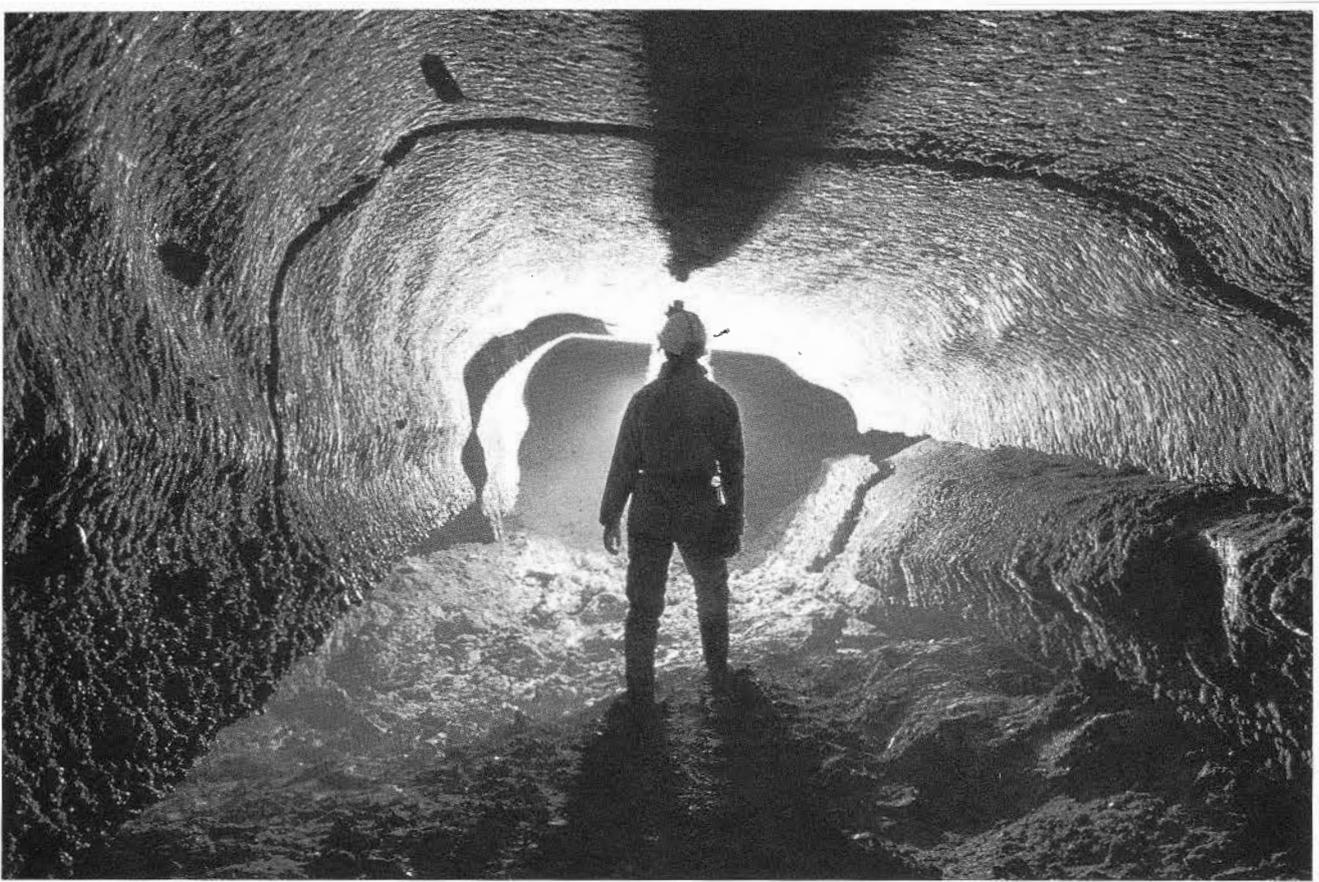


Fig. 19 – Un esempio di condotta in cui risultano ben evidenti le successive fasi ad evoluzione antigravitativa. I sedimenti che riempivano la cavità obbligando l'acqua ad esercitare la propria azione carsificante prevalentemente contro la volta sono stati successivamente asportati dall'inizio di un nuovo ciclo erosivo (Grotta della Spipola, Gessi Bolognesi, foto PG. Frabetti).
A conduit with evidence of phases of antigravitational development. The sedimentary filling on the bottom forced the water to flow against the vault and to model a ceiling channel. A large part of the sediments have been removed subsequently by a new erosional cycle (Spipola Cave, Gessi Bolognesi, ph. PG. Frabetti).

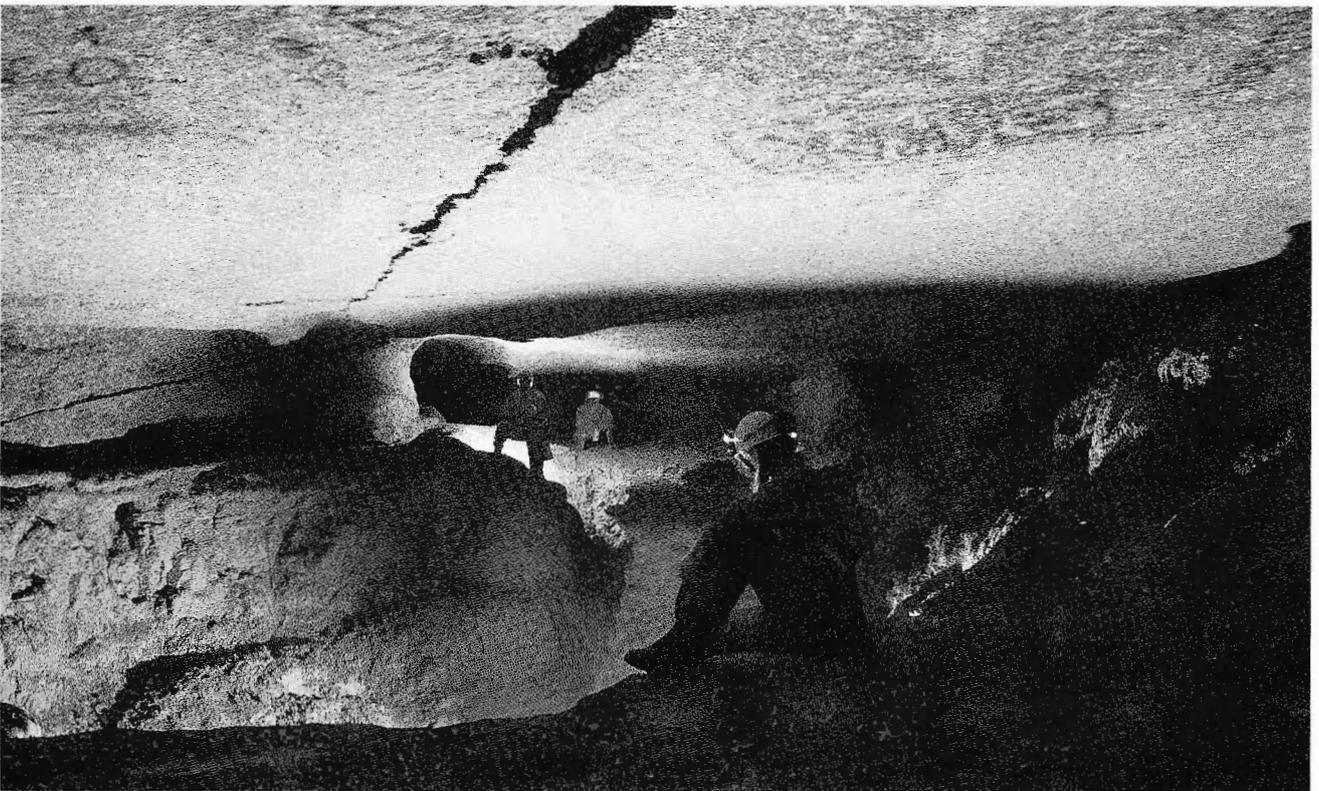


Fig. 20 – Le condotte possono talvolta assumere dimensioni trasversali notevoli, favorite in questo dalla stabilità della volta nei tratti in cui poche fratture interessano l'ammasso gessoso, come nel caso della Galleria della Dolina Interna (Grotta della Spipola, Gessi Bolognesi), ampia 20 m. Sotto al piano di calpestio sono presenti almeno 5 m di riempimento sedimentario (foto PG. Frabetti).
The conduits can reach a considerable cross section, for the stability of the ceiling for the tracts of rock with rare fractures. For example, the passage of the Dolina Interna (Spipola Cave, Gessi Bolognesi) is 20m wide. Below the floor there are more of 5m of sedimentary filling (ph. PG. Frabetti).

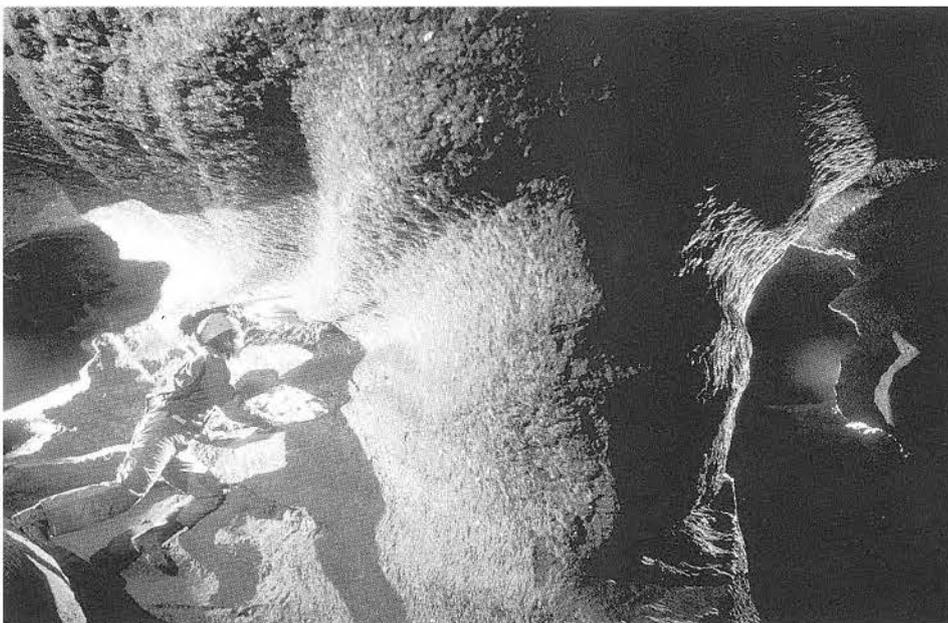


Fig. 21 e 22 – Due aspetti di morfologie a meandro (Grotta Calindri, Gessi Bolognesi). (foto D. Odorici).

Meander morphologies in the Calindri Cave (Gessi Bolognesi).

ta lungo la direzione prevalente di sviluppo del sistema carsico, mentre in sezione mostrano un'alternanza altrettanto caratteristica di incavi e mensole, sovente riempiti da sedimenti. Nei meandri si osserva frequentemente il sovrapporsi di fasi evolutive a vergenza opposta (gravitative e antigravitative), con il conseguente e complesso intrecciarsi delle relative forme carsiche (figg. 21 e 22).

Lo sviluppo di queste morfologie primarie pare essere legato alla diversa pendenza del letto del corso d'acqua sotterraneo, minore nel caso delle condotte e leggermente più alta per i meandri.

C) *Sale di interstrato*. Si sviluppano appunto in corrispondenza della superficie di contatto fra un interstrato argilloso-marnoso e il sovrastante banco evaporitico. Le acque, circolando sulle argille impermeabili, ne provocano il lento dilavamento, portando alla formazione di sale di varia ampiezza la cui volta è costituita dalla base del banco gessoso, di cui vengono messe in mostra le tipiche strutture mammellonari (fig. 23). L'accesso a tali sale è spesso costituito da un pozzo-camino impostato su fratture verticali che attraversa l'intero banco (fig. 24) e che veicola le acque drenate all'esterno da superfici di solito arealmente limitate. I pozzi mostrano quasi sempre marcati solchi verticali o docce da dissolu-



zione, mentre nel caso di camini che non raggiungano l'esterno la presenza della copertura vegetale consente l'arricchimento di anidride carbonica nelle acque di percolazione, creando le condizioni per la deposizione di colate calcitiche che rivestono del tutto o in parte le pareti dello stesso camino.

Forme derivate

D) *Crolli rotazionali*. Sono tipici degli ambienti sviluppatasi al di sotto degli interstrati argilloso-marnosi. Si caratterizzano per il distacco di blocchi, anche decametrici, dalla volta e dalle pareti, con rotazione e accumulo degli stessi entro la cavità. I crolli sono da collegare alla presenza di fratture parallele alle pareti della galleria e alla superficie di discontinuità rappresentata dagli interstrati, oltre che alla presenza di una condotta di tipo A al di sotto del blocco crollato. Questo tipo di crolli, mettendo allo scoperto la base del banco gessoso sovrastante, genera ambienti con il soffitto a mammelloni e il pavimento a blocchi prismatici accatastati, con una sezione trasversale di forma tipicamente triangolare (fig. 25), che non sono quindi da confondere con le sale d'interstrato del tipo C descritte prima. Le originarie gallerie dovute allo scorrimento idrico rimangono quindi del tutto o solo parzialmente schiacciate dai crolli, mentre al di sopra degli stessi si stende di solito una coltre di copertura di argille di interstrato.

E) *Distacchi laminari dalla volta*. Sono crolli di blocchi a lastre dal soffitto della cavità, favoriti da una maggiore fratturazione locale della roccia e dalla presenza di superfici di

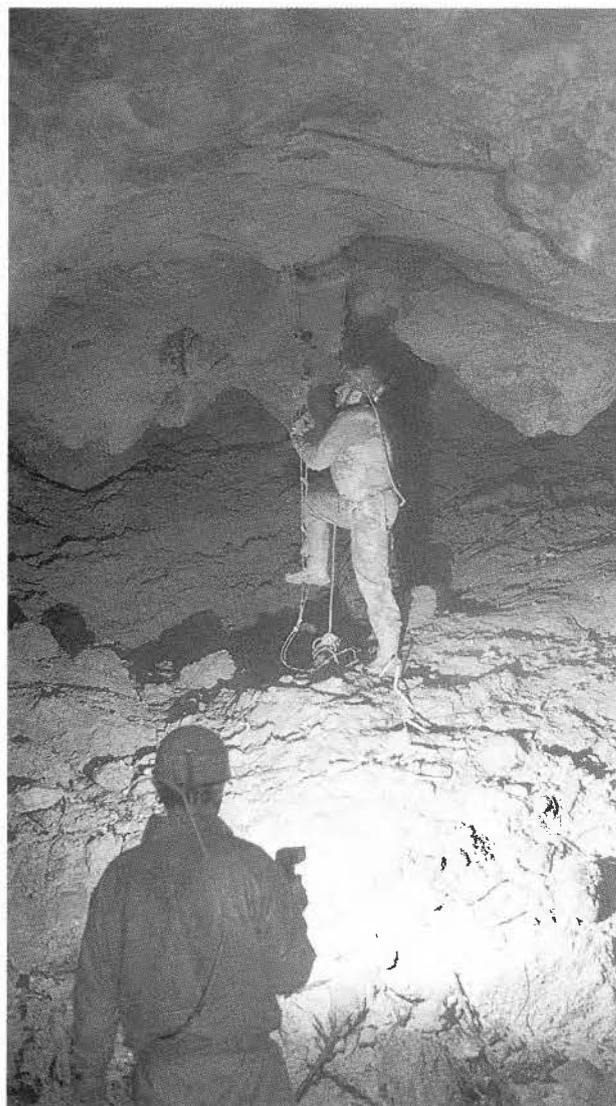


Fig. 23 – Volta a mammelloni nel Buco del Belvedere (Gessi Bolognesi, foto G. Rivalta).

“Mamelons” in the ceiling of the Buco del Belvedere (Gessi Bolognesi).



Fig. 24 – Il pozzo iniziale del Buco del Belvedere attraversa l'intero banco gessoso per una profondità di 14 m (foto G. Rivalta).
The pit of Buco del Belvedere cuts all the gypsum massive layer with a depth of 14m.

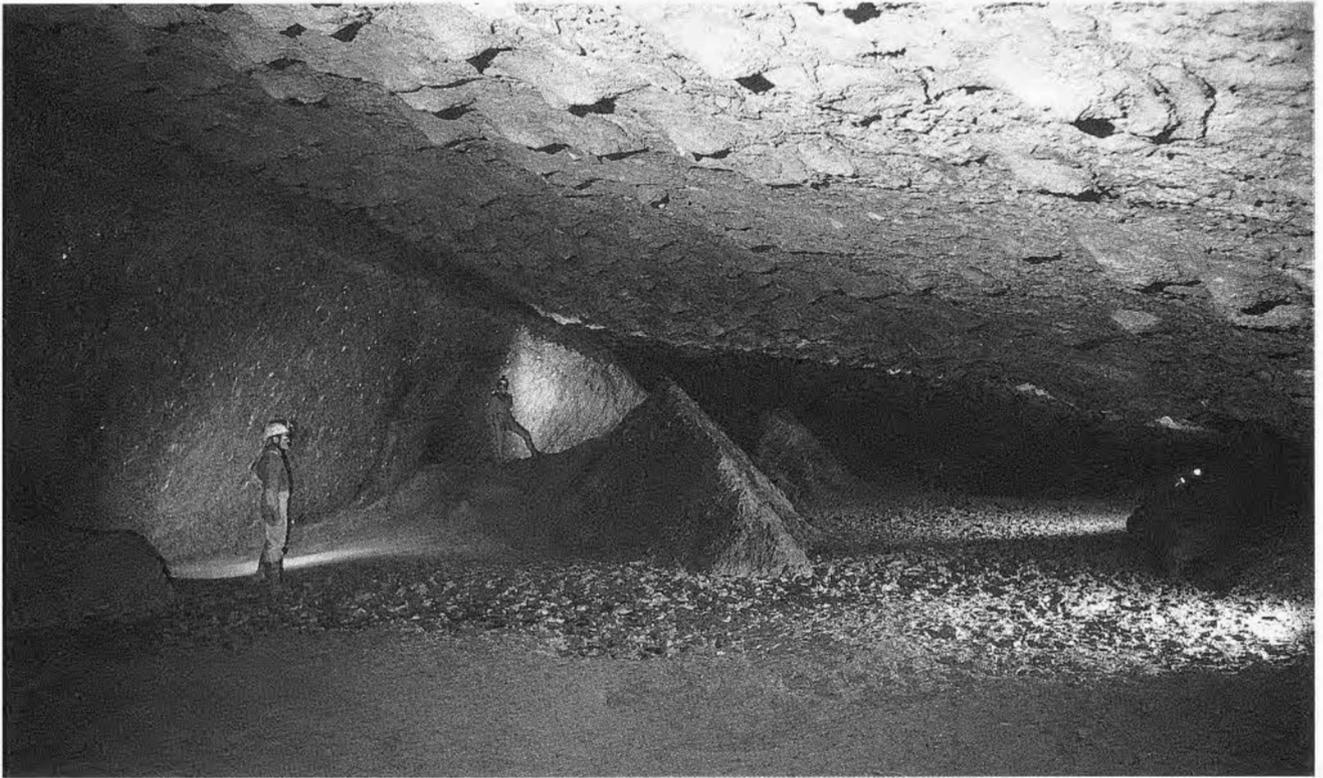


Fig. 25 – Salone del Fango (Grotta della Spipola, Gessi Bolognesi) (foto D. Odorici).
D - Type morphology (Salone del Fango, Spipola Cave)

discontinuità sedimentaria interne al banco gessoso superiore, che fungono quindi come elementi di debolezza meccanica (fig. 26).

Come nel caso precedente lo svilupparsi dei crolli presuppone la presenza di una sottostante condotta primaria di tipo A, che viene



Fig. 26 – Un esempio di morfologia con distacchi di blocchi laminari dalla volta (Salone Giordani, Grotta della Spipola, Gessi Bolognesi) (foto P. Forti).
An example of morphology with laminar detachment from the ceiling (Salone Giordani, Spipola Cave, Gessi Bolognesi).

totalmente o solo in parte cancellata da tali crolli. Si generano in tal modo sale o gallerie a sezione ancora triangolare, con la volta che mostra le superfici di distacco dei blocchi tabulari accumulati sul pavimento. Non sono presenti marne di interstrato ma, lateralmente ai crolli, possono essere preservate come morfologie-relitto le forme originarie da scorrimento idrico.

F) *Distacchi lungo discontinuità tettoniche.* Sono crolli e distacchi di blocchi dalla volta della cavità, favoriti da faglie o fratture coniugate, verticali o ad alto angolo, che si intersecano in alto, generando morfologie irregolari, con soffitti a V rovesciata (fig. 27). Come al solito viene coinvolta e in parte o del tutto cancellata l'originaria condotta da scorrimento idrico (fig. 28). È frequente che lungo le discontinuità che hanno innescato il crollo si verifichi una ripresa dell'attività idrica, questa volta con percolazione verticale dell'acqua, con una successiva sovrapposizione di evidenti tracce da dissoluzione sulle pareti, talvolta anche molto sviluppate.

Tutte le forme derivate fin qui descritte hanno la particolarità di evolversi coinvolgendo un singolo livello, per cui le gallerie che, all'interno del sistema carsico, si sviluppano su più piani a quota differente mantengono sempre la loro individualità, pur essendo variamente modificate da crolli e riprese dell'attività idrica. Del tutto differente è la morfologia che segue.

G) *Crolli in zone tettoniche.* Si sviluppano in aree particolari dell'affioramento gessoso, dove sono presenti gruppi di faglie parallele, variamente intersecantisi, che determinano appunto una fascia di territorio fortemente tettonizzata, costituente una zona di cerniera fra blocchi che mostrano di avere avuto, nel tempo, un differente comportamento cinematico. In tale situazione riscontriamo la presenza di sale ed ambienti ad evoluzione appunto tettonica, sempre sovrapposti ed adiacenti, spesso collegati da pozzi in cui sono ben evidenti crolli e dislocazioni, anche deca-

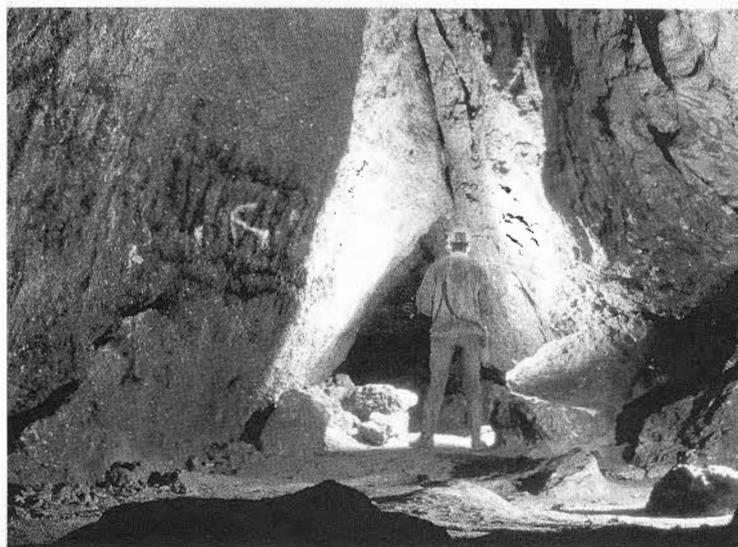


Fig. 27 – Morfologie a V rovesciata nella Grotta del Farneto nei Gessi Bolognesi (foto G. Cipressi).

Morphologies with the shape of an upside-down V in the Farneto Cave, Gessi Bolognesi.

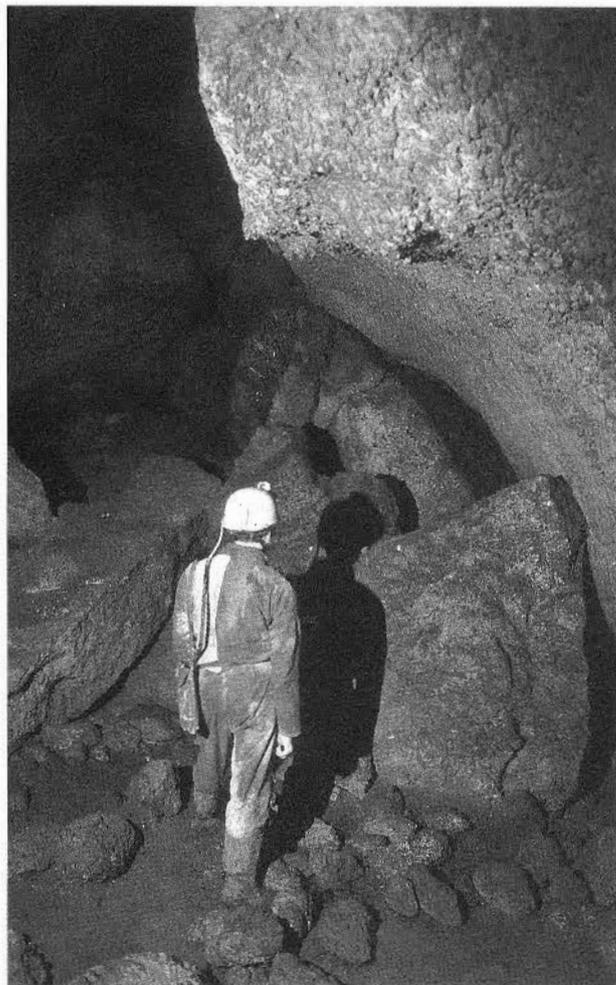


Fig. 28 – Relitto di un paleocorso parzialmente cancellato dai crolli nella Grotta della Spipola (Gessi Bolognesi) (foto P. Grimandi).

Relict of an ancient conduit partially destroyed for the collapses in the Spipola Cave (Gessi Bolognesi). (ph. P. Grimandi).



Fig. 29 – Un esempio dei potenti depositi sedimentari presenti nei sistemi carsici della Formazione Gessoso-solfifera (Grotta Calindri, Gessi Bolognesi) (foto P. Grimandi).
An example of the thick sedimentary deposits present inside the karst systems of the Gessoso-solfifera Formation (Calindri Cave, Gessi Bolognesi). (ph. P. Grimandi).

metriche, di intere porzioni di roccia. Questo comporta la pressoché completa scomparsa delle singole gallerie, di cui si rinvengono talvolta piccole porzioni estremamente frammentate e spostate in seguito ai movimenti tettonici a quote differenti e perciò non più ricollegabili al livello originario.

I depositi fisici

Caratteristica comune ai sistemi carsici della FGS è la presenza all'interno delle grotte di depositi sedimentari, spesso di notevole spessore ed estremamente eterogenei dal punto di vista granulometrico. Tali riempimenti sono strettamente correlati ai paleocorsi presenti nei differenti livelli dei sistemi carsici e sono pure responsabili dei particolari

meccanismi evolutivi di tipo antigravitativo, costituendo un fattore genetico per alcune singolari morfologie come i canali di volta e i pendenti.

L'ubiquitarità a livello regionale di questi riempimenti fisici (pure nell'ambito di differenze nelle varie aree e, all'interno di una medesima zona, fra i distinti sistemi carsici ivi esistenti) fa ritenere che essi siano la risposta a fattori di natura geologica e ambientale comuni a tutto il fronte appenninico padano. Questi depositi, nelle sezioni maggiormente esposte, mostrano la presenza di ripetute sequenze sedimentarie, generalmente di tipo fining-upward, con un intervallo basale di solito marcatamente erosivo e clasti anche di grandi dimensioni e una chiusura di sequenza con un intervallo pelitico caratterizzato da sottili laminazioni. Le strutture sedimentarie sono quelle tipiche di ambiente torrentizio (ciottoli embriciati e sabbie con ripple trattivi e laminazioni incrociate), in accordo con la natura dei corsi d'acqua ipogei fluenti in questi sistemi carsici (fig. 29). La notevole variabilità granulometrica evidenzia un'analogia ed estrema variazione dell'energia correlata a tali flussi idrici, che in alcuni momenti deve essere stata davvero molto elevata, arrivando a trasportare ciottoli che superano i 50 cm.

Dal punto di vista litologico si distinguono, con riferimento al sistema carsico, le due componenti dei materiali alloctoni e di quelli autoctoni. I materiali trasportati dall'esterno, la cui composizione riflette quella del bacino di alimentazione, presentano notevole diversità in funzione delle situazioni geologiche di valore strettamente locale. Per inciso, si ritiene che alcune valli cieche possano avere variato la loro estensione nel tempo con conseguente modificazione delle aree di provenienza dei sedimenti trasportati all'interno delle grotte. La porzione dei materiali autoctoni è costituita dalla disgregazione della roccia gessosa e degli intervalli pelitico-marnosi che separano i banchi evaporitici. Una frazione, che in taluni intervalli raggiunge composizio-



Fig. 30 – Resti di mammiferi sono frequentemente associati ai depositi clastici, come questa mandibola di Iena (*Crocota crocuta spelaea*) dalla Grotta Calindri nei Gessi Bolognesi (foto J. Palumbo).
*The remains of mammals are frequently associated with clastic deposits, like this mandible of Hyena (*Crocota crocuta spelaea*) from the Calindri Cave in the Gessi Bolognesi (ph. J. Palumbo).*

nalmente anche l'80 % del sedimento, è inoltre costituita da frammenti di concrezioni, tanto gessose quanto calcaree. Questa componente deriva senza dubbio dallo smantellamento di depositi chimici rinvenibili esclusivamente all'interno del sistema carsico ed è al tempo stesso rivelatrice della presenza di notevoli depositi concrezionari, sviluppatasi in corrispondenza di particolari momenti evolutivi caratterizzati da stadi climatici in parte diversi dall'attuale e favorevoli alla deposizione di volta in volta prevalente della calcite o del gesso (P. FORTI, *ivi*).

Questo particolare si lega immediatamente alla presenza dei reperti paleontologici rinvenibili nei sedimenti, che sono invece relativi a faune di clima freddo (dominanza di *Bison priscus* e *Megaloceros giganteus*), con punte anche molto rigide. Tanto lo stato di conservazione dei reperti quanto l'analisi sedimentologica sull'usura subita dai frammenti di concrezioni indicano in questo caso una certa

rapidità nel trasporto e uno scarso rimaneggiamento dei materiali (fig. 30).

Va inoltre ricordata la presenza di riempiamenti sviluppatasi anche in età storica, probabilmente in connessione agli eventi di deterioramento climatico più recenti.

Le indagini, iniziate da pochi anni, sono tuttora in corso e mirano a mettere in evidenza l'eventuale contemporaneità degli eventi su scala regionale, stabilirne le cause e i fattori, determinarne i meccanismi di trasporto e deposizione e definire le aree di provenienza dei materiali.

I paleoinghiottitoi

L'esempio più antico di evento carsico noto ci è fornito nella ex cava del Monticino, presso Brisighella, dove i lavori di estrazione del gesso hanno messo in evidenza un caso di paleocarsismo correlato alla fase di solleva-

mento ed emersione intramessiniana della catena appenninica, in concomitanza della quale si è avuto un modellamento carsico, a scala minore, delle superfici esposte. Tali forme carsiche sono state poi riempite in due fasi distinte prima da depositi terrigeni contenenti faune continentali del Messiniano terminale e poi nel Pleistocene inferiore (COSTA *et al.*, in FSRER, IIS, 1986) (fig. 31).

Decisamente più recenti, in quanto relativi all'ultima glaciazione, sono i paleoinghiottitoi studiati nei Gessi Bolognesi. I principali sono quelli di Monte Croara e della Cava Filo. Negli inghiottitoi di Monte Croara la presenza di una fauna a grandi ungulati e di una flora a Pino silvestre, Betulla e Salice nano, desunta dai relativi pollini, attesta che i pozzi carsici si sono colmati durante una fase di clima arido e piuttosto freddo e in un ambiente aperto. L'associazione con industrie litiche colloca il riempimento di tali unità a circa 70.000 anni fa.

L'inghiottitoio della Cava Filo rappresenta uno dei maggiori giacimenti paleontologici regionali (fig. 32). Alla base del riempimento

è posto un crostone calcitico che dovrebbe risalire a circa 25.000 anni fa, mentre l'intera sequenza, datata in più punti col radiocarbonio, copre con certezza l'intero periodo dall'ultimo pleniglaciale fino all'attuale. Lo scavo ha permesso il riconoscimento di alcune unità stratigrafiche maggiori, da cui proviene una fauna e flora differenziata che ha consentito di ricostruire con buona precisione l'evoluzione climatica e ambientale del pedeappennino in tale arco temporale. In particolare sono state riconosciute le diverse fasi di miglioramento climatico, pur con oscillazioni minori in senso freddo, che hanno portato ad un progressivo affermarsi di un ambiente boschivo, prima con un consorzio a Pino e Betulla e poi misto, rispetto ad un iniziale situazione di prateria fredda con sostanziale assenza di elementi boschivi, a cui si accompagna un'analogha variazione nelle faune. Tali dati sono in perfetto accordo con quanto osservato a livello di riempimenti sedimentari all'interno dei sistemi carsici.

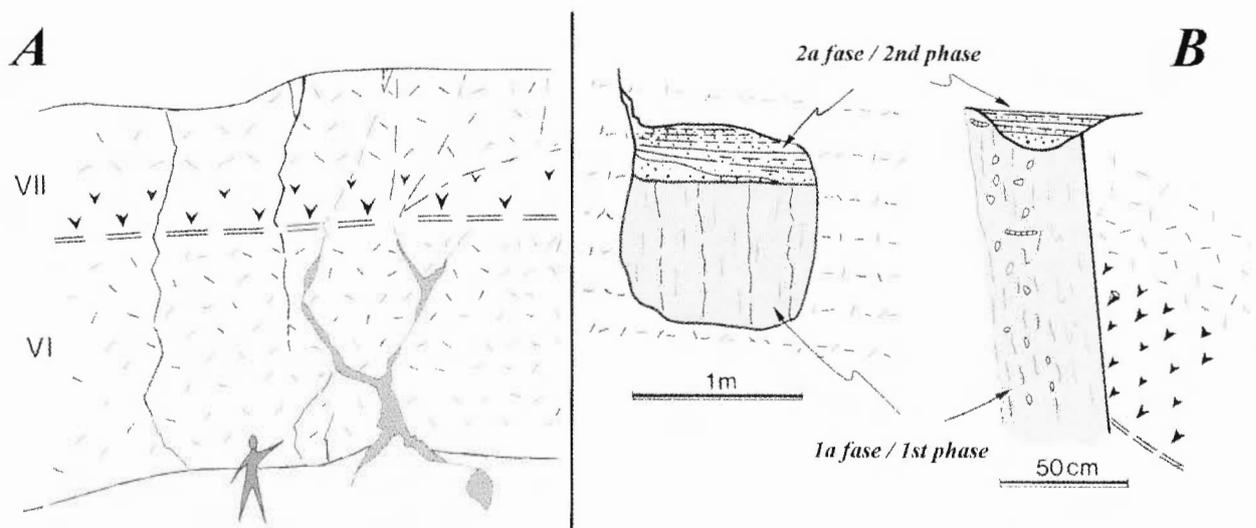


Fig. 31 – Cava del Monticino (Brisighella, Vena del Gesso romagnola) – Esempio di paleocarsismo messiniano, con filoni e tasche riempiti in due fasi successive. A – veduta generale della rete di fratture carsificate (VI, VII – banchi evaporitici); B – particolari (da Costa *et al.*; in FSRER, IIS, 1986).

Monticino quarry (Brisighella, Vena del Gesso of Romagna) – An example of Messinian paleokarst, with the two phases of dyke-setting and pocket-like fillings. A – overview of the pattern of karstified fractures (VI, VII – evaporitic thick layers); B – details.

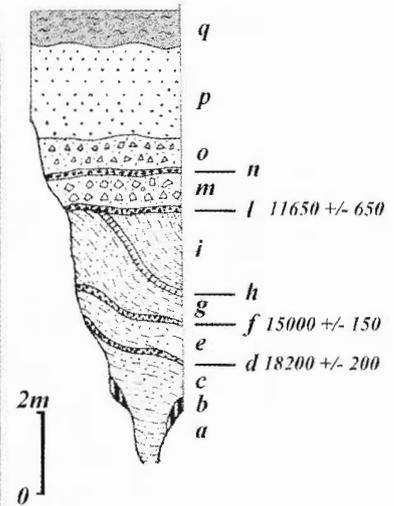


Fig. 32 – Il paleoinghiottitoio della Cava Filo in una foto del 1960 e la sezione stratigrafica del riempimento. I reperti paleontologici provengono dalle unità c-o. Le datazioni radiometriche al ^{14}C forniscono l'età del riempimento (foto P. Grimandi).
The paleosinkhole of the Filo quarry in a picture of 1960 and the stratigraphic cross section of the filling. The paleontological remains come from the units c-o. Radiometric data from ^{14}C give the age of the filling.

L'evoluzione delle conoscenze speleologiche

La ricerca speleologica sistematica in Emilia Romagna comincia esattamente cento anni fa, con l'opera svolta dai soci della SSI fondata a Bologna nel 1903, ed è proseguita in maniera sostanzialmente continuativa fino ai nostri giorni, anche se con intensità ovviamente differente nei vari frangenti storici e nei diversi ambiti geografici, sulla spinta dei gruppi speleologici locali. Narrare in poche righe questo secolo di storia speleologica è un'impresa che rischia di essere riduttiva. Preferisco quindi affrontare l'argomento secondo un'ottica inusuale, mostrando cioè cosa hanno prodotto nel loro complesso gli sforzi esplorativi degli speleologi di questa regione, usufruendo a questo scopo dei dati inseriti nel catasto regionale delle cavità.

Il progredire delle conoscenze speleologiche può essere sintetizzato in un grafico in cui compaiono il numero di grotte poste a catasto e il loro sviluppo totale, a partire dagli inizi del '900, ottenendone due curve che mostrano alcuni aspetti singolari e inaspettati, soprattutto considerando le estensioni tutto

sommato ridotte delle aree gessose (fig. 33).

Appare infatti evidente come, dopo un secolo di ricerche in quella che è la realtà meglio indagata fra tutte le aree evaporitiche in Italia, la conoscenza del fenomeno carsico sotterraneo sia decisamente lontana dal ritenersi completa, come si riscontra in particolare dall'andamento della curva relativa allo sviluppo complessivo delle grotte.

A questo punto può essere interessante fare una proiezione. Se nei prossimi vent'anni si mantenesse inalterato lo stesso ritmo di nuove scoperte seguito appunto nel secolo trascorso si può stimare che il patrimonio speleologico regionale arrivi ad annoverare circa 800 grotte nei gessi ma, soprattutto, giunga a sfiorare i 135 km di sviluppo complessivo. Considerando i tanti punti interrogativi che ancora compaiono nelle nostre aree gessose questi numeri non appaiono certo come un semplice esercizio statistico.

Altri dati utili ad inquadrare il fenomeno carsico nelle evaporiti emiliano-romagnole possono essere derivati da un sunto statistico sulle cavità, suddivise per singola area geografica e in differenti classi di sviluppo metrico.

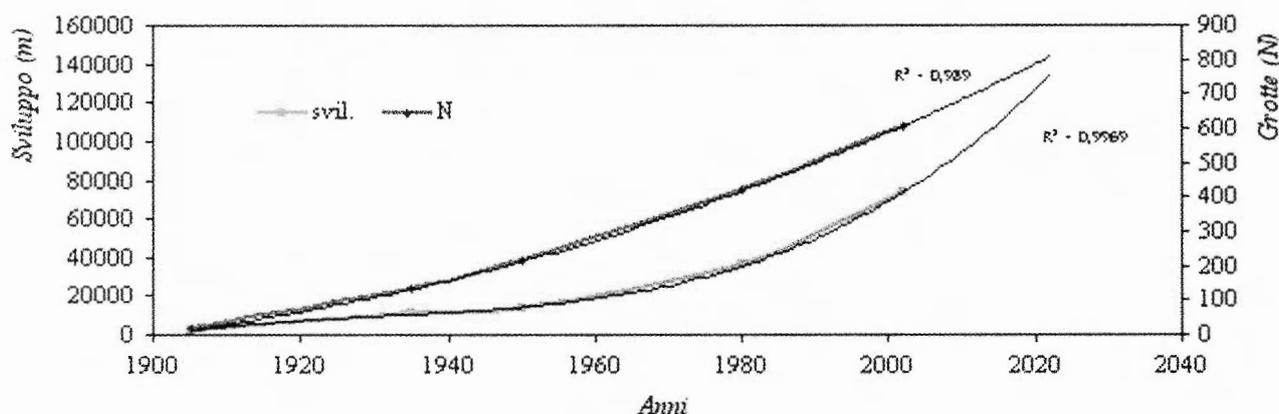


Fig. 33 – Il grafico illustra l'evoluzione delle conoscenze speleologiche (in termini di numero di cavità e loro sviluppo complessivo) per le grotte nei gessi regionali durante gli ultimi cento anni.

The graph shows the pattern of speleological knowledge (number of caves and total length) for the gypsum caves of the region during the last hundred years.

Alla fine del 2002 sono censite 569 grotte con uno sviluppo spaziale complessivo pari a 73666 m (tab. 1).

Nelle varie aree le grotte assumono una differente distribuzione all'interno delle classi, indice questo di diversità nello sviluppo dei fenomeni ipogei, in plausibile relazione con fattori come l'estensione delle aree carsiche, la disposizione dei banchi gessosi, la locale situa-

zione strutturale, ecc.

In tutti i casi ad essere numericamente predominanti sono le grotte con sviluppo fino ai 50 m, con un valore massimo dell'84 % nel Reggiano ed una diminuzione dal Bolognese (74 %) alla Romagna (56 %).

Nel Reggiano non sono note cavità che superino i 1250 m, con un vuoto fra i 300 e i 700 m. In Romagna le recenti scoperte hanno

ETA' Age	Messimiano								Tirreno	
	Bolognese		Vena del Gesso		Romagna orient.		Reggiano		Val di Secchia	
AREA Zone	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
Sviluppo length (m)										
≤ 50	135	74,2	114	56,4	11	78,6	49	84,5	89	74,2
51-100	20	11,0	38	18,8	1	7,1	3	5,2	13	10,8
101-150	6	3,3	15	7,4	1	7,1	2	3,4	4	3,3
151-200			6	3,0			1	1,7	3	2,5
201-250	4	2,2	5	2,5					1	0,8
251-300			4	2,0			1	1,7	2	1,7
301-400	7	3,8	3	1,5					2	1,7
401-500	3	1,6	2	1,0					1	0,8
501-700	2	1,1	2	1,0					2	1,7
701-1000			3	1,5	1	7,1	1	1,7	2	1,7
1001-1250	2	1,1	3	1,5			1	1,7	1	0,8
1251-1500			3	1,5						
1501-1750										
1751-2000	1	0,5	1	0,5						
2001-2500	1	0,5	2	1,0						
2501-5000			1	0,5						
5001-10000										
> 10000	1	0,5								
numero di grotte number of caves	182	100,0	202	100,0	14	100,0	58	100,0	120	100,0
sviluppo totale total length (m)	27020		32934		1216		3650		9048	
svil. medio (m/gr.) av. length (m/cave)	148,5		162,2		86,9		62,9		75,4	

portato il Sistema carsico del Re Tiberio ad essere la maggiore cavità con uno sviluppo di 4350 m, mentre si nota una distribuzione che decresce in modo abbastanza regolare nelle classi successive. Nel Bolognese spicca il Sistema Spipola-Acquafredda coi suoi 11 km di sviluppo mentre le grotte appaiono spalmate nelle differenti classi con assenze fra i 1250 e i 1750 m e dai 2500 ai 10 km. Nella Romagna orientale le poche grotte note non consentono un'analisi significativa. Le evaporiti triassiche mostrano una distribuzione regolarmente decrescente nelle varie classi con sviluppi massimi compresi entro i 1250 m.

È interessante notare come tanto nel Bolognese quanto in Val di Secchia le cavità con dimensione inferiore ai 150 m presentino un'analoga distribuzione percentuale, pur essendo di fronte ad aree geograficamente distanti e differientemente caratterizzate dal punto di vista geologico.

Va precisato che le cavità indicate con numero di catasto diverso ma speleologicamente collegate sono considerate come un'unica entità, mentre sono state mantenute distinte le grotte idrologicamente correlate ma il cui tratto di collegamento non sia stato percorso dall'uomo. I dati presentati illustrano lo stato attuale della ricerca speleologica e sono ovviamente suscettibili di modificazione in seguito alla normale e auspicabile evoluzione di tale ricerca.

La protezione dell'ambiente carsico

La maggior parte delle emergenze evaporitiche della regione risulta protetto dall'istituzione di parchi e riserve naturali. La prima legge istitutiva è la L.R. 11/1988, che ha consentito la creazione del Parco dei Gessi Bolognesi e della Riserva naturale di Onferno. Successivamente sono stati proposti il Parco della Vena del Gesso romagnola, quello della Valle Secchia (area ora inglobata nel Parco Nazionale dell'Alto Appennino) e quello dei

Gessi Reggiani. Per questi ultimi sono in essere i percorsi legislativi e amministrativi che dovrebbero portare entro breve a renderli operativi a tutti gli effetti.

Bibliografia fondamentale

- BADINI G., 1967 – *Le grotte bolognesi*. Edizioni Divulgative della Rassegna Speleologica Italiana, pp. 1-143 + 30 tavole f.t.
- CAI, 1949 – *Studio sulla formazione gessoso-calcareo nell'Alta Valle del Secchia*. Memorie del Comitato Scientifico Centrale, n°1, pp. 1-242, Soc. Tip. Modenese.
- GSB-USB, 1983 – *Le cavità naturali della Repubblica di San Marino*. Sottoterra n° 65, pp. 1-76.
- GSB-USB, 2000 – *La Grotta Serafino Calindri*. Sottoterra n° 110, pp. 1-94 + ril.
- GSB-USB – *Sottoterra*. Rivista di Speleologia del GSB-USB, dal 1962. (*Journal of the Speleological Clubs of Bologna, since 1962*).
- GSFA, SPELEO GAM, 1999 – *Le grotte della Vena del Gesso romagnola. I Gessi di Rontana e Castelnuovo*. FSRER, Centro di Documentazione della Vena del Gesso, pp. 1-135.
- FANTINI L., 1934 – *Le Grotte Bolognesi*. Officine Grafiche Combattenti, Bologna, pp. 1-71.
- FSRER, IIS, 1986 – *Atti del Simposio Internazionale sul Carsismo nelle Evaporiti*. Le Grotte d'Italia, s. 4, a. XII (1984-85), pp. 1-420.
- FSRER, 1995 – *Precursori e pionieri della Speleologia in Emilia Romagna*. Speleologia Emiliana, s. IV, a. XXI, n° 6, pp. 1-160.
- FSRER, 1999 – *Le cavità nei gessi dell'Emilia Romagna: le più recenti acquisizioni della ricerca speleologica in campo scientifico ed esplorativo*. Speleologia Emiliana, s. IV, a. XXV, n° 10, pp. 1-60.
- FSRER – *Speleologia Emiliana*. Rivista della Federazione Speleologica Regionale dell'Emilia Romagna. IV serie, dal 1990. (*Journal of the Speleological Federation of Emilia Romagna, IV serie, since 1990*).
- MORNIG G., 1995 – *Grotte di Romagna*. Memorie di Speleologia Emiliana, n° 1, pp. 1-32.
- REGIONE EMILIA ROMAGNA, FEDERAZIONE SPELEOLOGICA REGIONALE, 1980 – *Il catasto delle cavità naturali dell'Emilia-Romagna*. Pitagora Editrice, Bologna, pp. 1-249, cum bibl.

REGIONE EMILIA ROMAGNA, 1988 – *L'area carsica dell'alta Val di Secchia*. Collana Studi e Documentazioni, 42, pp. 1-303 + vol. cartog.

REGIONE EMILIA ROMAGNA, 1994 – *La Vena del Gesso*. Collana Naturalistica, pp. 1-429.

REGIONE EMILIA ROMAGNA, 1999 – *Gessi Bolognesi e Calanchi dell'Abbadessa*. Collana Aree Protette della Regione E.R., pp. 1-270.

SSI, GSPGC, 2001 – *L'area carsica di Borzano (Albinea – Reggio Emilia)*. Memorie IIS, s. II, vol. XI, pp. 1-158.

TOSCANA

Leonardo Piccini¹

Riassunto

In Toscana gli affioramenti di rocce evaporitiche hanno estensione assai modesta, coprendo in totale poco più di 4 km². I gessi sono associati alla base della successione toscana non metamorfica ("Falda Toscana"), che affiora lungo le maggiori dorsali orografiche, e ai depositi "neoautoctoni" messiniani, che ricadono nei bacini neogenici della media Toscana marittima.

Nel primo caso i gessi hanno età triassica e gli affioramenti maggiori sono quelli presso Sassalbo, nell'Appennino Tosco Emiliano, e nei pressi di Roccastrada, in provincia di Grosseto. Altri affioramenti si trovano sparsi nelle colline senesi, in particolare a Ovest di Poggio del Comune e nella Valle del F. Merse, presso Castelnuovo Val di Cecina, e nei Monti ad Est di Capalbio.

I gessi neogenici, associati a depositi lacustri o di transizione, hanno spessore variabile da poche decine di metri sino ad oltre 100, con facies laminari oppure con gesso microcristallino e sericolitico. Gli affioramenti principali sono quelli presso Casaglia, nella bassa Val di Cecina, e presso Orciatico, entrambi in provincia di Pisa.

Nei gessi triassici sono presenti cavità carsiche con sviluppi superiori a 500 m, sono invece rare le forme superficiali, se non a piccola scala. Nei gessi messiniani sono presenti doline ed inghiottitoi non transitabili, non si conoscono grotte degne di nota.

Parole chiave: gesso, carsismo, esplorazioni speleologiche, Toscana, Italia

Abstract

In Tuscany, evaporites have a small extension, covering just more than 4 km². Gypsum occur as the base of non-metamorphic Tuscan succession (Tuscan Nappe), which crops out along the major orographic ridges, or as "neoautoctonous" Messinian deposits, in the Neogenic basins of middle maritime Tuscany. The major outcrops of the Triassic gypsum occur near Sassalbo, in the Tosco-Emilian Apennine, and close to village of Roccastrada, in the province of Grosseto. Minor outcrops occur in the hills near Siena, particularly W of Poggio del Comune and in the Merse river valley, near Castelnuovo Val di Cecina, and in the relief to E of Capalbio.

The Neogenic gypsum, associated with lacustrine or transition deposits, has a thickness ranging from a few tens of meters up to more than 100 m and it presents laminar or sericolitic microcristalline facies. Major outcrops are near Casaglia, in the low Val di Cecina, and close to Orciatico, the two in the province of Pisa.

In Triassic gypsum, karts caves have development up to 500 m, conversely, surface landforms are rare. Messinian gypsum hosts dolines and non-accessible sinkholes, no significant caves are known.

Key-words: gypsum, karst, caving investigation, Tuscany, Italy.

¹- Dipartimento di Scienze della Terra, Università degli Studi di Firenze -E.mail: piccini@geo.unifi.it

Inquadramento geografico e geologico

In Toscana gli affioramenti di rocce evaporitiche hanno estensione assai modesta, coprendo in totale poco più di 4 km² (PICCINI, 2001). I gessi sono associati a due contesti geologici e geografici ben diversi: (i) la base della successione toscana non metamorfica (la cosiddetta “Falda Toscana”), affiorante in corrispondenza delle maggiori dorsali orografiche, e (ii) i depositi “neoautoctoni” messiniani, che ricadono nei bacini neogenici della media Toscana marittima (fig. 1).

In entrambe le situazioni, gli affioramenti sono di modesta estensione ma quasi sempre ben carsificati, con forme superficiali e sotterranee ben sviluppate.

Le Evaporiti triassiche

Le successioni non metamorfiche dei domini Toscano e Umbro-Marchigiano, hanno inizio con depositi marini costituiti da tipiche sequenze evaporitiche, carbonatico-solfatiche, riferibili al Trias superiore. Tali depositi conservano la loro facies primaria solo nelle parti profonde dell'Appennino Tosco-Umbro, rag-

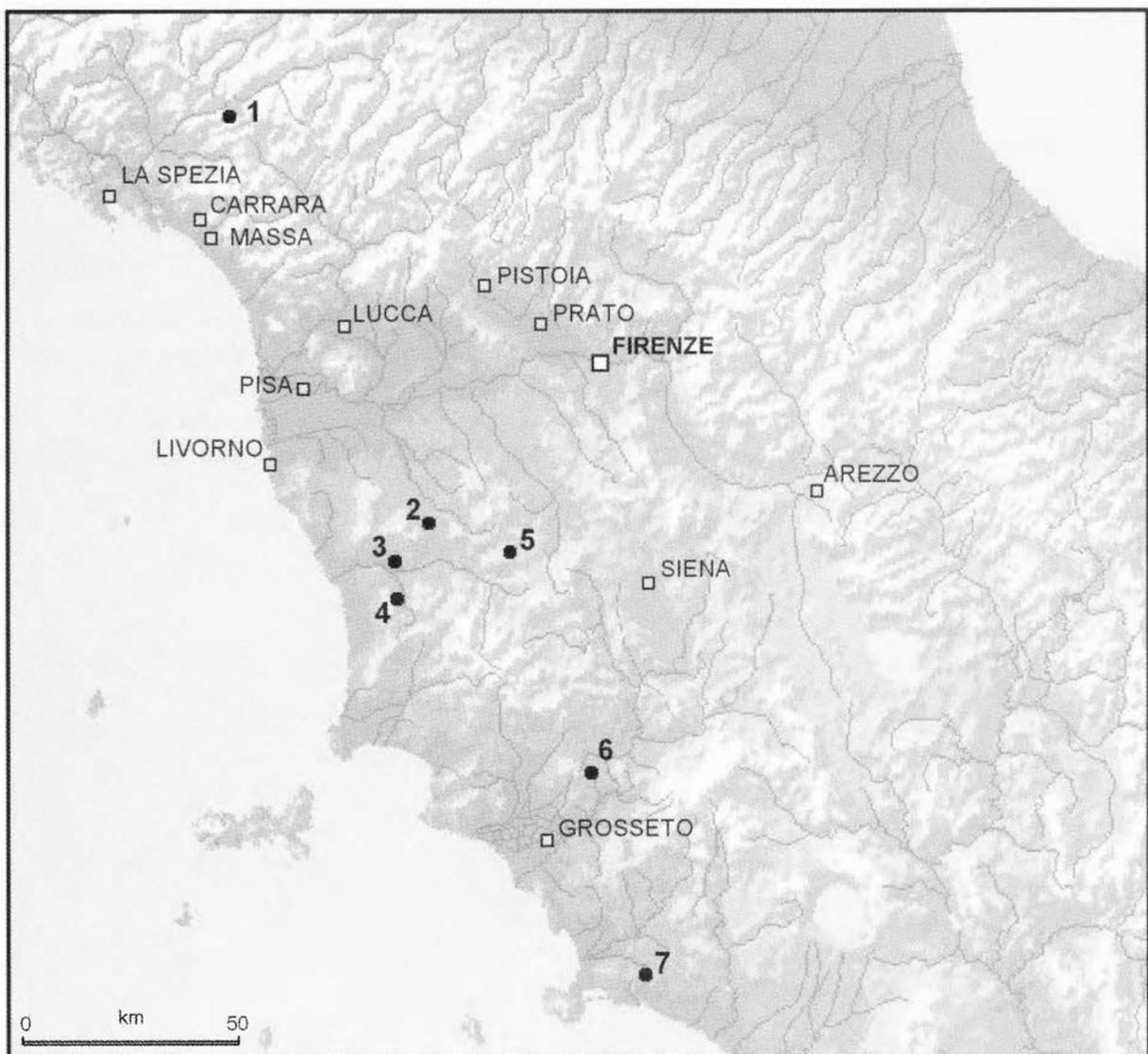


Fig. 1 – Localizzazione dei maggiori affioramenti di gessi con fenomeni carsici in Toscana.

Gessi triassici: 1) area di Sassalbo, 5) M. Pilleri, 6) affioramento presso Roccastrada, 7) affioramenti presso Capalbio. Gessi del Messiniano: 2) affioramenti presso Orciatice, 3) affioramento di Casaglia, 4) affioramenti lungo il T. Sterza.

Localization of major gypsum karst areas in Tuscany.

Triassic gypsum: 1) Sassalbo, 5) M. Pilleri, 6) Roccastrada, 7) Capalbio.

Messinian gypsum: 2) Orciatice, 3) Casaglia, 4) outcrops of Sterza valley.

giunte attraverso perforazioni. La formazione corrispondente, nota come Anidriti di Burano, è, infatti, descritta sulla base della stratigrafia della perforazione effettuata presso la Gola del Torrente Burano, affluente del F. Metauro, in Umbria (MARTINIS & PIERI, 1964).

Trattandosi di un orizzonte fortemente plastico, durante tutta l'evoluzione tettonica della catena appenninica, le evaporiti hanno svolto la funzione di principale livello di scollamento delle unità alloctone esterne e pertanto le Anidriti di Burano, per lo più trasformate in gessi in seguito ad idratazione, compaiono solo raramente, e in lembi fortemente scompaginati, alla base della Falda Toscana o, in qualche caso, anche come unico rappresentante di tale unità, sormontate direttamente dalle coltri liguridi. Lo spessore della formazione evaporitica è, in affioramento, assai variabile, da pochi metri sino ad un massimo di qualche centinaio; in alcune perforazioni nell'Appennino Umbro la formazione è stata invece attraversata per spessori superiori al chilometro.

In Toscana, gli affioramenti maggiori sono quelli presso Sassalbo, nell'Appennino Tosco Emiliano, e nei pressi di Roccastrada, in provincia di Grosseto. Altri affioramenti si trovano sparsi nelle colline senesi, in particolare a Ovest di Poggio del Comune e nella Valle del F. Merse, presso Castelnuovo Val di Cecina e, a Sud di Grosseto, nei Monti ad Est di Capalbio. In molte situazioni le Anidriti di Burano sono associate a breccie carbonatiche note con il generico nome di "Calcarea Cavernosa". Sull'origine di queste breccie sono state avanzate diverse ipotesi e molti aspetti della loro genesi rimangono ancora non chiari. Il meccanismo genetico più accreditato, sino a non molti anni fa, descriveva tali breccie come il prodotto della frammentazione "*in situ*" dei livelli calcareo-dolomitici, dovuta all'aumento di volume per idratazione dei livelli anidritici (TREVISAN, 1955). I solfati, una volta asportati per dissoluzione, avrebbero lasciato delle breccie dolomitiche poi

cementate da calcite. L'alterazione superficiale, agendo maggiormente sui clasti di dolomia che non sulla calcite di precipitazione, porterebbe all'aspetto vacuolare, da cui l'appellativo di "cavernoso".

Nella maggior parte dei casi, in realtà, il Calcarea Cavernoso appare per lo più come una breccia d'origine tettonica, localmente rimaneggiata ed alterata da circolazione profonda di fluidi (CERRINA FERONI *et al.*, 1976). Le facies poligeniche (Breccie Poligeniche Auct.), ad esso frequentemente associate, sono invece attribuite a depositi continentali depositi in contesti molto dinamici, sia dal punto di vista tettonico che morfogenetico (CARMIGNANI & KLIGFIELD, 1990), oppure a breccie d'ambiente marino (DALLAN NARDI & NARDI, 1973). Questa complessa situazione ha portato spesso in passato ad attribuire al Trias evaporitico breccie calcaree d'origine completamente diversa.

I Gessi Miocenici

I gessi neogenici della Toscana, associati a depositi lacustri o di transizione, rientrano nell'ambito dei depositi che testimoniano una fase di accentuata regressione che interessa tutti i principali bacini periappenninici durante il Miocene superiore, e in particolare nel tardo Turoniano e nel Messiniano. Diversamente dalle evaporiti triassiche, questi gessi si trovano in giacitura sostanzialmente primaria.

Il substrato è in genere costituito da argille di ambiente lacustre o di laguna con lenti e livelli di sabbie e ciottolami (MAZZANTI, 1966). Frequentemente, ai banchi di gesso si alternano argille marnose, conglomerati e sabbie e gessi clastici. I gessi hanno spessore variabile da poche decine di metri sino ad oltre 100 e presentano facies laminari oppure con gesso microcristallino e sericolitico. Il più delle volte, sopra ai gessi sono presenti conglomerati del Messiniano superiore. In diverse zone la formazione "gessifera" contiene masse di scala metrica di gesso microcristalli-

no, cavate per la produzione del celebre alabastro di Volterra.

In Toscana, diversamente da quanto accade sul versante adriatico dell'Appennino, le formazioni evaporitiche del Messiniano hanno potenza ed estensione molto limitata. Gli affioramenti principali sono quelli presso Casaglia, nella bassa Val di Cecina, e presso Orciatice, entrambi in provincia di Pisa

Breve storia delle ricerche speleologiche nei gessi della Toscana

I gessi toscani, sebbene arealmente poco sviluppati, sono stati oggetto di studi da parte di alcuni eminenti studiosi già dai primi anni del 19° secolo. I primi accenni a fenomeni carsici sono, per quanto ne sappiamo, di GIORGIO SANTI, che già nel 1806 parla di una lunga grotta nei gessi presso Roccastrada. L'esistenza di questa grotta è ricordata anche dal REPETTI (1841) e successivamente da MATTEUCCI (1890), in una nota sulla geologia della zona di Roccastrada, il quale ne dà una prima sommaria descrizione morfologica.

I primi lavori che danno una descrizione dettagliata di questi fenomeni e del contesto geologico cui si associano risalgono all'inizio del 20° secolo. Oltre ai noti lavori di MARINELLI (1917a, 1917b) vanno segnalate la pubblicazione del TRABUCCO (1912) e quella di STEFANINI (1907), sui gessi della Val d'Era, e di ZACCAGNA (1932), sui gessi di Sassalbo, al quale si devono anche le prime documentate segnalazioni di fenomeni carsici superficiali e sotterranei.

STEFANINI (1907) segnala la presenza di notevoli depressioni d'origine carsica nei gessi messiniani presso Orciatice. Nella sua nota parla anche di cavità sotterranee, che lui giudica inaccessibili. In particolare, egli descrive la presenza di inghiottitoi e di cavità che considera come parti di un unico sistema sotterraneo di drenaggio, che alimenta una sorgente. Al MARINELLI (1917a), si deve invece la dettagliata descrizione, accompagnata dal

rilievo topografico, della ormai famosa grotta nei pressi di Roccastrada, da lui già denominata Grotta delle Vene. Egli fornisce anche indicazioni sul probabile meccanismo genetico e sull'assetto idrogeologico dell'intera zona a gessi.

Molto interessante è anche la nota di ZACCAGNA (1932), sui gessi presso Sassalbo, soprattutto per le annotazioni di carattere idrogeologico. Tra queste vale la pena di ricordare la segnalazione di un fenomeno di cattura a scapito delle acque del Torrente Rosaro, verificatosi durante un violento nubifragio. Dalla descrizione di ZACCAGNA, basata soprattutto su testimonianze da lui raccolte dagli abitanti del luogo, risulta che il torrente sparì per un periodo di qualche giorno in un inghiottitoio poco a valle di Sassalbo per ricomparire a circa 2 km di distanza, nell'adiacente vallata del Torrente Taverone.

Dopo questo periodo di studi, i fenomeni carsici nei gessi toscani, sono sostanzialmente trascurati per diversi anni, con l'unica eccezione della Grotta "Gessarona" presso Roccastrada, che viene catastata dal Gruppo Speleologico Fiorentino nel 1954 con il nome di Grotta del Rio delle Vene (numero catastale 194 T/GR). La facilità di accesso, e la curiosità per l'unica grotta conosciuta allora nei gessi in Toscana, rendono questa cavità meta di frequenti escursioni, soprattutto per merito di speleologi di Grosseto (GUERRINI, 1972, 1985).

La zona di Sassalbo è invece riscoperta solo negli anni '50 da parte di speleologi di Parma, i quali vi compiono una serie di perlustrazioni che portano alla scoperta di due grotte: la Grotta del Poggione di Val Rosaro (190 T/MS) e la Grotta della Risorgente di Sassalbo (191 T/MS) (G.G. "P. STROBEL", 1954). Nel 1983 le ricerche sono riprese per opera di speleologi di Reggio Emilia, come logico ampliamento delle loro esplorazioni svolte nell'alta Valle del Secchia, sul versante padano dell'Appennino (FORMELLA, 1984). È in quegli anni che viene esplorata la maggiore

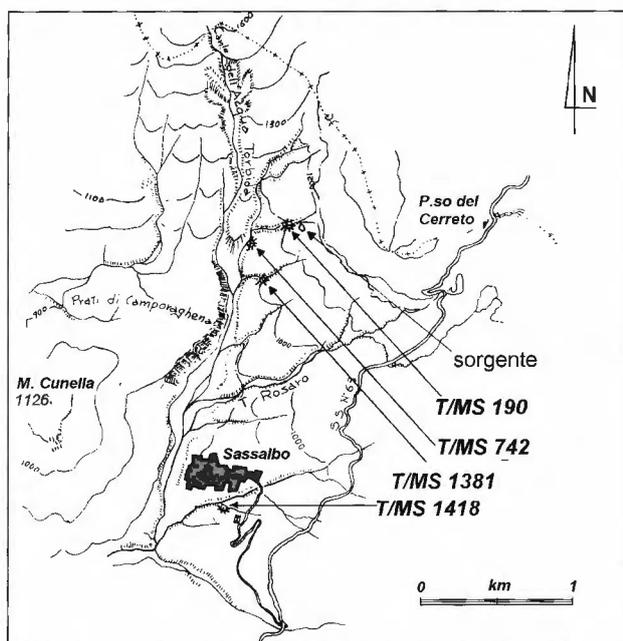


Fig. 2 – Carta schematica dell'area carsica di Sassalbo (da FORMELLA, 1984, ridisegnato e semplificato).
Sketch map of Sassalbo karst area (after: FORMELLA, 1984, modified).

grotta della zona e in assoluto la più lunga grotta nei gessi della Toscana, la Tana del Poggiolo (742 T/MS), oltre a due altre cavità minori: la Risorgente degli Scettici (1381 T/MS) e la Tana delle Gobie (1418 T/MS).

Per quanto ci risulta le ricerche speleologi-

che si sono limitate in pratica a queste due sole zone, tralasciando gli affioramenti di gessi triassici nei dintorni di Siena e in particolare quelli messiniani delle province di Pisa e Livorno, che invece potrebbero riservare interessanti scoperte.

Principali aree carsiche in gessi della Toscana

I gessi triassici di Sassalbo

A Nord-Est di Fivizzano, in provincia di Massa, e in particolare nella valle del Torrente Rosaro, affluente del Torrente Aulella, si trova quello che è il maggiore affioramento di gessi triassici in Toscana (fig. 2), continuazione meridionale dei più vasti affioramenti dell'alta Val Secchia (Reggio Emilia). Si tratta di affioramenti discontinui di breccie calcaree ("Cavernoso") con masse di gessi di forma irregolare e profondamente tettonizzate, il cui spessore supera localmente i 100 m. L'affioramento maggiore di evaporiti si trova lungo il T. Rosaro, circa 1 km a Nord di Sassalbo (fig. 3). La superficie totale dell'area



Fig. 3 – L'affioramento di gessi triassici lungo il Torrente Rosaro a Sassalbo (foto S. Sturloni).
The Triassic gypsum outcrop of the Rosaro river, close the Sassalbo village.

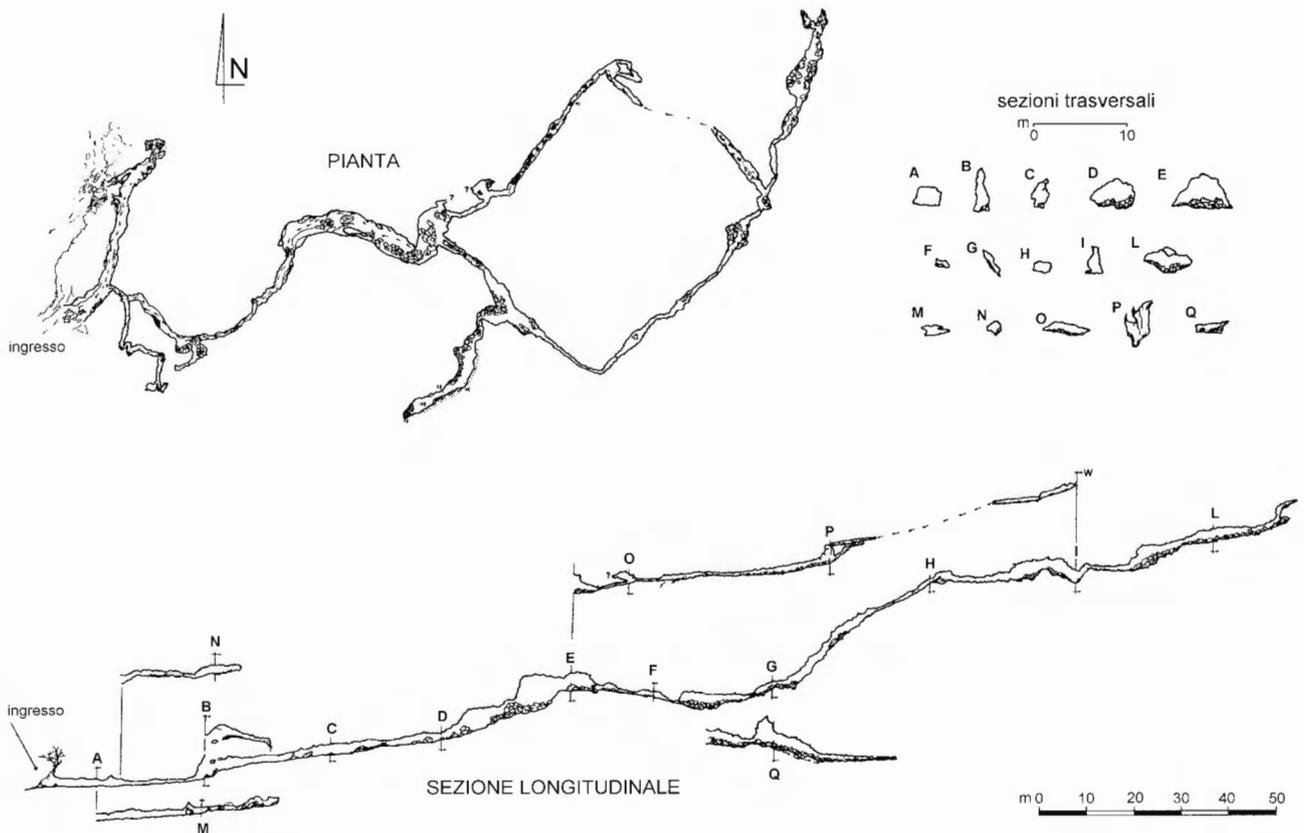


Fig. 4 – Rilievo topografico della Tana del Poggiolo (742 T/MS). Rilievo: Gruppo Speleologico Paleontologico “G. Chierici” (RE), 1983.

Map of the Tana del Poggiolo cave (742 T/MS). Survey: Gruppo Speleologico Paleontologico “G. Chierici” (RE), 1983.

carsica è di circa 2 km², di cui solo un quarto competono ai gessi.

Limitatamente ai gessi, le forme carsiche superficiali sono costituite da solchi di ruscellamento e piccole forme di dissoluzione in corrispondenza degli affioramenti di gessi più continui. Ciò a causa dell'elevata acclività degli affioramenti e dell'intenso modellamento superficiale cui tutta la zona è stata probabilmente sottoposta. L'erosione deve essere stata particolarmente intensa dopo il ritiro del

modesto ghiacciaio che doveva ricoprire l'alta valle del Rosaro, la cui presenza è testimoniata dai depositi morenici di Sassalbo che, ancora in tempi relativamente recenti, dovevano ricoprire quasi interamente gli affioramenti evaporitici. Il modellamento superficiale dei gessi è quindi molto recente (Olocene), ed ha probabilmente avuto inizio con l'asportazione della copertura morenica e detritica a causa delle acque di ruscellamento. Numerose doline, anche se di dimensioni modeste, sono

Tabella 1 – Grotte dell'area carsica della Val Rosaro (Massa, comune di Fivizzano).
Caves of the Gypsum Karst Area of Rosaro Valley (Massa)

NUMERO	NOME	quota	sviluppo	distlivello
190 T/MS	Grotta del Poggione di Val Rosaro	1110	60	-17
191 T/MS	Grotta della Risorgente di Sassalbo	985	14	0
742 T/MS	Tana del Poggiolo	1015	495	65
1381 T/MS	Risorgente degli Scettici	1000	43	-2
1418 T/MS	Tana delle Gobie	830	?	?

invece presenti sugli affioramenti di Calcare Cavernoso, e in particolare dove questi hanno pendenza moderata, come nella zona dei Prati di Camporaghena.

I fenomeni sotterranei, viceversa, appaiono ben sviluppati e probabilmente si sono formati grazie anche all'apporto idrico legato alla presenza del ghiacciaio e alle sue fasi di avanzata e ritiro. Le grotte conosciute sono attualmente 5, tutte attive, e situate in corrispondenza degli alvei dei torrenti che attraversano gli affioramenti gessosi.

La grotta di maggiori dimensioni è la Tana del Poggiolo, con uno sviluppo di 495 m e un dislivello positivo di 65 m (figg. 4 e 5). L'ingresso funge da risorgente; il torrente proviene da una diramazione sulla destra, pochi metri dopo l'ingresso. Dopo aver percorso una stretta galleria si giunge in ambienti di crollo di dimensioni maggiori. Qui la galleria presenta una larghezza di 5-7 m e un'altezza di 6-8 metri. Oltre un vasto ambiente di crollo la grotta si divide in due diramazioni con anda-

mento perpendicolare. Quella di sinistra, attiva, si sviluppa per circa 70 m in direzione NE, e si presenta come una modesta galleria in leggera salita. La diramazione di destra, inattiva, dopo un tratto in leggera discesa in direzione SE, compie una svolta a 90°, allineandosi all'altra diramazione e presenta un tratto in forte salita in condotti di ridotte dimensioni. Al termine del tratto ascendente si percorre una galleria di nuovo ampia sino a ritrovare il torrente, nel tratto a monte, che s'immette in una diramazione che si spinge in direzione dell'altro ramo. Continuando a risalire il torrente, dopo circa 50 m di percorso, la grotta ha termine in piccole condotte riempite di detrito. La grotta è impostata su fratture con direzione NW-SE e NE-SW ben messe in risalto dall'andamento in pianta delle diverse diramazioni.

Le acque del torrente sotterraneo sono raccolte probabilmente da perdite nei corsi d'acqua che scendono dal Passo del Cerreto, e forse dalla non lontana Grotta del Poggione di



Fig. 5 – La Tana del Poggiolo è la più estesa cavità nelle evaporiti triassiche toscane (foto Archivio GSPGC).
The "Tana del Poggiolo" is the longest cave in Triassic gypsum outcrops of Sassalbo.

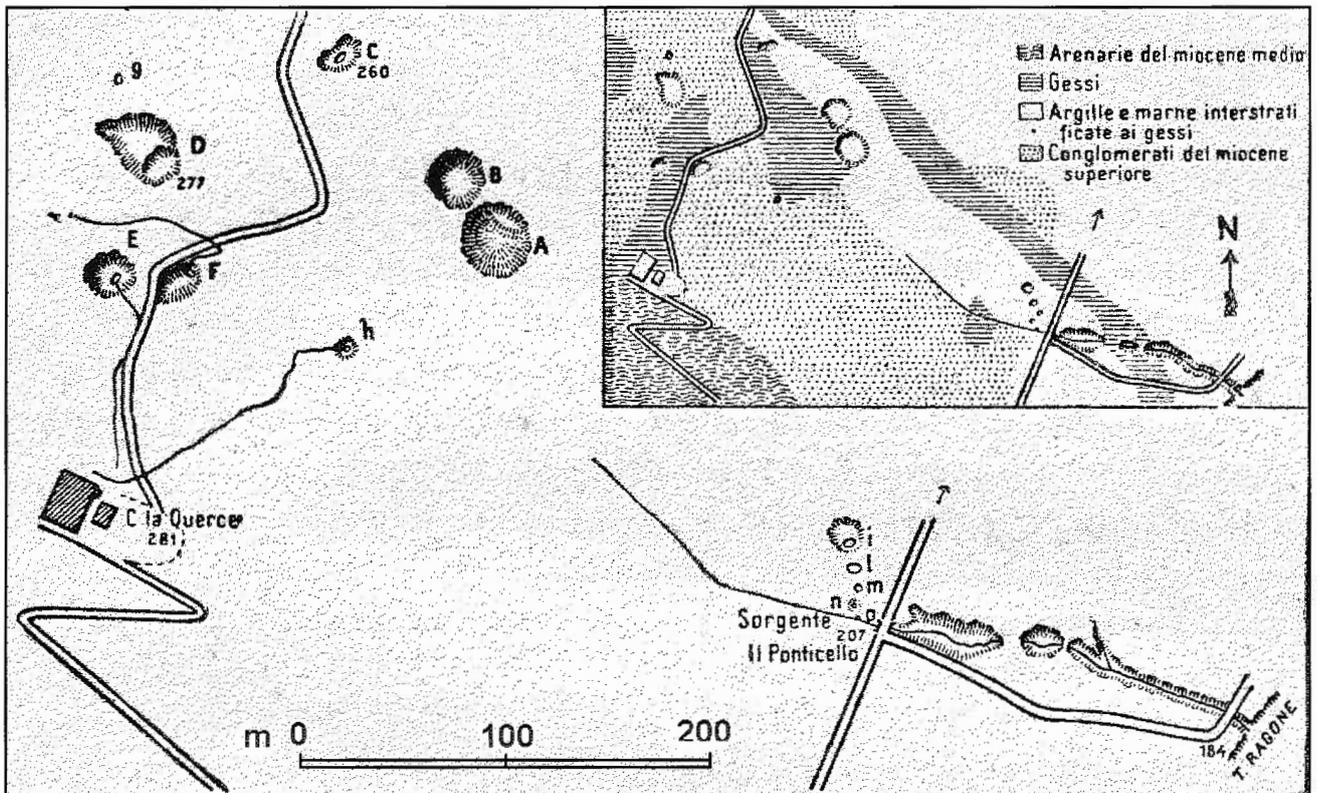


Fig. 6 - La carta di STEFANINI (1907) dell'area di case La Querce, con indicate la posizione delle maggiori doline.
 The STEFANINI's (1907) map of La Querce area, with the location of major dolines.

Val Rosaro. Quest'ultima si presenta come un inghiottitoio attivo al fondo di un vasto sprofondamento di crollo. L'ingresso immette in una sorta di galleria discendente modificata da crolli. Al termine della discesa si percorre una breve galleria sino ad una stretta fessura in cui si perde il torrente

Nella stessa zona si trova la Risorgente degli Scettici, breve grotta costituita da un'unica bassa galleria lunga 43 metri, percorsa da un torrentello.

Presso l'abitato di Sassalbo si trova invece la Tana delle Gobie, piccolo sistema di attraversamento a due ingressi, percorso da un modesto torrentello.

Gli affioramenti di gessi messiniani della Val d'Era

Tra i paesi di Orciatico e Montecatini Val di Cecina, si trovano estesi affioramenti di gessi messiniani nell'ambito della serie miocenica che borda ad Est i Monti Livornesi. Gli affioramenti sono assai numerosi ma per lo più di

limitata estensione e con bancate di gesso di potenza ridotta, immerse in argille e siltiti. Si tratta di gessi sericolitici o microcristallini, localmente nella varietà alabastro di colore bianco latte.

In queste condizioni, benché i gessi si presentino in superficie scolpiti da forme di dissoluzione nei tipi *rillenkarren* e *spitzkarren*, nella maggior parte dei casi non esiste la possibilità di sviluppo di forme sotterranee e di forme superficiali di assorbimento. Fanno eccezione gli affioramenti situati circa 3 km a SE di Orciatico, lungo il Borro delle Marmaie e nei pressi del podere La Querce, in cui STEFANINI, nel 1907, segnala la presenza di doline inghiottitoi e piccoli sistemi di attraversamento (fig. 6). Nella già citata nota sui "Fenomeni carsici della Val d'Era", l'autore descrive con dovizia di particolari i fenomeni carsici e il probabile assetto idrogeologico delle due aree.

Nella zona del Pod. La Querce, sono presenti numerose doline e inghiottitoi, alcune scavate direttamente nei gessi, altre nelle for-

mazioni clastiche superiori. Le acque raccolte da queste cavità riemergono a circa mezzo km di distanza in corrispondenza di una sorgente, detta il Ponticello, che alimenta un torrentello che confluisce nel T. Ragone, con un percorso incassato nei gessi e a tratti anche sotterraneo. Le doline appaiono imbutiformi, con bordi irregolari e versanti di pendenza diversa a seconda che lungo di essi affiorino i gessi o le coperture detritiche. Le dimensioni medie sono intorno a 30 metri, con un diametro massimo di 45 m. Al fondo delle doline si aprono piccole cavità, per lo più semioccluse da blocchi di gesso e intransitabili, che fungono da inghiottitoi durante le precipitazioni. Nella stessa zona vengono anche segnalate "voragini" cilindriche profonde alcuni metri, non situate in corrispondenza di doline.

Nell'insieme, tutte queste forme suggeriscono la presenza di cavità carsiche di un certo sviluppo nel sottosuolo e l'esistenza di un sistema di drenaggio ben sviluppato.

Nella zona del Borro le Marmaie, situata poco più a Nord, non sono segnalate doline o inghiottitoi, ma solo una breve vallecchia cieca, fortemente incisa nei gessi, al cui termine un torrentello viene inghiottito per tornare alla luce circa 60 m più a valle, dopo un percorso sotterraneo in una cavità che presenta diverse aperture in superficie.

I gessi messiniani della Val di Cecina

Il bacino del Fiume Cecina presenta vasti affioramenti di depositi messiniani in cui s'intercalano livelli di gessi, a luoghi sufficientemente potenti da poter ospitare piccoli sistemi carsici e dare luogo a forme superficiali d'assorbimento. Sui gessi di quest'area non risultano pubblicazioni specifiche, ma solo segnalazioni sporadiche di forme carsiche nell'ambito di pubblicazioni a carattere geologico.

Forme di dissoluzione sono sempre presenti laddove i gessi affiorano anche per solo

qualche metro di estensione. Forme di dissoluzione per ruscellamento superficiale o sottocutaneo sono frequenti nei banchi di gesso che localmente superano i due metri di spessore. La presenza degli interstrati marnoso sabbiosi impedisce però lo sviluppo di forme sotterranee significative, ad esclusione delle poche situazioni in cui tali intercalazioni sono di spessore assai ridotto o praticamente assenti (MARCACCINI, 1961).

I fenomeni carsici più sviluppati sembrano essere quelli nei pressi di Casaglia, dove sono presenti doline ampie sino a 100 m con inghiottitoi al fondo in rapida evoluzione (MICHELI, 1992). Forme carsiche superficiali di dimensioni maggiori, potrebbero essere presenti anche negli affioramenti di gessi presenti lungo la valle dello Sterza e nei pressi di Pomarance.

I gessi triassici di Roccastrada

A Sud di Roccastrada si trova un esteso affioramento di gessi triassici, associati al Calcere Cavernoso, che poggiano direttamente sul basamento metamorfico dell'Unità Monticiano-Roccastrada. Si tratta di una delle più importanti aree carsiche in gesso della Toscana. Purtroppo la decennale attività di una cava ha deturpato profondamente il paesaggio, cancellando alcune forme carsiche superficiali e distruggendo quella che era la maggiore cavità naturale in gessi della Toscana e di tutta l'Italia centrale: l'attività della cava ha, infatti, letteralmente "mangiato" la già citata Grotta del Rio delle Vene (194 T/GR), nota anche col nome di "Gessarona".

La grotta si apriva a quota 285 m, sul versante sinistro dell'incisione del Fosso delle Vene (fig. 7). L'ingresso, un ampio portale da cui fuoriusciva un torrentello, dava accesso ad una galleria orizzontale che dopo essersi diretta verso SE piegava verso NE, parallelamente al versante. La galleria presentava larghezza media intorno a 6-7 m ed altezza di solito da 4 a 5 m. Dopo un percorso di circa 300 m, si

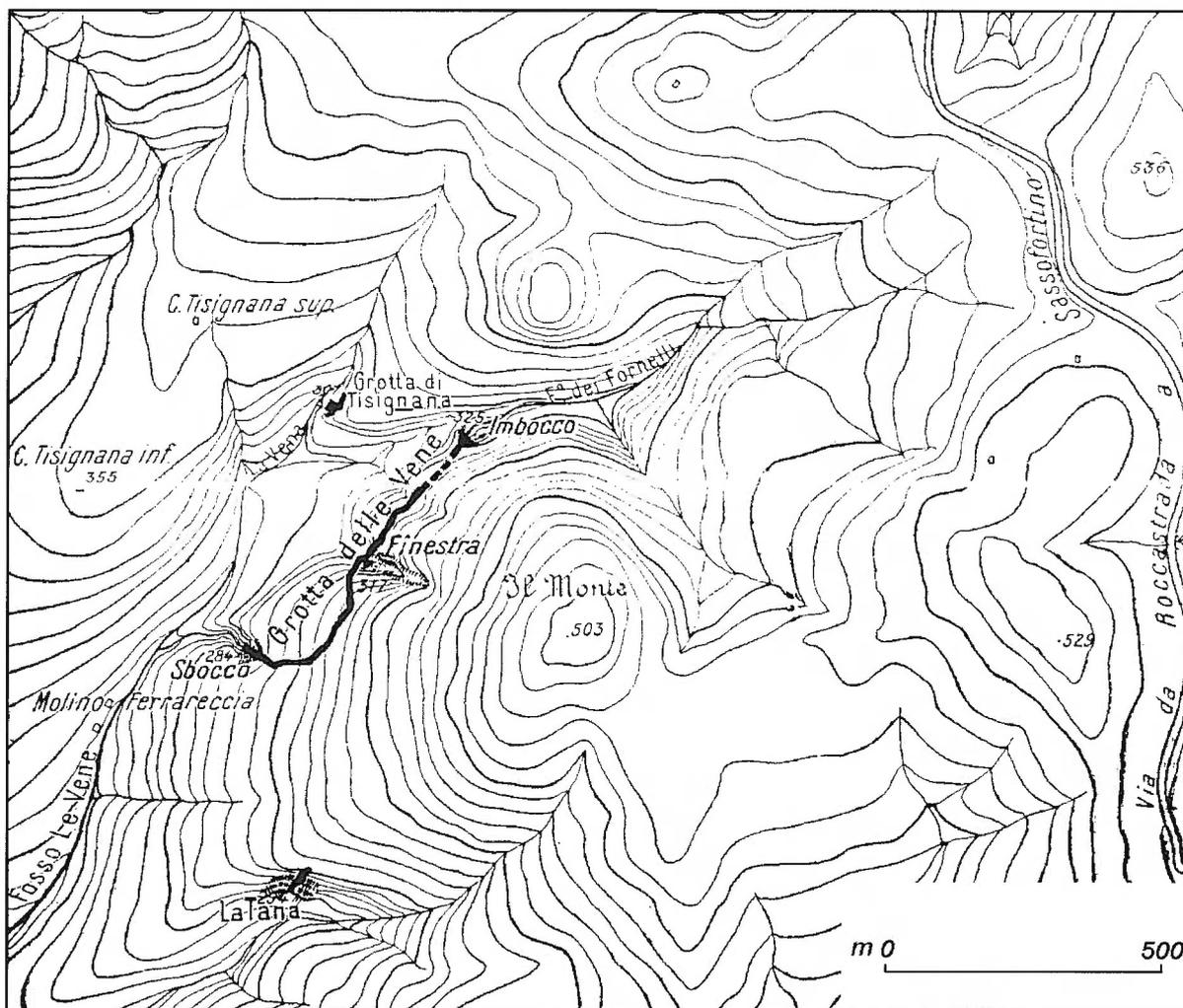


Fig. 7 - La carta disegnata da MARINELLI (1917a) con indicate le posizioni delle grotte lungo il Fosso delle Vene, presso Roccastrada. La carta riporta la topografia della zona come si presentava prima dell'inizio dell'attività delle cava.
The MARINELLI's (1917a) map showing the location of caves along the Fosso delle Vene, close to Roccastrada, before the activity of quarry.

trovava un altro ingresso, a forma di pozzo di crollo aperto in corrispondenza di un'incisione che confluisce nel Fosso delle Vene. Da qui la galleria si riduceva di dimensioni, abbassandosi e restringendosi, per la presenza di un abbondante deposito sabbioso e ciottoloso. Un tratto basso e malagevole, lungo un'ottantina di metri, permetteva di giungere all'inghiottitoio lungo il Fosso dei Fornelli,

affluente del Fosso delle Vene.

Si trattava quindi di una tipica galleria di attraversamento lunga in totale circa 560 metri, e con un dislivello totale di circa 40 m, che aveva origine da un inghiottitoio attivo in cui si riversavano le acque di un torrente. Lungo la galleria erano presenti depositi di concrezioni di varie forme e consistenza, descritte da tutti i visitatori. Il pavimento era

NUMERO	NOME	quota	sviluppo	dislivello
194 T/GR	Grotta del Rio delle Vene	285	560	41
195 T/GR	Grotta di Tisignana	305	37	9

Tabella 2 – Grotte dell'area carsica presso Roccastrada (Grosseto, comune di Roccastrada).
Caves in the karst area close Roccastrada (Grosseto)

costituito in prevalenza da detriti e sabbie fluviali, con anche blocchi di trachite di diametro di poco inferiore al metro, che testimoniano l'irruenza delle acque durante le piene maggiori.

Tutto ciò indica che l'erosione meccanica ha un importante ruolo nell'ampliamento di questa galleria.

Nei pressi si trovano altre due cavità minori, La Grotta di Tisignana (195 T/GR), costituita da una breve galleria orizzontale di 37 m di sviluppo, e la Tana, ampio cavernone in corrispondenza di una parete di gesso. Quest'ultima è andata purtroppo distrutta a seguito dell'attività della cava.

Gli affioramenti di gesso dei Monti di Capalbio

All'estremità meridionale della Toscana, tra il promontorio calcareo del M. Argentario e il paese di Capalbio, si trovano vasti affioramenti di brecce calcaree, associate a calcari brecciati triassici, alla base della Successione Toscana non metamorfica. Nell'insieme, brecce e calcari presentano un aspetto omogeneo, vacuolare e pertanto sono stati riportati nelle carte geologiche indistintamente come Calcare Cavernoso.

In alcune zone sono conservati affioramenti di gessi, con lenti ed inclusioni di argille nere, riferibili alla formazione delle Anidriti di Burano. Gli affioramenti maggiori sono da diversi anni oggetto di escavazione e dell'originaria morfologia di superficie rimane ben poco.

Nei pochi affioramenti rimasti integri si notano le tipiche forme di dissoluzione per ruscellamento a solchi e docce; non si hanno notizie dell'esistenza di doline o di cavità carsiche, che invece abbondano nelle zone di affioramento delle brecce calcaree (MORI, 1931).

Le masse gessose di estensione maggiore sono quelle presso Piscina le Gessaie, nella

valle del Fosso della Radicata e alla Pozza del Lino a SSE di Capalbio.

In quest'ultima zona, DESSAU *et al.* (1972) descrivono l'esistenza, sotto all'alloctono, di profondi imbuti riempiti di sabbie e argille provenienti direttamente dall'esterno o dalla superficie di contatto tra alloctono e gesso, visibili nelle cave più antiche.

Conservazione e valorizzazione dei fenomeni carsici

Per quanto riguarda i problemi di conservazione dei fenomeni carsici nei gessi in Toscana, la situazione è purtroppo assai critica e in molti casi irrimediabilmente compromessa.

Gran parte degli affioramenti di gessi triassici, con l'esclusione della zona dei gessi di Sassalbo, che rientra nell'elenco del *Sistema Regionale delle Aree Protette* (delibera Cons. Reg. 406 del 30.9.1986), sono, infatti, interessati da un'intensa attività estrattiva che, nella maggior parte dei casi, ha già irrimediabilmente pregiudicato l'integrità di un paesaggio per molti aspetti unico. Particolarmente grave è stata la distruzione della Grotta del Rio delle Vene, presso Roccastrada, grotta molto conosciuta e descritta da numerosi illustri naturalisti del 19° e 20° secolo. Con essa è andata, infatti, persa la maggiore grotta in gessi di tutta l'Italia centrale.

Meno critica è la situazione dei gessi messiniani, nelle due zone descritte in questa nota, le cui caratteristiche petrografiche non li rendono idonei all'attività estrattiva. In qualche caso, l'intensa attività agricola ha prodotto un incremento dell'erosione dei suoli e delle coperture determinando l'intasamento di piccoli inghiottitoi e l'alterazione dei profili originali di piccole depressioni e doline. Le numerose cave di alabastro del Volterrano, invece, riguardano in genere piccole masse di gesso microcristallino inglobate nelle argille, e quindi, pur rappresentando anch'esse un

danno all'ambiente, non interessano zone con forme carsiche di rilievo.

Bisogna dire, infine, che la normativa regionale che prevedeva la tutela del patrimonio carsico, e quindi anche delle aree nei gessi, non è mai stata pienamente attuata. Ciò, insieme allo scarso interesse degli speleologi,

interessati all'assai più rilevante fenomeno carsico nei calcari ed ai problemi di salvaguardia di questo, in particolar modo per quanto riguarda le Alpi Apuane, ha avuto come effetto la mancata tutela di ambienti morfologici unici in tutto l'Appennino Settentrionale.

Bibliografia

- CARMIGNANI L., KLIGFIED R., 1990 - *Crustal extension in the Northern Apennines: the transition from compression to extension in the Alpi Apuane Core Complex*. *Tectonics*, 9, 6, pp. 1275-1303.
- CAVANNA C., 1998 - *Le grotte della provincia di Grosseto*. Soc. Spel. Nat. Maremmana, Grosseto, 174 pp.
- CERRINA FERONI A., NUTI S., PERTUSATI P. C., PLESI G., 1976 - *Sulla probabile origine carsica delle breccie sedimentarie associate al Calcare Cavernoso dell'Appennino Settentrionale*. *Boll. Soc. Geol. It.*, pp. 1161-1174.
- DALLAN NARDI L., NARDI R., 1973 - *Ipotesi sulla genesi e sul significato delle breccie stratigrafiche associate ai "Calcari Cavernosi" sulle Alpi Apuane e sul Monte Pisano in rapporto alla messa in posto della Falda Toscana*. *Boll. Soc. Geol. It.*, 92, pp. 435-452.
- DESSAU G., DUCHI G., STEA B., 1972 - *Geologia e depositi minerari della zona Monti Romani - Monteti*. *Mem. Soc. Geol. It.*, 11, pp. 217-260.
- FORMELLA W., 1984 - *A Sassalbo*. Ipoantropo, *Boll. Gr. Spel. Paletn. G. Chierici*, 2, pp. 40-42.
- GRUPPO GROTTA "P. STROBEL", 1954 - *Grotta del Poggione di Val Rosaro, Grotta della risorgente di Sassalbo*. *Notiziario*, Parma, pp. 14-18.
- GUERRINI G., 1972 - *Andar per grotte*. Ed. Capelli, Bologna, 164 pp.
- GUERRINI G., 1985 - *Le grotte di Maremma*. Soc. Nat. Spel. Maremmana. Ed. La Commerciale, Grosseto, 41 pp.
- MARINELLI O., 1917 a - *Una visita alle caverne dei gessi di Roccastrada*. *Mondo Sotterraneo*, 13.
- MARINELLI O., 1917 b - *Fenomeni carsici nelle regioni gessose italiane*. *Riv. Geogr. Ital.*, 34, pp. 263-46.
- MARCACCINI P., 1961 - *I fenomeni carsici in Toscana*. *Riv. Geogr. Ital.*, 68/3, pp. 221-244.
- MARTINIS B., PIERI M., 1964 - *Alcune notizie sulla formazione evaporitica del Trias superiore nell'Italia centrale e meridionale*. *Mem. Soc. Geol. It.*, 4, pp. 649-678.
- MATTEUCCI R.V., 1890 - *La regione trachitica di Roccastrada*. *Boll. Com. geol.*, XXI, pp. 264-265.
- MAZZANTI R., 1966 - *Geologia della zona di Pomarance-Larderello*. *Mem. Soc. Geol. It.*, 5, pp. 105-138.
- MICHELI L., 1992 - *Tutela e valorizzazione del patrimonio speleologico. Il catasto delle aree carsiche in attuazione della L.R. 20/84*. *Talp*, 6, pp. 40-45.
- MORI A., 1931 - *I fenomeni carsici dell'Orbetellano e del Capalbiese*. *Mem. Reale Soc. Geogr. It.*, XVII, pp. 5-82.
- PICCINI L., 2001 - *Le aree carsiche della Toscana*. *Atti VII° Cong. Fed. Spel. Tosc.*, *Talp*, 23, pp. 173-181.
- REPETTI E., 1841 - *Dizionario geografico fisico storico della Toscana*. Vol. IV, Firenze.
- SANTI G., 1806 - *Viaggio terzo per le due provincie senesi*. Pisa.
- STEFANINI G., 1907 - *Fenomeni carsici nei gessi della Val d'Era*. *Riv. Geogr. Ital.*, anno XIV, 10, pp. 3-15.
- TREVISAN L., 1955 - *Il Trias della Toscana e il problema del Verrucano triassico*. *Atti Soc. Tosc. Sc. Nat.*, *Mem.*, s. A, 72, pp. 1-30.
- TRABUCCO G., 1912 - *Sull'origine ed età del giacimento gessifero di Roccastrada*. *Boll. Soc. Geol. It.*, pp. 426-427.
- ZACCAGNA D., 1932 - *Il fenomeno carsico di Sassalbo nell'Appennino Fivizzanese*. *Mem. Acc. Lunig. Sc.*, 13,1, pp. 48-53.

MARCHE

Roberto Bambini¹, Andrea Bocchini¹, Sandro Galdenzi²

Riassunto

I principali affioramenti gessosi della regione marchigiana si trovano nelle zone collinari dell'entroterra. Le forme carsiche non raggiungono generalmente un grande sviluppo, a causa della struttura geologica e del ridotto spessore dei gessi. Sono presenti alcune grandi doline nella parte centrale e settentrionale della regione, mentre alcune brevi grotte (lunghe fino a 250 m) si aprono a Nord. Esse sono costituite da gallerie di andamento sub-orizzontale, sviluppate vicino alla superficie, generalmente in seguito a perdite idriche di brevi corsi d'acqua superficiali provenienti da limitrofi terreni non permeabili.

Parole chiave: gessi, carsismo, Marche

Abstract

In the Marche region the main gypsum outcrops are in the hilly inland. Here karst landforms rarely reach a wide extension as a consequence of the geological setting and the low thickness of the gypsum unit. Some wide dolines are known in the central and north part of the region, while small caves (up to 250 m long) develop mainly in the North. They consist of sub-horizontal passages developing near the surface for the sinking of brief allogenic streams.

Key words: gypsum, karst, Marche.

Inquadramento geografico e geologico

La regione marchigiana, sul versante orientale della catena appenninica, presenta nell'entroterra una conformazione prevalentemente montuosa: al Nord, due catene principali si sviluppano da NNO a SSE parallelamente alla costa adriatica; verso Sud le due catene si uniscono raggiungendo quote più elevate (fino a oltre 2000 m) nei Monti Sibillini. Presso il Mare Adriatico si estende

una zona collinare ampia fino a 40 km, con quote comprese tra 200 e 600 m (fig. 1).

Nella regione marchigiana (REGIONE MARCHE, 1991) l'Appennino è costituito da una catena a pieghe asimmetriche, vergenti verso NE, e spesso sovrascorse, che coinvolgono la successione calcarea mesozoico-terziaria. Il sollevamento della catena è iniziato alla fine del Miocene in conseguenza di una fase tettonica compressiva che ha portato anche all'emersione delle dorsali più interne. La

1 - Catasto speleologico delle Marche

2 - Istituto Italiano di Speleologia - sede di Frasassi

zona collinare interna è costituita da un sinclinorio con depositi terrigeni miocenici, mentre nella zona collinare esterna prevalgono argille e sabbie del Pliocene e del Pleistocene inferiore.

L'attuale rete drenante superficiale si è originata alla fine del Pleistocene inferiore, dopo l'approfondimento delle valli fluviali all'interno di una preesistente superficie di erosione a bassa energia di rilievo. La rete drenante è ben sviluppata solo nella zona collinare, dove prevalgono i terreni poco permeabili, mentre i fiumi tagliano profonde gole attraversando le strutture anticlinali della regione montuosa calcarea.

Il clima è temperato sub-continentale nelle zone vallive e continentale appenninico nelle zone montuose. La temperatura media annuale varia tra 10 e 13 °C ed è influenzata principalmente dall'altitudine: a gennaio la temperatura media è minore di 6 °C, mentre a luglio supera i 25 °C. La piovosità media varia tra 700 mm/anno nelle valli delle zone costiere e 1800 mm/anno nelle zone montuo-

se; i massimi generalmente si hanno in autunno e primavera, mentre l'evaporazione supera le precipitazioni in estate. La zona sud-orientale ha precipitazioni minori e temperature più elevate rispetto alle zone interne ed a quelle settentrionali.

I depositi solfatici caratterizzano due livelli stratigrafici: le evaporiti del Triassico superiore e quelle del Messiniano. La sequenza evaporitica del Triassico è costituita principalmente da alternanze di anidrite e dolomite (Anidriti di Burano, MARTINIS & PIERI, 1964), originate in un ambiente di piattaforma dopo la fase di *rifting* e lo sviluppo di un margine continentale passivo. Questa formazione è molto potente (oltre 2000 m) ma non affiora nella regione, dove è stata raggiunta soltanto durante trivellazioni: essa influenza comunque il chimismo delle acque sotterranee al nucleo delle maggiori anticlinali, dove le acque freatiche degli acquiferi carbonatici possono essere arricchite in solfati e H₂S. La risalita e l'ossidazione dell'H₂S è considerata

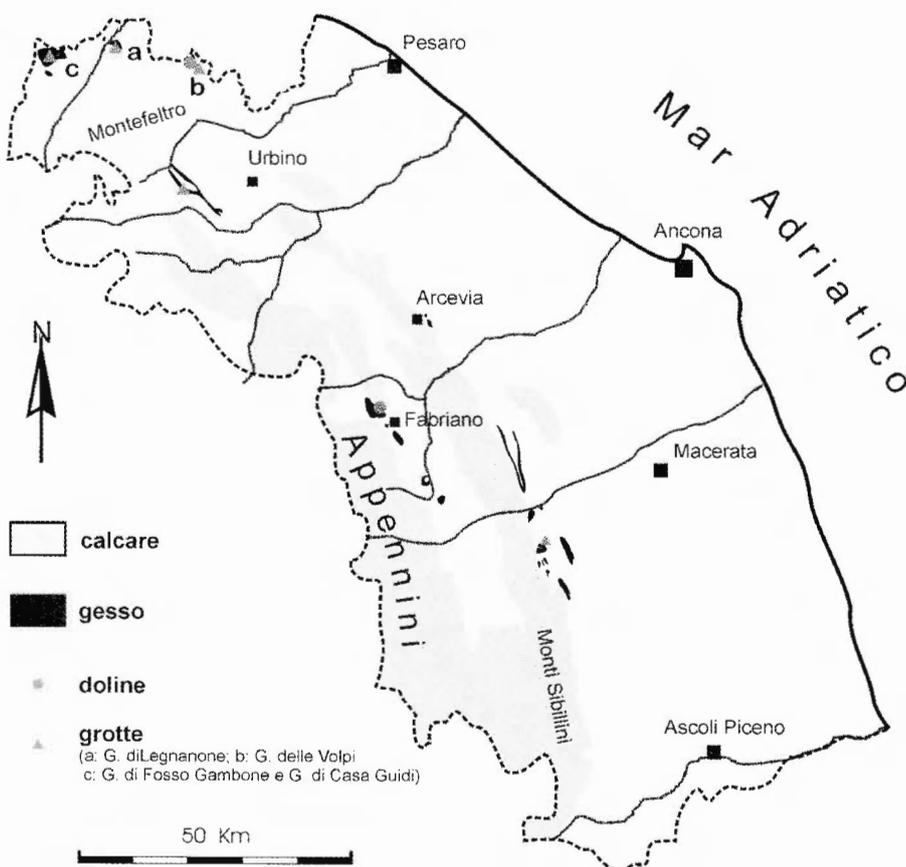


Fig.1 – Distribuzione dei fenomeni carsici negli affioramenti gessosi.
Location of karst landforms in the gypsum outcrops.

uno dei più importanti fattori speleogenetici nella zona freatica degli acquiferi carsici (GALDENZI, 1996).

La sequenza evaporitica messiniana si è originata durante la crisi di salinità che ha interessato l'area mediterranea. I depositi messiniani presentano molte variazioni laterali, sia per facies che per spessori, in conseguenza di una rapida evoluzione tettonica sinsedimentaria. Depositati prevalentemente silicoclastici costituiscono la parte basale e sommitale della successione, mentre la sequenza evaporitica (Formazione Gessoso-Solfifera) si è originata nella parte centrale del Messiniano; al suo interno possono essere inclusi orizzonti di gesso.

Variazioni di spessore all'interno delle unità pre-evaporitiche del Miocene superiore suggeriscono l'esistenza di un'articolata topografia sottomarina che ha influenzato la velocità e le caratteristiche della sedimentazione messiniana. La zona più interna della regione era probabilmente emersa definitivamente già alla fine del Messiniano, in conseguenza dell'avanzamento dei *trust*. Nella zona esterna i depositi messiniani costituiscono una successione di avanfossa che sormonta tutte le unità preesistenti. All'interno della successione possono essere inclusi orizzonti di gesso, che tuttavia rappresentano una frazione minore dei depositi messiniani.

Verso Sud, ad Est del *trust* dei Sibillini, la sequenza di avanfossa è costituita da una successione silicoclastica torbidityca di ambiente profondo (Formazione della Laga, oltre 3000 m di spessore). Qui gli effetti della crisi di salinità furono quasi completamente cancellati e solo alcune torbidity gesso-arenitiche registrano le condizioni evaporitiche esistenti nell'area sorgente.

Nella parte centrale e settentrionale della regione alcuni bacini minori si svilupparono nell'avanfossa durante il Messiniano (SAVELLI & WEZEL, 1978; CANTALAMESSA *et al.*, 1980). Qui le condizioni evaporitiche vennero spesso raggiunte nella parte centrale del Messiniano,

quando poté verificarsi la deposizione di gesso. Anche in queste zone, tuttavia, i gessi costituiscono in genere solo una parte minore della sequenza evaporitica, e il loro spessore può variare tra zero e poche decine di metri.

I depositi messiniani furono implicati nella fase tettonica compressiva e nei fenomeni di piegamento e sovrascorrimento: per questa ragione il gesso affiora principalmente sui fianchi delle pieghe costituendo strette fasce allungate (fig. 1).

Le ricerche

Ricerche sulle forme carsiche di superficie iniziarono agli inizi del 1900, quando MARINELLI (1900, 1905) descrisse le doline e le forme carsiche negli affioramenti di gesso vicino Fabriano. DE GASPERI (1912) e DE GASPERI & QUARINA (1915) descrissero forme carsiche presenti nelle zone settentrionali, presso il confine con l'Emilia Romagna. Nel 1917 le notizie esistenti vennero incluse da MARINELLI nella sua monografia sulle forme carsiche su gesso in Italia.

Le esplorazioni all'interno delle grotte partirono più tardi, dopo il 1950, e vennero condotte principalmente da speleologi della vicina Emilia Romagna, ai quali è dovuta la descrizione delle maggiori grotte del Montefeltro (VEGGIANI, 1960; BENTINI *et al.*, 1965). Negli anni seguenti ulteriori ricerche permisero l'individuazione di alcune piccole grotte anche in altre zone della regione (BADIALI *et al.*, 1969).

Le forme carsiche

Per effetto della storia geologica sopra delineata, gli affioramenti gessosi più importanti sono localizzati in tre zone a morfologia collinare: la fascia collinare interna, corrispondente ad un sinclinorio, con al nucleo i terreni messiniani; gli affioramenti fortemente piega-



Fig. 2 – Veduta di una ampia dolina presso Matelica (Marche centrali).
A wide doline near Matelica (central Marche).

ti nella fascia collinare adriatica; la zona settentrionale, dove una falda di scollamento costituita da terreni delle sequenze liguridi sormonta tettonicamente la successione umbro-marchigiana.

Il gesso è costituito principalmente da facies microcristalline, spesso interstratificate con livelli argillosi e sabbiosi, i cui spessori possono raggiungere parecchi metri. L'unità gessosa, compresa nella sequenza terrigena miocenica, può essere in rilievo per erosione differenziale, ma raramente costituisce ampi affioramenti, a causa del suo ridotto spessore e degli alti valori di inclinazione degli strati. Estese e spesse coltri colluviali, originate nei limitrofi affioramenti di rocce pelitiche e arenacee, coprono frequentemente le unità gessose nelle zone di pendio; alcuni estesi affioramenti di gesso sono tuttavia conosciuti, soprattutto nelle Marche settentrionali (Montefeltro).

Caratteristiche geologiche e morfologia di superficie impediscono un grande sviluppo

delle forme carsiche. Lungo pendii, creste e scarpate artificiali piccole superfici rocciose nude possono ospitare ben sviluppate meso e micro forme carsiche di superficie, principalmente costituite da scannellature e crateri di pioggia. Misure sulla corrosione carsica superficiale sono state effettuate nella zona di Arcevia, dove l'abbassamento della superficie rocciosa raggiunge 0,7 mm/anno (precipitazioni circa 1000 mm/anno).

Le ampie doline presenti nella regione sono ben documentate già agli inizi del '900 (MARINELLI, 1900; 1905; DE GASPERI, 1912; DE GASPERI & QUARINA, 1915). Queste doline sono conosciute con il nome locale di "gavozzo" nella parte centrale della regione, mentre verso Nord sono chiamate "budrio". Esse sono spesso asimmetriche e raggiungono la larghezza di poche decine di metri, mentre non superano i 10 m di profondità (BOCCHINI, 1976; fig. 2). Piccoli corsi d'acqua possono alimentare inghiottitoi al fondo della dolina, ma i grandi quantitativi di mate-

riali colluviali fini ostruiscono il passaggio, impedendo l'esplorazione.

Le poche grotte conosciute nei depositi gessosi hanno un volume totale che non supera le poche migliaia di m³. Le maggiori grotte si trovano nel Nord della regione: la Grotta di Legnanone (250 m di sviluppo, FARINA & GALLERINI, 1997); la Grotta delle Volpi (120 m di sviluppo, BOCCHINI, 1983); la Grotta di Casa Guidi (105 m di sviluppo, VEGGIANI, 1960).

Le grotte conosciute sono di differente tipo: brevi grotte a pozzo, profonde fino a 10 m, si possono trovare al fondo delle principali doline, dove però materiali colluviali ostruiscono generalmente il passaggio; sono note anche alcune grotte-sorgente, di breve estensione. Le principali grotte si sviluppano tuttavia in pendii strutturali, dove brevi corsi d'acqua con bacino di alimentazione in zone non carsiche originano inghiottitoi, anche al termine di piccole valli cieche, proseguendo nel sottosuolo. Le gallerie carsiche si sviluppano vicino alla superficie, con possibile formazione di doline di crollo a causa del ridotto spessore dei gessi. La Grotta di Legnanone è un buon esempio di questo tipo di grotta (fig. 3): essa è costituita da una galleria principale, articolata su più livelli, con diversi punti di assorbi-

mento al di sotto di una valle secca.

L'elevata solubilità del gesso e la bassa resistenza al crollo, anche per le frequenti interstratificazioni di argille, sono alla base di una rapida evoluzione morfologica delle forme sotterranee, causando anche fenomeni di naturale degrado: ampi crolli di volta sono conosciuti nella Grotta di Legnanone, dove alcune doline di crollo si aprono in superficie al di sopra della galleria sotterranea. Un'altra causa di rapida evoluzione è costituita dalla grande quantità di detriti fini trasportati nelle grotte da ruscellamento o da soliflusso e frana. Nelle tre piccole grotte di Fosso Gambone, una rapida evoluzione è documentata a partire dal 1959: due ingressi della grotta sono stati ostruiti da detriti, mentre due nuove entrate si sono originate verso monte.

Le attività umane rappresentano una ulteriore causa di degrado degli affioramenti di gesso e degli stessi ambienti ipogei. Il gesso trova vari impieghi nell'edilizia: nel passato erano estratte pietre da costruzione per uso locale in numerose zone, talvolta con piccole cave a fossa di conformazione simile a doline. Attualmente l'impiego del gesso nell'industria dei cementi ha favorito lo sviluppo di cave industriali, il cui avanzamento ha causato la distruzione di alcune grotte.

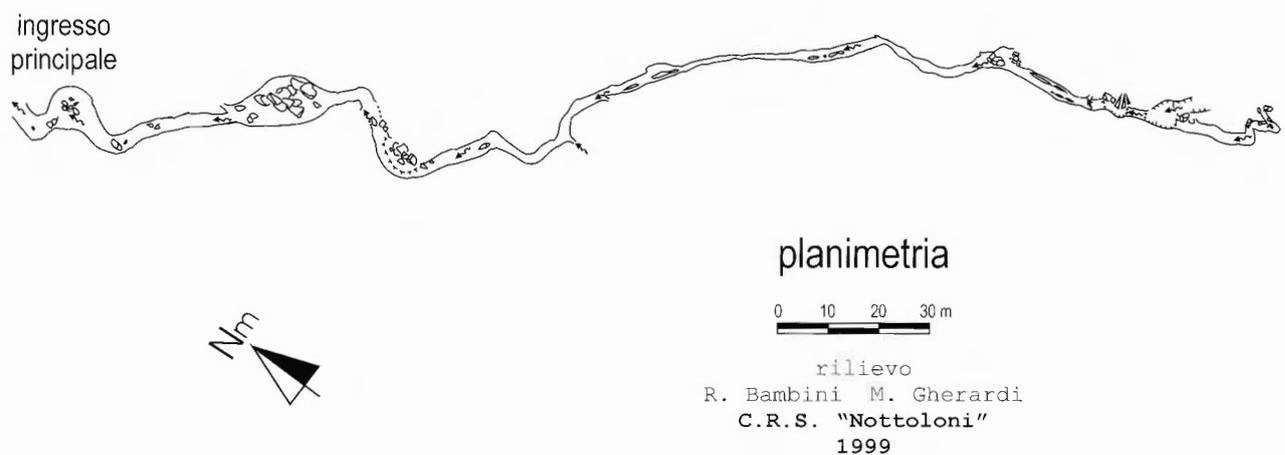


Fig. 3 – Planimetria della Grotta di Legnanone.
Map of Legnanone Cave.

La localizzazione delle grotte in zone rurali a bassa densità abitativa previene l'inquinamento ad opera di scarichi umani. Comunque doline, inghiottitoi e grotte presso strade, case sparse o centri abitati sono frequentemente state utilizzate come discarica per rifiuti domestici, che poi possono essere

trasportati nel sottosuolo dalle acque correnti in occasione di piene. Una maggiore sensibilità ecologica e la migliore gestione del servizio di raccolta rifiuti hanno ridotto negli ultimi anni questi comportamenti, mentre alcuni progetti di risanamento stanno partendo con il sostegno di fondi pubblici.

Bibliografia

- BADIALI R., BOCCHINI A., UNCINI P., 1969 – *Il catasto speleologico delle Marche. Aggiornamenti*. Tip. Flori, Jesi, 24 pp.
- BENTINI L., BIONDI P.P., VEGGIANI A., 1965 – *Le ricerche speleologiche nel territorio romagnolo tra il Montone e il Foglia*. Studi Romagnoli, 16, pp. 473-508.
- BOCCHINI A., 1976 – *Il carsismo sugli affioramenti gessosi di Fabriano e Matelica*. Atti X Cong. Naz. Speleol., Roma 1968, 1, pp. 100-105.
- BOCCHINI A., 1983 – *Caratteristiche morfologiche delle cavità dell'Appennino Umbro Marchigiano*. Le Grotte d'Italia, (4) 11, pp. 249-263.
- CANTALAMESSA G., CENTAMORE E., CHIOCCHINI U., DI LORITO L., LEONELLI M., MICARELLI A., PESARESI A., POTETTI M., TADDEI L., VENANZINI D., 1980 – *Analisi tettonico-sedimentaria dei "bacini minori" torbiditici del Miocene medio-superiore nell'Appennino umbromarchigiano e laziale-abruzzese*. Studi Geol. Camerti, 6, pp. 81-133.
- DE GASPERI G.B., 1912 – *Fenomeni carsici nei gessi dei dintorni di Gesso (Marche)*. Mondo Sotterraneo, 8 (3), pp. 65-66.
- DE GASPERI G.B., QUARINA L., 1915 – *Fenomeni carsici nei gessi presso la Repubblica di San Marino*. Mondo Sotterraneo, 10 (4-6), pp. 75-78.
- FARINA D., GALLERINI G., 1997 – *A karstic system in a semiallochthonous unit: the Legnanone caves (Marecchia valley, Italy): preliminary geological and hydrogeological features*. Proceedings of the 12nd International Congress of Speleology, La Chaux-de-Fonds (Neuchatel), 1, pp. 143-145.
- GALDENZI S., 1996 – *Il carsismo profondo nell'Appennino Umbro Marchigiano (Italia)*. Proceedings Intern. Congr. "Alpine Caves: alpine karst systems and their environmental context", Asiago 1992, pp. 229-242.
- MARINELLI O., 1900 – *Cavità di erosione nei terreni gessiferi di Fabriano*. Riv. Geogr. It., 7.
- MARINELLI O., 1905 – *Nuove osservazioni su fenomeni di tipo carsico nei Gessi Appenninici*. Atti del V Congr. Geogr. It., Napoli 1904, pp. 1-38.
- MARINELLI O., 1917 – *Fenomeni carsici nelle regioni gessose d'Italia*. Mem. Geogr., pp. 263-416.
- MARTINIS B., PIERI M., 1964 – *Alcune notizie sulla formazione evaporitica del Triassico superiore nell'Italia centrale e meridionale*. Memorie Società Geologica Italiana, 4 (1), pp. 649-678.
- REGIONE MARCHE, 1991 – *L'ambiente fisico delle Marche*. S.E.L.C.A. Firenze, 256 pp.
- SAVELLI D., WEZEL F.C., 1978 – *Schema geologico del Messiniano nel Pesarese*. Boll. Soc. Geol. It., 97.
- VEGGIANI A., 1960 – *Fenomeni carsici nella formazione gessosa solfifera di Sapigno e Maiano (S. Agata Feltria)*. Le Grotte d'Italia, (III) 3, pp. 132-142.

UMBRIA

Marco Menichetti¹

Riassunto

Le rocce evaporitiche in Umbria sono note in un piccolo affioramento di Anidriti di Burano del Trias superiore, localizzato pochi chilometri a Nord di Perugia in località Cenerente. Da epoca storica fino agli anni ottanta gli affioramenti sono stati oggetto di attività estrattiva. Le litofacies principali sono costituite da alternanze millimetriche di gessi, dolomie, calcari dolomitici e marne. Il carsismo superficiale è costituito da piccole scanalature e karren, mentre quello sotterraneo non è noto. Nell'area sono conosciute emissioni di CO₂ di origine endogena che in alcuni casi intercettano cavità carsiche.

Parole chiave: Umbria, Anidriti di Burano, Triassico, carsismo.

Abstract

In the Umbria region small outcrops of Burano Anhydrites of the Upper Triassic are located few kilometers North of Perugia in a village named Cenerente. Until the '80s in the area wide quarry activity extracted and removed all the outcrops. The main litofacies consist of millimetric to centimetric layers of gypsum, dolomite, dolomitic limestone and marls. The superficial karst is represented of small rills and karren in the gypsum layers, while the caves are unknown. In the area there are several natural endogen emission of CO₂ that in several cases intercept limestone caves.

Key-words: Umbria, Burano Anhydrites, Triassic, karst.

Inquadramento geografico

In Umbria la presenza di rocce evaporitiche è circoscritta ad alcuni modesti affioramenti localizzati a NW della Città di Perugia lungo la valle del T. Oscano in località S. Maria di Cenerente, compresa tra il rilievo del M. Malbe a SE e la dorsale del M. Civitelle-M. Tezio a NE (fig. 1). Si tratta della Formazione delle Anidriti di Burano, presenti in un modesto affioramento di qualche centinaia di metri quadrati sito in destra idrografica della valle,

in una zona che in passato è stata oggetto di una intensa attività estrattiva e nota anche come Gessaia di Cenerente. In questa zona le Anidriti sono associate a brecce calcaree denominate Calcere Cavernoso, che affiora diffusamente nella zona di Monte Malbe. Il nome della località Cenerente deriverebbe appunto dal prodotto finale di alterazione delle rocce calcareo-solfatiche che presenta appunto l'aspetto della cenere. Tutta l'area di affioramento delle Anidriti sin da epoca storica è stata oggetto di una intensa attività estrattiva che

1 - Università di Urbino – Istituto di Geodinamica e Sedimentologia - Campus Scientifico 61029 URBINO – menichetti@uniurb.it

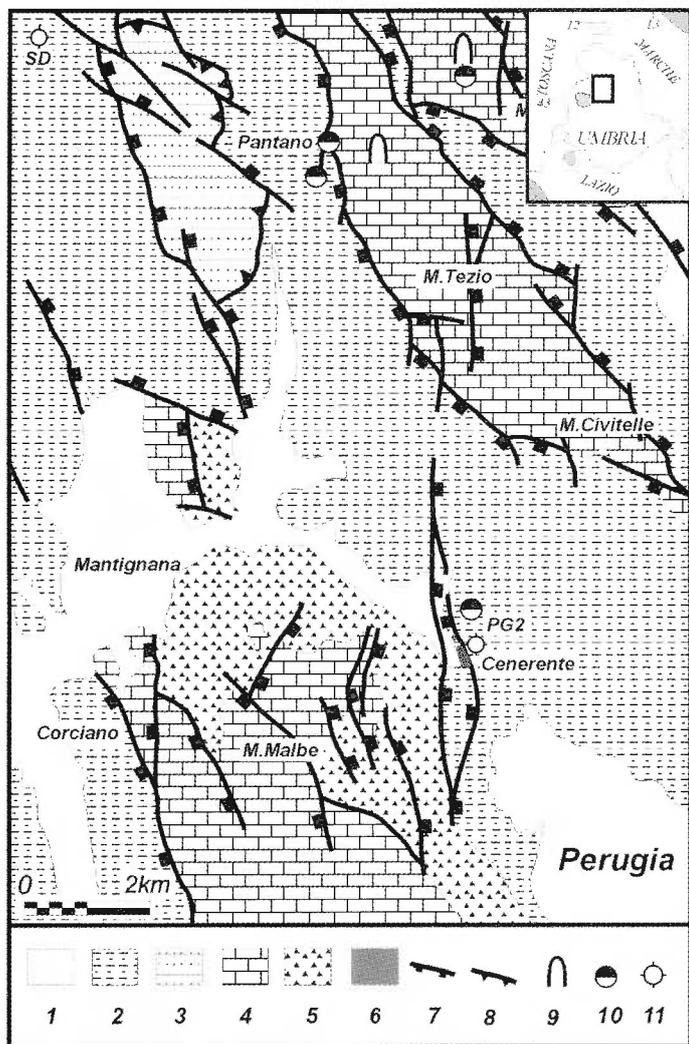


Fig. 1 – Carta geologica schematica dell'area di affioramento delle evaporiti a NW di Perugia. 1 – Depositi continentali plio-pleistocenici; 2 – Arenarie del M. Falterona ed Argille Varicolori; 3 – Formazione Marnoso umbra e Marnoso-arenacea; 4 – Successione Meso-Cenozoica umbro-marchigiana; 5 – Calcarea Cavernoso e Calcarea a *Rhaetavicula contorta*; 6 – Anidriti di Burano; 7 – Faglie dirette; 8 – Faglie inverse; 9 – Grotte; 10 - Emissioni di CO₂; 11 - Sondaggi profondi.

Schematic geological map NW of Perugia. 1 – Plio-Pleistocene continental sediment; 2 - Falterona Sandstones and Varicolori Clay; 3 – “Marnoso umbra” and Marnoso-arenacea Formation; 4 – Meso-Cenozoic Umbro-Marchean succession; 5 – Cavernoso Limestone and Rhaetavicula contorta Limestone; 6 – Burano Anhydrites; 7 – Normal fault; 8 – Thrust fault; 9 – Cave; 10 – CO₂ vent; 11 – Well.

ha praticamente cancellato gli affioramenti originari. Informazioni storiche documentate riguardanti la trasformazione della roccia in gesso risalgono all'epoca pre-industriale (MOTTI, 1997), quando l'estrazione avveniva in pozzi sub-verticali con diametro dell'ordine delle decine di metri. Questa attività di scavo e produzione di gesso ha costituito per molti anni una importante risorsa non solo per la zona circostante, ma per tutta l'alta Umbria, essendo l'unico punto della regione dove si

produceva tale materiale. L'attività estrattiva è andata avanti fino al 1980 in una grande cava coltivata a “fossa” che aveva un volume stimato di oltre 6 milioni di metri cubi. Una serie di problemi di stabilità nei versanti dello scavo e non ultimo l'approvazione della legge regionale sulla coltivazione delle cave e torbiere, fecero sì che l'attività estrattiva venisse interrotta. Successivamente tutta la zona veniva individuata dal Comune di Perugia come sede di discarica per inerti, che ha praticamente colmato la cava, preservando solo piccolissimi affioramenti di rocce evaporitiche (fig. 2).

Caratterizzazione geologica

Le Anidriti di Burano affioranti nell'area di Cenerente sono costituite da strati di alcuni metri di potenza, con una inclinazione verso WSW di 20°-30° (fig. 2). La presenza di numerose frane in zona lascia supporre che non si tratti di roccia in posto, anche se tale giacitura corrisponde a quella nota nella cava ormai colmata. Tutto l'affioramento è inoltre interessato da fratture costituite da joint sub-verticali e da faglie dirette a basso angolo immergenti a SW, che mettono a contatto il flysch miocenico sopra le evaporiti triassiche (fig. 1) (MINELLI & MENICETTI, 1990).

Le litofacies tipiche della formazione delle Anidriti di Burano sono costituite da alternanze di gessi, dolomie, calcari dolomitici e marne. Gli spessori delle diverse litologie variano da pochi millimetri a qualche metro, con presenza di gesso nelle parti più superficiali e anidriti in profondità. In sezione sottile la roccia appare microgranulare, di colore grigio, fittamente stratificata in livelli millimetrici di gesso, in prevalenza sotto forma di piccoli cristalli submillimetrici. Alternati o inclusi a questi, a vari livelli, si riconoscono gruppi di microcristalli (dimensioni di 0,01 mm) di carbonati limpidi, ad abito perfettamente rombico. Il gesso prevalente è costituito da individui dall'abito tipicamente idioto-

pico o xenotopico (CIARAPICA *et al.*, 1985) i cui contatti reciproci possono presentarsi netti, ondulati, compenetrati o, più raramente, sub-indentati. Lungo le tracce dei piani di sfaldatura degli individui di maggiori dimensioni è possibile rilevare la presenza di minutissime inclusioni non carbonatiche, di cui non è da escludere una natura liquido-gassosa. L'analisi diffrattometrica ha confermato la paragenesi riconosciuta al microscopio ed ha permesso di definire che la componente carbonatica è costituita in prevalenza da dolomite e, in subordine, da calcite. Tutta la roccia, soprattutto nella parte interessata dai solfati, è caratterizzata da strutture ricollegabili a fenomeni di fluidificazione o di plasticizzazione, sotto l'azione di sforzi da carico e/o tettonici isorientati. In alcuni casi questi sono ricollegabili a variazioni volumetriche della massa solfatica di fondo per fenomeni di disidratazione o di idratazione. La reazione di deidratazione del gesso in anidrite può dar luogo all'interno del sedimento ad alte pressioni

interstiziali di fluidi, che favorirebbero lo sviluppo di livelli di scollamento lungo i quali si propagano le principali strutture da taglio, sia compressive che distensive. La presenza di deformazioni duttili ed isorientazioni con twinning nei cristalli indicherebbe che il materiale è stato sottoposto a deformazione di tipo fragile/duttile. Tali deformazioni normalmente possono avvenire, secondo i dati sperimentali di reologia (MENICHETTI & MINELLI, 1991), per *strain rate* dell'ordine dei 10^{-10} sec⁻¹ a temperature inferiori ai 200 °C e pressioni di confinamento di 150 Mpa, corrispondenti a profondità normalmente inferiori ai 5 km.

Le Anidriti di Burano si sono deposte in un ambiente costiero evaporitico caratterizzato da ampie piane tidali, lagune e bacini costieri chiusi (PASSERI, 1975). Le microfane a Foraminiferi rinvenute nelle Anidriti di Burano indicano un'età per la formazione compresa tra il Norico superiore fino al Retico e comunque all'interno della biozona a *Triasina hantkeni* (CIARAPICA *et al.*, 1987).



Fig. 2 – Affioramento delle Anidriti di Burano a Cenerente di Perugia. Lato settentrionale della cava Gessaia.
Burano Anhydrites outcrop at Cenerente of Perugia. Northern side of the Gessaia quarry.

La formazione è eteropica ad Ovest con i Grezzoni, che presentano facies lagunare/tidale e facies oolitiche/detritiche. Un'altra facies considerata da molti AA. equivalente alle Anidriti di Burano è nota come "Calcare cavernoso" (DESSAU, 1962; GHELARDONI, 1962). Essa è costituita da una breccia con scheletro di elementi dolomitici e subordinatamente calcarei, spigolosi, con matrice formata da cavità vuote o riempite da dolomia di aspetto polveroso e di colore grigio, noto localmente come "cenerone". L'origine della facies del Calcare Cavernoso sembra essere legata sia a processi autoclastici che cataclastici. I primi derivano dalla trasformazione anidriti/gesso, con aumento di volume delle anidriti per idratazione e successiva asportazione del gesso di neoformazione per soluzione (PASSERI, 1976). Le facies cataclastiche più diffuse sono associate a deformazioni di tipo fragile, che interessano la massa rocciosa durante le diverse fasi tettoniche.

Nella catena dell'Appennino umbro-marchigiano le Anidriti di Burano non affiorano e sono state rinvenute solo in sondaggi profondi per ricerche di idrocarburi ed in particolare nel Pozzo Burano 1° nella valle del fiume omonimo, dove è stata istituita la formazione agli inizi degli anni sessanta (MARTINIS & PIERI, 1964). In questo pozzo, localizzato al nucleo di una anticlinale, la potenza rilevata è di 1050 m, mentre molte decine di chilometri più a NE lo spessore attraversato è di soli 550 m (MARTINIS & PIERI, 1964). Nell'area di Perugia le Anidriti di Burano sono state incontrate nel pozzo Perugia II° (fig. 1), scavato a poche centinaia di metri dall'affioramento di Cenerente, che ha attraversato la formazione per una potenza di circa 1150 m fino ad incontrare delle filladi (MARTINIS & PIERI, 1964). Nell'offshore del Mar Adriatico, in alcuni pozzi, le evaporiti triassiche presentano strutture diapiriche legate alla presenza di livelli a salgemma (BALLY *et al.*, 1986). Dal punto di vista tettonico le Anidriti di Burano sono state considerate da molti AA. come

livello di scollamento basale della copertura sedimentaria della successione umbro-marchigiana rispetto al sottostante basamento, durante la fase compressiva che ha dato luogo alla formazione della catena a pieghe e fronti di accavallamento (BALLY *et al.*, 1986). Nell'area di Perugia le Anidriti di Burano hanno subito diverse fasi tettoniche, a cominciare da quella distensiva giurassica, per passare a quella compressiva neogenica che ha realizzato la catena appenninica, per finire a quella distensiva attuale connessa all'apertura del Mar Tirreno (MENICHETTI & MINELLI, 1991).

Nell'area dell'Italia Centrale depositi di qualche migliaio di metri cubi di solfati (gesso in prevalenza) sono presenti nelle principali cavità carsiche che si aprono all'interno della successione stratigrafica carbonatica Ceno-Mesozoica. La loro origine sembrerebbe essere legata alla risalita di acque sulfuree che hanno attraversato le evaporiti triassiche (GALDENZI & MENICHETTI, 1989).

Il carsismo

I modesti affioramenti sono interessati da piccole forme carsiche superficiali, costituite soprattutto da scanalature e karren di dimensione da millimetriche a centimetriche, localizzate sulle testate degli strati più esposti e dove maggiore è la concentrazione della frazione solfatica nella massa rocciosa.

Manca completamente il carsismo sotterraneo perché gli affioramenti presenti sono poco estesi sia planimetricamente che altimetricamente, ma soprattutto perché molti di essi sono ricoperti tettonicamente da terreni impermeabili costituiti da marne e arenarie (fig. 1).

Fenomeni carsici superficiali circoscritti con doline e depressioni chiuse sono presenti nell'area del M. Malbe e si sviluppano sia nel Calcare Cavernoso che nella parte carbonatica della successione stratigrafica umbro-marchigiana. Nella stessa zona è noto un modesto

carsismo sotterraneo, con grotte con estensioni di molte decine di metri. In questo caso il carsismo è sviluppato esclusivamente nei calcari, che presentano una buona porosità e permeabilità a causa dei vuoti interstiziali originati dalla rimozione della parte solfatica dalla massa rocciosa originaria.

Nell'area a Nord della Gessaia, in alcuni vecchi pozzi di scavo non completamente colmati, esistono delle fuoriuscite naturali di CO₂ attraverso delle fratture nel terreno. Esse sono note anche alla popolazione locale per malori provocati a persone e morti di animali che si erano avvicinati molto alle zone più depresse, dove si aveva fuoriuscita ed accumulo del gas. La presenza di CO₂ di origine endogena nell'area è stata rilevata anche durante lo scavo del pozzo San Donato una decina di km a NW (fig. 1) dove, all'interno di una serie di scaglie tettoniche di Anidriti di Burano, sono state rinvenute pressioni elevate del gas. In tutta l'area a Nord di Perugia e lungo tutta l'alta valle del Tevere, in destra idrografica, sono note emissioni naturali di CO₂, una delle quali è localizzata all'interno dell'Abisso II° di Monticelli (126 U/PG) e un'altra nella zona della Buca del Serpente (16 U/PG) (fig. 1). L'origine di questa CO₂ endogena sembra essere collegata a fenomeni di decarbonizzazione metamorfica di rocce calcaree e degassazione delle parti più profonde della crosta (ROGIED *et al.*, 2000).

Conservazione e valorizzazione

Tutta la zona delle Gessaie di Cenerente è stata inserita all'interno del Piano Urbanistico Territoriale della Regione dell'Umbria (L.R. 24.03.2000 n. 27) come "Area di particolare interesse geologico", con numero di catasto 43, per la quale sono previsti interventi di conservazione e valorizzazione. A tutt'oggi sono stati eseguiti solo modesti interventi finalizzati soprattutto a preservare i limitati affioramenti rimasti.

Ringraziamenti

Un ringraziamento particolare va al Dott. Andrea Motti, geologo presso la Regione dell'Umbria e originario dell'area di Cenerente, per le preziose informazioni di carattere storico fornitemi e al Prof. Antonio Rossi dell'Università di Modena per la descrizione delle sezioni sottili e l'analisi diffrattometriche su alcune campioni.

Bibliografia

- BALLY A.W., BURBI L., COOPER C., GHELARDONI R., 1986 - *Balanced sections and seismic reflection profiles across the Central Apennines*. Mem. Soc. Geol. It., 35, pp. 257-310.
- CANALI L., PURGOTTI S., TEI B., 1832 - *Gessaje Massini ed Alberti o degli Oddi poste in Cenerente*. Bibl. Com. Aug. Perugia. Belisario Simonelli presso Vincenzo Santucci Ed. Perugia.
- CIARAPICA G., PASSERI L., 1976 - *Deformazione da fluidificazione ed evoluzione diagenetica della formazione evaporitica di Burano*. Boll. Soc. Geol. It., 95, pp. 1175-1199.
- CIARAPICA G., PASSERI L., SCHREIBER C.B., 1985 - *Una proposta di classificazione delle evaporiti solfatiche*. Geologica Romana, XXIV, pp. 219-232.
- CIARAPICA G., CIRILLI S., PASSERI L., TRINCIANTI E., ZANINETTI L., 1987 - "Anidriti di Burano" et "Formation du Monte Cetona" (Nouvelle Formation), *biostratigraphie de deux series-types du Trias Supérieur dans l'Apennin Septentrional*. Revue de Paléobiologie, 6, 2, pp. 341-409.
- DESSAU G., 1962 - *Geologia del M. Malbe nel quadro dei Massicci mesozoici del Perugino*. Boll. Soc. Geol. It., 81, pp. 225-315.
- GHELARDONI R., 1962 - *Stratigrafia e tettonica del Trias di monte Malbe presso Perugia*. Boll. Soc. Geol. It. 81, 2, pp. 66-75.
- GALDENZI S., MENICETTI M., 1989 - *Evolution of underground karst system in the Umbria-Marche Apennines in Central Italy*. X Cong. Int. Speleol., Budapest, 3, pp. 745-747.
- LIPPI-BONCACHI C., 1941 - "La Fossa" presso la cava a S.M. di Cenerente. Materie prime d'Italia e dell'Impero. Rassegna mineraria mensile giugno 1941, anno VI, numero 6.

- MARTINIS B., PIERI M., 1964 - *Alcune notizie sulla formazione evaporitica del Triassico superiore nell'Italia Centrale e Meridionale*. Mem. Soc. Geol. It., 4, 1, pp. 649-678.
- MENICHETTI M., MINELLI G., 1991 - *Extensional tectonics and seismogenesis in Umbria (Central Italy)*. Boll. Soc. Geol. It., 110, pp. 857-880.
- MINELLI G., MENICHETTI M., 1990 - *Tectonic evolution of the Perugina Massifs area (Central Italy)*. Boll. Soc. Geol. It., 109, pp. 445-453.
- MOTTI A., 1997 - *Cenerente, Esempio di Utilizzo e antropizzazione del Territorio*. Perugia. Regione Umbria.
- PASSERI L., 1975 - *L'ambiente deposizionale della formazione evaporitica nel quadro della paleogeografia del Norico tosco-umbro-marchigiano*. Boll. Soc. Geol. It., 94, pp. 231-268.
- PRINCIPI P., 1908 - *Studio geologico del Monte Malbe e Monte Tezio*. Boll. Soc. Geol. It., 27, pp. 159-224.
- REGIONE DELL'UMBRIA, 1994 - *Elenco delle cavità naturali della Regione Umbria*. 482 pp.
- ROGIED J.D., KERRICK D.M., CHIODINI G., FRONDINI F., 2000 - *Flux measurements of nonvolcanic CO₂ emission from some vents in Central Italy*. Journ. Geoph. Res., 105, B4, pp. 8435-8445

LAZIO

Michele Sivelli¹

Riassunto

Nel Lazio esistono solo quattro piccoli affioramenti evaporitici messiniani in cui il gesso rappresenta sempre la frazione di gran lunga minoritaria. Per questo motivo le macroforme superficiali sono del tutto assenti, come i fenomeni carsici profondi, mentre le meso- e microforme sono assai rare. Nessuno studio specifico sul carsismo in gesso è mai stato fatto.

Parole chiave: gessi, Messiniano, carsismo, Regione Lazio

Abstract

Only four small evaporite outcrops are known in the Lazio Region, but therein the gypsum always is by far a minority component. Therefore the superficial large karst forms as well as the deep karst phenomena are completely lacking, while the meso- and microforms are rare. Until present no specific study on the gypsum karst has been performed.

Keywords: gypsum, Messinian, karst, Lazio Region

La presenza di affioramenti gessosi nella regione laziale è estremamente modesta, inoltre in tutte queste aree le evidenze morfologiche di tipo carsico superficiale e/o profondo sono praticamente assenti.

Questo dipende direttamente dal fatto che i gessi non costituiscono mai un corpo litologico a sé stante, ma sono costantemente associati, e spesso finemente alternati, ad argille, conglomerati o altri tipi di rocce, che praticamente sempre risultano essere largamente dominanti.

Inoltre, le profonde modificazioni operate dall'uomo, attraverso lo sfruttamento delle cave, l'attività agricola ed in alcuni casi quella edilizia, hanno mascherato e talvolta com-

pletamente obliterato le forme originali di questi piccoli affioramenti.

Si può affermare che in questa regione, allo stato attuale delle conoscenze, non solo i fenomeni carsici sotterranei (grotte) sono del tutto assenti, ma anche quelli superficiali sono quasi totalmente limitati alle sole microforme carsiche, anch'esse comunque rare.

Per tutti questi motivi non esiste nessun lavoro specifico di carsismo dedicato a questa regione e le sole informazioni che possono essere disponibili si trovano in pubblicazioni di carattere geologico, tra queste la più completa risulta essere la guida geologica regionale della Società Geologica Italiana (SGI, 1993) che segnala quattro differenti zone con

¹ Società Speleologica Italiana - Centro Italiano di Documentazione Speleologica F. Anelli

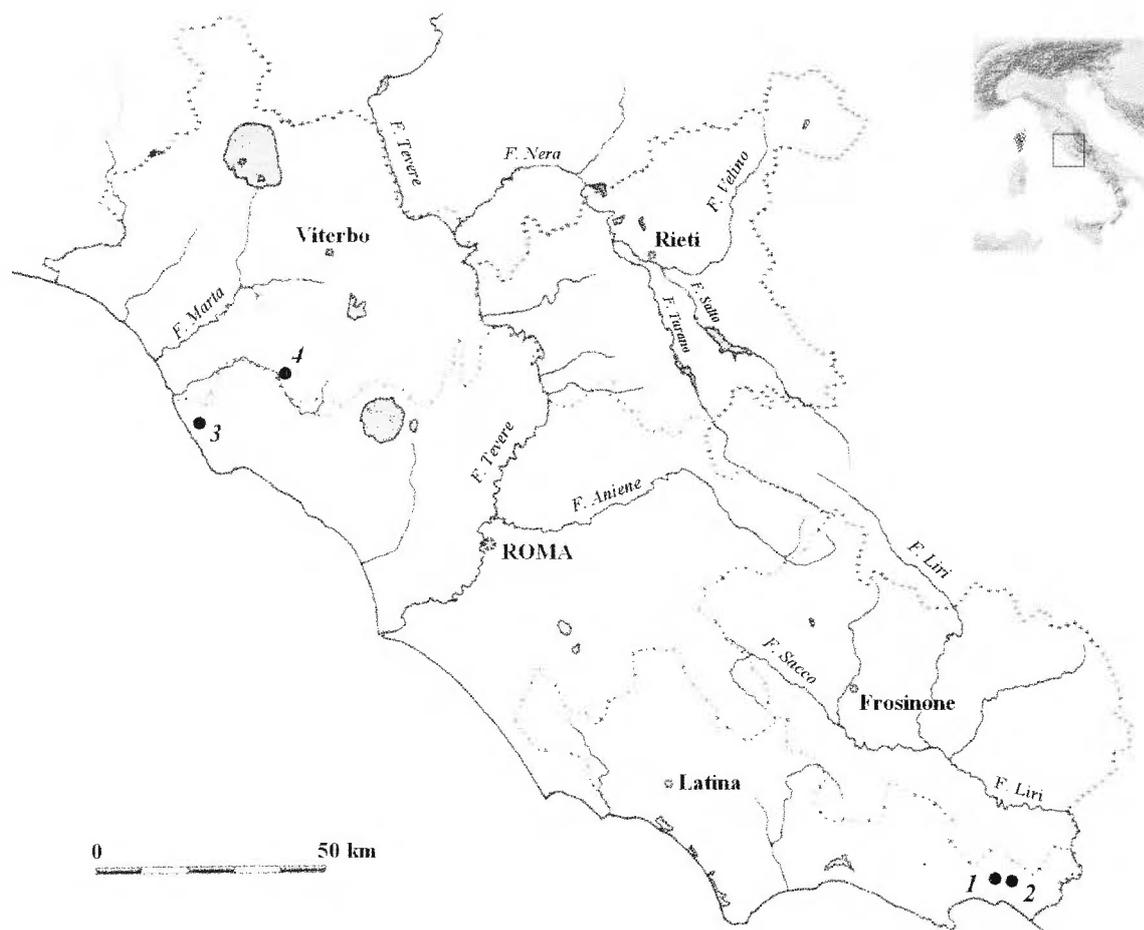


Fig. 1 – Localizzazione degli affioramenti evaporitici della regione Lazio: 1) Penitro; 2) Monte Campese; 3) Montagnola Civitavecchia; 4) Fontanile dell'Uccello.

Location map for the evaporite outcrops of the Region Lazio: 1) Penitro; 2) Campese Mount; 3) Montagnola Civitavecchia; 4) Fontanile dell'Uccello.



affioramenti evaporitici messiniani, che si estendono nelle province di Latina, Roma e Viterbo e che sono state oggetto di ricognizione appositamente per la realizzazione di questa nota (fig. 1).

Presso l'abitato di Trivio (LT) alle pendici settentrionali del Monte Campese, un'antica cava di argilla, aperta un tempo per la manifattura di "canali" (coppi), mostra la presenza di gesso microcristallino, frammisto alle argille dilavate lungo il pendio della ex-cava. Secondo le informazioni di alcuni locali per incontrare il gesso vivo occorrerebbe scavare

Fig. 2 – Blocchi di gesso microcristallino, su cui si sono sviluppate microforme carsiche nei campi vicino a Penitro.
Boulders of microcrystal gypsum with some karst microforms in the fields close to Penitro.



Fig. 3 – Forma relitta ascrivibile ad una probabile dolina di soffusione in località Fontanile dell’Uccello.
Relict form probably related to a rather dismantled suffusion doline close to Fontanile dell’Uccello.

in profondità, come del resto confermato dall’ispezione delle fondamenta di una casa in costruzione prospiciente l’ex-cava, dove sono individuabili strati di gesso dello spessore di 0,30/0,40 cm alternati a depositi argillosi. Il sopralluogo comunque non ha permesso di individuare evidenze di morfologia carsica, anche derivata.

Non lontano da Trivio, a Sud del paese di Penitro (lungo al superstrada Formia - Cassino al km 28,3) in un’altra cava di argille si possono osservare vari blocchi di gesso alabastrino, non in posto, con evidenti solchi e micromeandri (fig. 2). Anche quest’area, molto più estesa della prima, è fortemente compromessa dalle opere di sbancamento della cava, pertanto le uniche evidenze morfologiche riscontrate sono appunto le meso-microforme appena ricordate.

Spostandosi nella provincia di Roma, in direzione Nord dopo Civitavecchia, oltrepassato il nuovo penitenziario della città, lungo la

vecchia Aurelia, di fronte ad un’ennesima cava di argilla è presente un dosso di gessarenite e calcareniti; anche questo rilievo in passato è stato oggetto di coltivazione. Nell’unica struttura libera da vegetazione è possibile osservare una successione di gessi microcristallini con varie lamine di esfoliazione e nessuna forma carsica evidente.

L’ultima zona censita rimane in località “Fontanile dell’Uccello” (VT) lungo la strada sterrata che unisce Civitella Cesi con la provinciale Tolfa–Bracciano. L’area in oggetto costituisce il basamento di una caratteristica falesia di conglomerati che domina la valle del Fiume Mignone. Il gesso presente è una piccolissima percentuale all’interno di un vasto deposito argilloso. Va però ricordato che a Sud della fascia dei conglomerati pliocenici, al centro di un campo coltivato, è visibile e ben delimitata, una più marcata acclività del terreno che potrebbe forse rappresentare il residuo di una macroforma carsica (dolina di crollo o

più probabilmente di soffiatura) ormai completamente smantellata dagli agenti esogeni e dalle azioni dell'aratro (fig. 3).

Ringraziamenti

Si ringrazia per la collaborazione il Centro Ricerche Sotterranee Egeria di Roma

Bibliografia

SOCIETÀ GEOLOGICA ITALIANA (a cura), 1993 – *Lazio*.
Guide Geologiche Regionali n. 5. BE-MA Editrice,
378 pp.

ABRUZZO E MOLISE

Ezio Burri¹

Riassunto

Nell'area compresa tra l'Abruzzo ed il Molise sono state identificate cinque formazioni evaporitiche del Messiniano. Le indagini morfologiche, anche se avviate agli inizi del '900, hanno conosciuto un modesto sviluppo solo negli ultimi decenni ed hanno comportato la conoscenza puntuale di alcune ristrette aree nel *Flysch della Laga*, nella *Formazione Gessoso-Solfifera* del *Flysch della Majella* e nella *Successione Evaporitica* dell'*Unità dei Monti Frentani* sia dell'Abruzzo che del Molise. Diversificata ed abbondante è la morfologia superficiale, mentre le cavità esplorate sono sedici, di modesto sviluppo e quasi tutte ubicate in Abruzzo. Particolarmente interessante appare il paesaggio antropizzato profondamente condizionato, anche nella sua configurazione insediamentale, dallo specifico contesto litologico e strutturale.

Parole chiave: gessi, Messiniano, Abruzzo, Molise, paesaggio carsico.

Abstract

Five Messinian evaporitic formations have been identified in the area of Abruzzo and Molise. Although morphological investigations began in the early 1900s, this type of research has undergone modest development only in the last few decades, leading to precise knowledge of several small areas in the Laga Flysch, Gessoso-Solfifera Formation of the Majella Flysch and in the Evaporitic Succession of the Monti Frentani Unit of both Abruzzo and Molise. The superficial morphology is diversified and abundant, while sixteen small caves have been explored, all of them in Abruzzo. The anthropized landscape, especially the configuration of towns, is particularly interesting as it is strongly influenced by the specific lithological and structural context.

Key-words: gypsum, Messinian, Abruzzo, Molise, karst landscape.

Inquadramento geografico e geologico

Nell'estensione territoriale pertinente la suddivisione amministrativa delle due regioni sono stati individuate, e raggruppate, cinque formazioni così denominate^{2,3}:

- *Flysch della Laga*⁴ costituita da: 1) *Unità Montagnone/Montagna dei Fiori*: membro post-evaporitico. Alternanza torbiditica di arenarie ed argille con intercalazioni calcarenitico-calcirudite (a) con risedimenti gessoso-

¹ - Dipartimento di Scienze Ambientali - Università degli Studi - Via Vetoio - Località COPPITO - 67100 L'AQUILA (Italy) - e/mail: ezio.burri@aquila.infn.it

² Le denominazioni, e le sezioni stratigrafiche, sono tratte da VEZZANI L., GHISETTI, 1998, *Carta Geologica dell'Abruzzo (scala 1:100.000)*. Regione Abruzzo, SELCA, Firenze.

³ Tre di queste sono state identificate anche come *Unità Morfocarsica*, e la sigla relativa è riferita alla ripartizione evidenziata nella specifica cartografia (BURRI *et al.*, 1995).

⁴ Unità Morfocarsica GA (BURRI *et al.*, 1995).

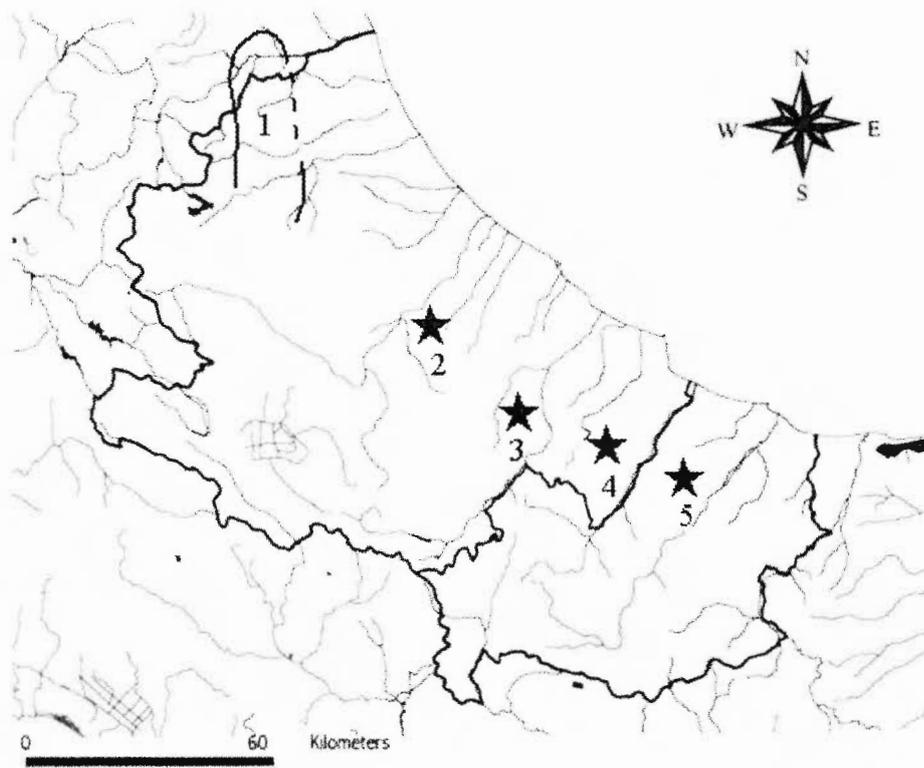


Fig. 1 - Abruzzo e Molise: configurazione degli affioramenti evaporitici.
 Abruzzo and Molise: configuration of the evaporitic outcrops

renitici (b). Spessore 2000-2500 m *Messiniano*. Membro pre-evaporitico. Alternanze di arenarie di natura torbiditica (c); argilliti prevalenti di natura torbiditica (d); argilliti prevalenti di natura torbiditica (e) con intercalazioni di corpi arenacei a sviluppo tabulare; arenarie di natura torbiditica (f) in corpi tabulari spessi e massicci, amalgamati. Spessore 1800 m. *Messiniano*. 2) *Unità di Tossicia*: alternanza torbiditica di arenarie e argille con livelli risedimentati di gessoareniti (a) e di calciruditi, conglomerati calcarei e calcareniti laminati talora intercalati a marne

bituminose (b); alternanza torbiditica di arenaria e argilla (c); Spessore > 1000 m. *Messiniano*. 3) *Formazione Gessoso-Solfifera equiv. di Monte La Queglia*: marne diatomitiche con livelli tufoeso solfitici; marne argillose nerastre bituminose con gessi e sottili intercalazioni di calcareniti. Spessore 10-20 m. *Messiniano*. L'intera formazione si estende, con ampie soluzioni di continuità per circa 36 km, ad E della Montagna dei Fiori sino a

Sezione Montagnone/ Montagna dei Fiori

a) alternanza torbiditica di arenarie ed argille con intercalazioni calcarenitico-calciruditiche; b) con risedimenti gessoarenitici; c) alternanze di arenarie di natura torbiditica; d) argilliti prevalenti di natura torbiditica; e) argilliti prevalenti di natura torbiditica, con intercalazioni di corpi arenacei a sviluppo tabulare; f) arenarie di natura torbiditica.

Montagnone/Montagna dei Fiori Section

a) *torbiditic alternation of sandstones and clays with calcarenitic-calciruditic intercalations*; b) *with gypsoarenitic resediments*; c) *alternations of sandstones and clays of torbiditic genesis*; d) *mainly torbiditic shales*; e) *alternations of sandstones and clays, with intercalations of sandstone bodies with tabular development*; f) *torbiditic sandstones*.





Sezione Unità di Tossicia

a) alternanza torbiditica di arenarie e argille con livelli risedimentati di gessoareniti; b) calciruditi, conglomerati calcarei e calcareniti laminate talora intercalati a marne bituminose; c) alternanza torbiditica di arenaria e argilla.

Tossicia Unit Section

a) *torbiditic alternations of sandstones and clays with levels resedimented with gypsosandstones*; b) *calcirudites, laminated calcareous and calcarenite conglomerates sometimes intercalated with bituminous marls*; c) *torbiditic alternations of sandstones and clays*.

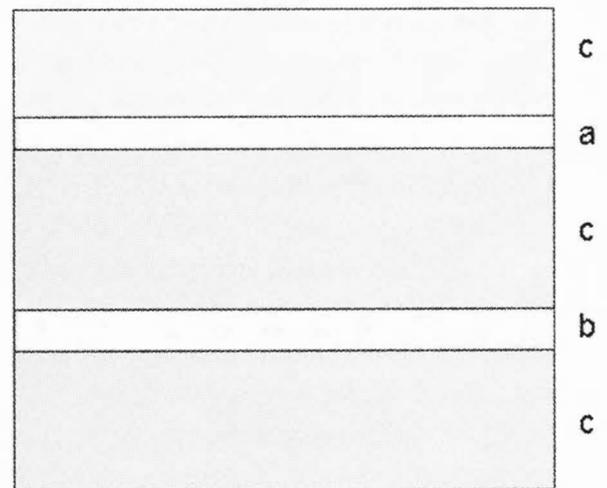
giungere nei pressi delle pendici settentrionali del Gran Sasso d'Italia, con conformazione nastriforme larga poche decine di metri e direzione N-S. Un nuovo lembo, esteso circa 6 km caratterizzato anch'esso da soluzioni di continuità, riaffiora a SE nei pressi del Monte La Queglia.

- *Flysch della Majella*⁵ - *Formazione Gessoso-Solfifera*: marne e marne calcaree, calcari evaporitici localmente brecciati (a), marne tripolacee fogliettate bituminose, micriti dolomitiche con intercalazioni calcarenitiche e gessi (b), passanti verso l'alto a peliti con piccoli Foraminiferi oligotipici ed Ostracodi ed a siltiti gradate in alternanza con peliti. In sottosuolo sono presenti gessi con marne nerastre. Spessore 300-400 m. *Messiniano*. La formazione è presente a Bolognano - San Valentino in Abruzzo Citeriore - Lettomanoppello con complessi litologici poco estesi e ben localiz-

zati con cesure, anche ampie, tra essi.

- *Gessi di Gessopalena* (in appoggio discordante su diverse unità tettoniche): gessi e conglomerati con clasti discordanti, con intercalazioni di argille grigio oliva. Spessore 150-200 m. *Pliocene inferiore basale - Messiniano*. L'intera formazione è localizzata nei pressi dell'abitato di Gessopalena, ma altri complessi litologici, anche se modesti, sono posti a circa tre km in direzione WSW.

- *Unità dei Monti Frentani (area Abruzzo)*⁶ e *Unità dei Monti Frentani (area Molise) (Successione Evaporitica)*: Depositi prevalentemente conglomeratici con clasti gessosi passanti verso l'alto a gessoareniti ed a gessosiltiti. Spessore 40-50 m (*Pliocene inferiore? - Messiniano*). Separati da un'incerta discordanza angolare seguono, verso il basso, gessoareniti e gessoruditi con intercalazioni di gessosiltiti in strati da qualche centimetro a 1-2 metri, con alla base argille bituminose nerastre. Associazioni oligotipiche a soli



Sezione Unità Alanno-Majella/Flysch della Majella

a) marne e marne calcaree, calcari evaporitici localmente brecciati; b) marne tripolacee fogliettate bituminose, micriti dolomitiche con intercalazioni calcarenitiche e gessi; c) alternanza di calcari micritici con noduli di selce e di calcareniti bioclastiche, torbiditiche, in strati decimetrici.

Alanno-Majella Unit Section/ Majella Flysch

a) *marls and calcareous marls, locally brecciated evaporitic limestones*; b) *bituminous foliated tripolaceous marls, dolomitic micrites with calcarenitic intercalations and gypsums*; c) *micrites limestones alternating with flint nodules and bioclastic torbiditic calcarenites with decimetric beds*.

⁵Unità Morfocarsica SV (BURRI *et al.*, 1995).

⁶ Unità Morfocarsiche CF2, CF3, CF4, CF6, CF7, CF8 (BURRI *et al.*, 1995).

Foraminiferi planctonici. Spessore 50-60 metri. A Gissi e Lentella prevalgono gessi selenitici, cui si alternano gessosiltiti in lamine millimetriche e gessi a struttura nodulare passando verso il basso a pochi metri di marne diatomitiche brune con microfaune in prevalenza planctoniche. Spessore 70-80 metri. *Messiniano – Tortoniano superiore?*

Nella regione amministrativa dell'Abruzzo questa formazione è abbastanza consistente e si presenta, anche con notevoli soluzioni di continuità, caratterizzando la parte meridionale dell'Abruzzo, tra i fiumi Sangro, Sinello e Trigno, a ridosso del contiguo Molise (fig. 1). Nei pressi di Gissi e di Lentella i gessi si possono presentare in accumuli stratificati, anche molto appariscenti e su questi sono impostati i nuclei, storici, dei centri abitati. Il gesso macrocristallino che si presenta in potenti bancate, stimate in una potenza di circa 70/80 m nell'area di Gissi, ha un allineamento orientato genericamente in senso appenninico con una giacitura che da poco inclinata verso Est, diviene quasi sub-verticale verso Ovest. Nei confronti dei numerosi complessi litologici circostanti, la possibile originaria continuità di deposito è stata alterata, presumibilmente, da fenomeni di crollo o di slittamento sui circostanti terreni argillosi.

Nella regione amministrativa del Molise è compresa, nella sostanza, la medesima formazione ed è distribuita anch'essa in placche, di limitata estensione ma ben localizzate e che si evidenziano maggiormente per la maggiore erodibilità dei terreni circostanti. Le aree più estese, in ordine decrescente, sono ubicate nei pressi di Montecilfone e Mafalda mentre ben più esigue appaiono quelle di Montenero di Bisaccia, a ridosso del fiume Biferno a SSW di Guglionesi, o nei pressi Ripamoliso (fig. 1).

Storia delle esplorazioni e delle ricerche

Le prime indagini, in Abruzzo, sono state condotte intorno alla prima decade del secolo

scorso e trovano riferimento in unico lavoro redatto da POLSONI (1909) ripreso, successivamente ed in parte da MARINELLI (1917). Sono recenti lavori di BURRI (1986) relativi ai gessi dell'area di Gissi, di AGOSTINI *et al.* (1986) circoscritti alle formazioni di S. Valentino, e lo studio inedito di DI MARCANTONIO (1986) che analizza quelle di Montorio al Vomano. Infine si segnalano i contributi di MASCARUCCI *et al.* (1990) e MASCIARELLI (1990) che, unici nel genere, analizzano una modesta formazione evaporitica nel contiguo Molise. Le formazioni evaporitiche dell'Abruzzo sono state anche identificate, cartografate e censite come *Unità Morfocarsiche* (BURRI *et al.*, 1995).

Il paesaggio

In generale il paesaggio appare marcato dalla presenza delle formazioni evaporitiche solo per alcune aree poiché la componente agraria non interagisce in misura significativa, ed anche quella vegetazionale non è influenzata dallo specifico contesto litologico mancando, di conseguenza, una peculiare flora gipsicola. Viceversa molte di queste aree sono particolarmente segnate dalle attività di cava, alcune dismesse, ma altre in piena attività. Molto più interessanti appaiono le formazioni sulle quali si sono sviluppati alcuni centri abitati in continuità insediativa, ovvero Gessopalena e Gissi i cui toponimi indicano eloquentemente il contesto litologico predominante, ma anche di Fresagrandinaria e Lentella.

L'abitato di Gessopalena acquisisce l'attuale denominazione nel XVII sec., ove viene citato come "*e proprio lapide*", ovvero "dalla propria pietra" a confermare la specifica conformazione litologica del sito. L'impianto urbano è ordinato su tre assi longitudinali che si raccordano sull'alto sperone, il cui crinale ospita tutta la struttura insediativa. Sul tracciato viario principale caratterizzato dagli edifici più

rappresentativi ed importanti (palazzi signorili, chiese, botteghe artigianali ed opifici produttivi) convergono le strette strade secondarie che, con un sistema definito “*a pettine*”, si adattano alla morfologia del rilievo. Predominano le abitazioni a schiera a più piani, i cui seminterrati, disposti a volte su più livelli, sono scavati nella roccia utilizzando anche vuoti di origine naturale. Questo insediamento, la cui consistenza strutturale è stata nel corso dei secoli più volte pesantemente condizionata dallo sfaldamento naturale - che ha comportato anche l'arretramento dei versanti - e dai ricorrenti eventi sismici (i più consistenti nel 1706 e nel 1933), verrà del tutto abbandonato a seguito della distruzione, quasi totale, avvenuta nel corso degli eventi bellici dell'ultimo conflitto mondiale. Con finalità culturali, l'impianto insediativo è stato restaurato e protetto.

Simili, per conformazione, sono anche gli abitati di Fresagrandinaria e Lentella ove è evidenziata l'utilizzazione degli speroni rocciosi come basamento per le strutture abitative. Dove l'argilla, che spesso è intercalata alla formazione, è assente i gessi si presentano in grossi blocchi e spuntoni che danno luogo a scoscesi dirupi come nel caso de “Lame delle Cipolle” nei dintorni dell'abitato di Fresagrandinaria, anche se tali blocchi sono spesso smembrati da faglie in tutte le direzioni.

Lievemente diversa può apparire la configurazione dell'abitato di Gissi che sebbene edificato, sia nel nucleo storico che nelle estensione recente ed a questo limitrofo, sull'ossatura rocciosa, circonda una depressione doliniforme denominata “*muttelle*”, ovvero “*imbuto*” nella sua denominazione dialettale, proprio ad indicare la funzione di assorbimento e drenaggio delle acque che qui si raccolgono. Per l'evidente microclima favorevole, tutta l'area è utilizzata per le coltivazioni di tipo orticolo, nonostante in caso di consistenti eventi meteorici non siano rari gli episodi di allagamento. Le abitazioni storiche, lungo il bordo

esterno, hanno impiegato conci di gesso sagomati a mano ed evidenziano in più casi un degrado testimoniato anche dal collassamento di alcune strutture. In tutta questa formazione il cedimento del terreno nei pressi degli inghiottitoi, con il conseguente ampliamento delle superfici di assorbimento che coinvolgono anche i limitrofi coltivati, viene controllato e arginato, o almeno si registrano tentativi in questo senso, con l'immissione di rifiuti eterogenei all'interno degli inghiottitoi stessi. Gli esiti, ovviamente, non sono mai permanenti ed in più casi lo slabbramento dei pozzi di assorbimento ha messo in luce una successione stratigrafica di oggetti di vario genere - alcuni esempi lo testimoniano eloquentemente - e tramite la loro tipologia si attesta una consuetudine molto radicata nel tempo. In qualche caso, invece, si è ottenuto l'inaridimento delle sorgenti che costituivano il recapito di quelle strutture assorbenti o il loro inquinamento. Qualche dolina, il cui fondo pianeggiante - naturale o ricavato - sino a tempi recenti veniva utilizzato per coltivati, è stato destinato a divenire, per un certo periodo, ricettacolo di discariche abusive o, in un solo caso, punto di assorbimento di una discarica fognaria, di un ospedale nello specifico, con il conseguente inquinamento della *Fonte Panecaldo* che è la sorgente relazionata. Sempre nei pressi dell'abitato di Gissi la *Fonte da Piedi*, classica sorgente di contatto, è stata captata in passato anche con l'ausilio di un breve tunnel. Un cenno particolare deve essere riservato alle attività di estrazione che, condotte spesso a livello artigianale, soddisfano essenzialmente le necessità locali.

Le formazioni del *Flysch della Majella*, si presentano piuttosto compatte in singole bancate e raramente contenenti impurità e per queste peculiari caratteristiche venivano utilizzate anche a livello industriale (Cementificio Segni di Scafa) o per la produzione di gesso da taglio e lavorato. Tale produzione, dopo aver sfiorato le 400 mila tonnellate annue, oggi appare del tutto abbandono-

nata, mentre è ancora attiva, ed attestata sulle 30 mila tonnellate annue, quella del gesso da cuocere o per altri usi con materiale che è estratto da alcune cave in esercizio nei pressi di S. Valentino in A.C. e Bolognano.

La formazione di *Gessopalena*, una volta molto sfruttata, ha da tempo cessato ogni apporto produttivo mentre in quella dei *Colli Frentani* sono in piena attività, ma sempre condotte a livello artigianale, le cave operanti nei pressi di Gissi, Mafalda e Lentella con una produzione di circa 20 mila tonnellate annue.

Nel Molise, infine, sono da segnalare le attività in esercizio a Guglionesi, Montenero di Bisaccia ed a Ripamoliso, ove cava e gessificio sono in esercizio negli immediati pressi del modestissimo affioramento di quell'area.

Le aree carsiche

Flysch della Laga

Forme carsiche superficiali

Sono segnalati karren embrionali sulle rocce affioranti e rillenkarran ad andamento subparallelo su superfici inclinate. Le doline sono del tipo a pozzo o a scodella con diametro inferiore ai 50 m.

Le grotte

Nell'area sono conosciute due modeste cavità. La prima denominata *Grotta 1^a di Montorio al Vomano* o *Grotta del Castello* risulta strutturata sotto forma di galleria discendente, è infatti un inghiottitoio fossile, abbastanza larga (massimo 5 m) ed alta 2/3 m, con massi di crollo che ne riducono la sezione in alcuni punti. Oltre all'evidenza dei processi graviclastici che hanno modificato la conformazione della volta e delle pareti, è presente un canale di volta, largo circa 20 cm e profondo 15 cm a fondo piatto. Una breve diramazione è posta nella sua parte mediana sul fianco sinistro. Il concrezionamento è limitato

all'esistenza di cristallizzazioni gessose sotto forma di croste di limitato spessore. La seconda, denominata *Grotta San Mauro* è una piccola ma complessa cavità, che ha inizio con un breve ramo ascendente iniziale, nel quale è ben evidente la morfologia a galleria di interstrato con azione di processi graviclastici intensi; a questa segue un piccolo pozzo di 5 m che immette in una breve prosecuzione, ad andamento anch'essa ascendente, caratterizzata da una morfologia diversa, ovvero quello di una risorgente attiva evidenziata da un modesto rivolo d'acqua, con gours, piccole stalattiti e breve diramazione laterale.

Flysch della Majella

Forme carsiche superficiali

Sulle rocce affioranti sono piuttosto frequenti i rillenkarran poco estesi. Più evidenti e ben strutturate lungo evidenti linee di faglia, in maggioranza a pozzo, sono le doline di subsidenza. Con un diametro variabile da poche decine a centinaia di metri presentano non poche volte, sul fondo, inghiottitoi non percorribili. Nella parte inferiore di queste strutture, spesso adattata, in alcuni casi viene condotta una coltivazione di tipo orticolo. La velocità di erosione, in questo settore, si attesta su una media di 0,41 mm/annui (CUCCHI *et al.*, 1998).

Le grotte

Sono cinque le cavità conosciute. La prima, denominata *Grotta della Cava di Gesso* è in sostanza un'unica angusta galleria con presenza di massi di crollo. La *Grotta Cusano I* si presenta sotto forma di galleria ad andamento quasi rettilineo e con due diramazioni parallele, piuttosto angusta nella larghezza, ed ingombra di massi di crollo, in più punti anche incastrati nelle pareti. In posizione quasi contigua è la *Grotta Cusano II* che si configura come grotta complessa ad anda-

mento suborizzontale, ricca di diramazioni con molti massi di crollo presenti maggiormente in platea ma anche in posizione precaria lungo le pareti; il concrezionamento è presente con una serie di stalagmiti con cavo centrale e tronco di cristalli ad accrescimento centripeto. In queste cavità è molto evidente la morfologia di tipo graviclastico con sezioni fratture o profili di scatola. Non distante la *Grotta del Gufo*, di modesta estensione, si presenta con un ampio ambiente vestibolare dal quale si dipartono tre corte diramazioni, di cui due contrapposte. Ancora da segnalare è la modesta *Fessura Bianca*, un'angusta galleria discendente con due ambienti oblunghi e paralleli congiunti da un breve diverticolo mediano. Infine, nei pressi dell'abitato di Lettomanoppello, è ubicata *La Spelunca*, ampia cavità caratterizzata da un ingresso a pozzo, protetto con muro a secco, e dal modestissimo sviluppo.

Gessi di Gessopalena

Forme carsiche superficiali

Nei tipi litologici costituiti da gessoareniti si evidenzia la presenza di rillenkarrren di profondità estremamente esigua, da frazioni di millimetro al millimetro ed in continua evoluzione, mentre nei gessi microcristallini prevalgono le bolle di scollamento (tumulos, fig. 2) (PULIDO BOSCH, 1986; FORTI, 1987) associate a karren più profondi, anche se meno estesi. La loro maggiore, e specifica oltre che ben localizzata, profondità è esaltata dalle acque che in questi viene fatta confluire, artificialmente e con funzioni di drenaggio, sin dalle prime fasi insediative. Nei tipi litologici costituiti da gessi macrocristallini si manifesta la evidenza dei cristalli, dovuta alla dissoluzione della matrice calcarenitica, associata alla presenza di karren, di estensione centimetrica e di ampiezza millimetrica sino a subcentimetrica che interessa la faccia orizzontale del cri-



Fig. 2 - Le "bolle di scollamento" all'interno dell'antico abitato di Gessopalena edificato su uno sperone di gesso.
"Décollement bubbles" inside the ancient town of Gessopalena, built on a gypsum spur.

stallo stesso. La velocità di erosione, in questo settore, si attesta su una media di 0,34 mm/annui (CUCCHI *et al.*, 1998).

Le grotte

Sono pochissime le cavità, quasi sempre comunque di piccola estensione o poco conosciute come nel caso della Grotta dei Briganti di Piano Mazzetta.

Unità dei Monti Frentani (area Abruzzo)

Forme carsiche superficiali

Le doline che si sviluppano nel territorio circostante l'abitato di Gissi sono numerose ed estese 100/200 m ed oltre, in alcuni casi poste in successione e conformate in maggior parte a piatto o scodella con fianchi asimmetrici e, a volte, caratterizzate anche dalla presenza di inghiottitoi non pervii o dalla presenza di frammenti di rundkarren. Esiti di coltivi abbandonati testimoniano il loro impiego a fini di coltivazione. La loro conformazione ed ubicazione era stata già rilevata da POLSONI (1909). Degne di attenzione appaiono anche le microforme che sono relazionate al diverso livello della formazione e così nel gesso microcristallino con ritmi di sedimentazione millimetrica prevalgono i karren e rillenkarren con rilievi variabili dal centimetro a frazioni di millimetro con lunghezza proporzionale, mentre nei macrocristalli di gesso nelle formazioni gessoso-arenacee si evidenzia la dissoluzione della matrice con l'emersione del cristallo sotto forma di rilievo. Nel gesso microcristallino, infine, si segnala la formazione di bolle di scollamento (tumulos) (PULIDO BOSCH, 1986; FORTI, 1987) che coinvolgono superfici estese anche alcuni decimetri. La velocità di erosione, in questo settore, si attesta su una media di 0,35 mm/annui.

Nell'area di Lentella le doline sono numerose e genericamente di piccole dimensioni, ma eccezionalmente possono raggiungere, con una conformazione circolare, anche i 100 m di diametro. In maggioranza si presentano occluse, fatto salvo un unico caso accertato e che, nello specifico, permette l'adito nella *Grotta dei Piedi Freddi*. Meno appariscenti le microforme e tutte riconducibili a karren embrionali o comunque di modesto sviluppo.

Le grotte

Nei pressi di Gissi sono conosciute due modeste cavità. La prima è nota come *Grotta*

del Crudele o *Grotta dei Briganti*, già segnalata e rilevata da POLSONI (1909), è estesa circa 20 m ed è strutturata in galleria principale con due diramazioni minori. La presenza di scallops testimonia come la genesi sia da ricondurre ad una paleorisorgenza e degne di nota sono le emersioni di gesso macrocristallino incluse nelle tipiche calcareniti biancastre friabili, ed isolate dalla carsificazione che si è esplicitata selettivamente nei confronti delle calcareniti stesse. Il *Pozzetto di Gissi*, profondo circa 10 m ed attraversato da un modesto

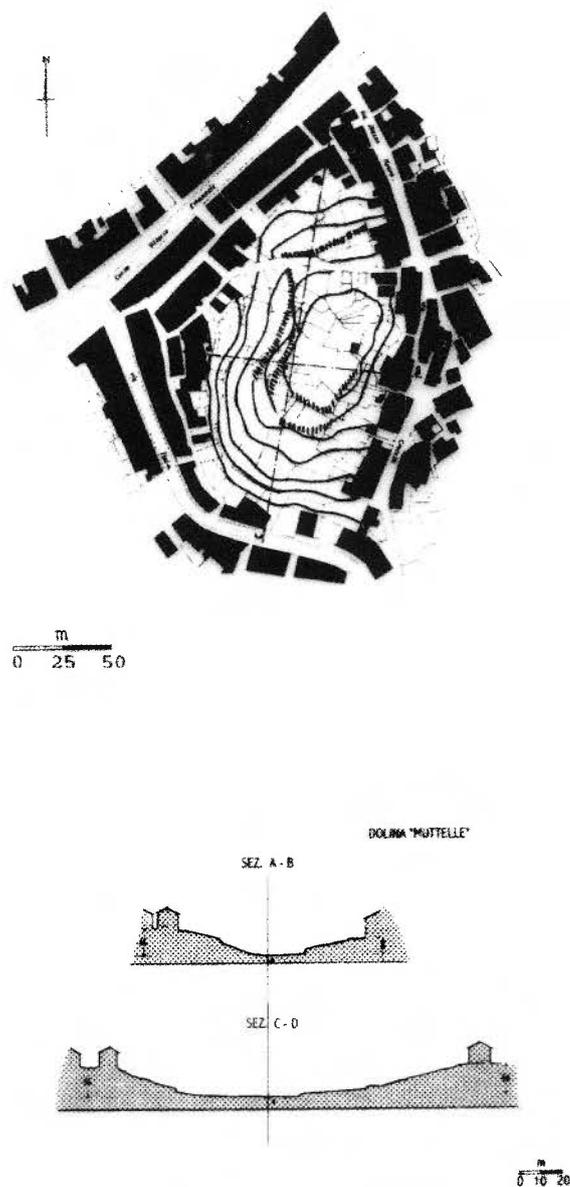


Fig. 3 -La conformazione, in pianta e sezione, della dolina di assorbimento all'interno dell'abitato di Gissi.
The conformation (map and cross-section) of the absorption doline inside the town of Gissi

rivolo d'acqua, deve la sua origine al collasso di una sottostante cavità.

Nel territorio comunale di Furci è ubicata, in località Bosco delle Fratte, la *Grotta dei Banditi*. La cavità ha inizio con breve cunicolo discendente che immette in due ambienti contigui separati da una strettoia. Attraverso un cunicolo molto franoso si perviene alla sala terminale e ad un successivo breve diverticolo. Alcuni massi di crollo occupano questi ambienti ove sono segnalati modesti concrezionamenti.

In località Colle Nardone di Fresagrandinaria si sviluppa la *Grotta di Eduardo*. Questa grotta dopo un breve galleria di accesso si biforca per alcuni metri, ricongiungendosi in un'ampia sala. Dalla galleria di destra una diramazione conduce ad altri ambienti, di modesto sviluppo, in parte sovrapposti a quelli prima attraversati.

Nel Comune di Lentella è conosciuta la *Grotta dei Piedi Freddi*, cavità complessa ad andamento discendente, con successione di pozzi di circa cinque metri di dislivello intervallati da brevi tratti, di 2-3 m, orizzontali, e caratterizzata dalla presenza di vistosi massi di crollo e di un modesto torrente intercettato all'interno della struttura e che ha prodotto qualche modesto meandro.

Unità dei Monti Frentani (area Molise)

Forme carsiche superficiali

Non sono state identificate particolari e significative morfologie, fatta esclusione di rillenkarren e di modesti karren embrionali sugli affioramenti, ed alcune doline nell'area di Montecilfone e Mafalda.

Le grotte

La cavità più rilevante è la *Grotta di Colle Bianco*, nel Fosso del Vallone delle Macchie, strutturata in due livelli distinti sotto il profilo idrodinamico. Il ramo superiore, fossile, è una galleria estesa circa 75 m la cui volta è costituita dal letto di uno strato. Non sono evidenziati significativi fenomeni di crollo ma, viceversa, si evidenziano diffuse stalattiti della lunghezza di pochi centimetri. Il ramo attivo, sottostante, si sviluppa per circa 120 m e mostra, in alcuni settori non interessati dai vistosi fenomeni di crollo che altrove caratterizzano l'ambiente, come la disposizione degli strati della roccia incassante ne abbia influenzato la morfologia. La platea è essenzialmente costituita da un riempimento di depositi ciottolosi, ad elementi da ben arrotondati a subangolari, a litologia gessosa ma anche calcarea ed arenacea provenienti, questi ultimi, dai contesti circostanti. Questo riempimento si presenta con una potenza a volte superiore al metro e significativo di una portata e di una capacità di trasporto piuttosto notevoli, testimoniato anche dalla presenza di resti vegetali posti a considerevole altezza, anche se il regime d'acqua è di tipo transitorio. Il torrente, dopo lo scorrimento superficiale, viene catturato da un inghiottitoio pervio proprio in corrispondenza degli affioramenti evaporitici e dopo il breve percorso ipogeo, tramite una doppia apertura, ed una di queste è la risorgenza delle acque, torna ad assumere uno tracciato subaereo.

Di minore interesse sono le due cavità, contigue tra loro, denominate *Pozzo del Colle Gessari 1* e *Pozzo del Colle Gessari 2*. La prima è strutturata con un pozzo iniziale, profondo circa 19 m, che immette in un cunicolo ed una breve diramazione a forma di camino. La seconda si presenta conformata a tre livelli, con piccoli salti interposti.⁷

⁷ Le ricognizioni successive hanno evidenziato la totale distruzione di queste due cavità, ad opera di una cava attiva nelle immediate vicinanze.

Conservazione e valorizzazione

Buona parte di queste formazioni evaporitiche sebbene, come visto, di limitata estensione sono comunque tutelate con iniziative che vengono condotte su tre livelli: a) nazionale, pertinente le formazioni di S. Valentino in A.C., Bolognaro ed aree limitrofe in quanto parzialmente incluse nel territorio del Parco Nazionale della Majella/Morrone, con una normativa vigente riferita a quella genericamente in uso e prevista dalla Legge Quadro n° 394 del 1991; b) regionale con interessi internazionali, pertinente i siti SIC (Siti di Interesse Comunitario) in base alla direttiva CEE 93/43. In questo particolare caso sono stati identificati i *Gessi di Gessopalena* ed i *Gessi di Lentella*. È necessario precisare che come attività di tutela, sia prevista solo l'adozione della procedura di *Valutazione di Incidenza*, ovvero di qualsiasi iniziativa atta ad incidere sull'habitat, floristico e/o faunistico, considerando come complementare il contesto litologico. Particolari iniziative sono in corso di attuazione per la tutela dell'antico insediamento di Gessopalena e dell'area circostante.

In considerazione dell'esiguità del numero di cavità attualmente conosciute, si è preferito elencarle tutte, suddivise per regioni

Grotte della Regione Abruzzo

Grotta dei Piedi Freddi, A 179, (la posizione non è ben determinata), Lentella (CH), Messiniano, quota s.l.m.: (non determinata), svil.: 120 m (dato incerto), disl.: -34 m.

La Spelunca, A 260, long. E 14° 02' 10", lat. 42° 14' 07", Lettomanoppello (PE), Messiniano, quota s.l.m.: 330 m, svil.: 6 m, disl.: 3 m.

Grotta di Eduardo, A 408, long. E. 14° 39' 16" (G), lat. 41° 58' 21", Fresagrandinaria (CH), Messiniano, quota s.l.m.: 222 m, svil.: 72 m, disl.: + 10 m.

Grotta dei Banditi di Furci, A 410, long. E. 14° 34' 08" (G), lat. 42° 00' 24", Furci (CH), Messiniano, quota s.l.m.: 375 m, svil.: 69 m, disl.: - 20 m.

Grotta del Crudele o Grotta dei Banditi, A 411, (la posizione non è ben determinata), Gissi, (CH), Messiniano, svil.: 20 m (circa).

Pozzetto di Gissi, A 412, (la posizione non è ben determinata), Gissi (CH), Messiniano, disl.: -10 m (circa).

Grotta I di Montorio al Vomano, A 621, long. E 13° 38' 41" (G), lat. 42° 34' 28", Montorio al Vomano (TE), Messiniano, quota s.l.m.: 300 m, svil.: 54 m, disl.: - 21 m.

Grotta San Mauro, A 622, long. E. 13° 38' 25" (G), lat. 42° 36' 15", Montorio al Vomano (TE), Messiniano, quota s.l.m.: 340 m, svil.: 50 m, disl.: + 6 m; - 2 m.

Grotta della Cava di Gesso, A 722, long. E. 14° 01' 34", lat. 42° 14' 23", Scafa (PE), Messiniano, quota s.l.m.: 258 m, svil.: 23 m, disl.: - 2 m.

Grotta Cusano I, A 723, long. E. 14° 01' 22", lat. 42° 14' 15", Abbatteggio (PE), Messiniano, quota s.l.m.: 242 m, svil.: 86 m, disl.: - 3 m.

Grotta Cusano II, A 724, long. E. 14° 01' 16", lat. 42° 15' 26", San Valentino in A.C. (PE), Messiniano, quota s.l.m.: 205 m, svil.: 104 m, disl.: + 4 m; - 3 m.

Grotta del Gufo, A 725, long. E. 14° 01' 16", lat. 42° 15' 29", San Valentino in A.C. (PE), Messiniano, quota s.l.m.: 205 m, svil.: 33 m, disl.: + 3 m.

Fessura Bianca, A 726, long. E. 14° 01' 16", lat. 42° 15' 28", San Valentino in A.C. (PE), Messiniano, quota s.l.m.: 205 m, svil.: 13 m, disl.: - 8 m.

Grotte della Regione Molise

Grotta di Colle Bianco, s.n.c., long. E. 14° 52' 58" (G), lat. 41° 53' 19", Guglionesi (CB), Messiniano, quota s.l.m.: 75 m, svil.: 243 m, disl.: - 5 m.

Pozzo del Colle Gessari I, s.n.c., long. E. 14° 53' 01" (G), lat. 41° 53' 23", Guglionesi (CB), Messiniano, quota s.l.m.: 90 m, svil.: 28 m, disl.: - 24 m

Pozzo Colle Gessari 2, s.n.c., long. 14° 53' 01" (G), lat. 41° 53' 21", Guglionesi (CB), Messiniano, quota s.l.m.: 85 m, svil.: 62 m, disl.: - 14 m.

Appendice

Dora Di Sabatino

Il *bacino della Laga* si è morfologicamente individuato durante il Miocene inferiore su un dominio di avanpaese e nel Messiniano basale assume i caratteri di una avanfossa.

In generale la successione dal basso verso l'alto, è la seguente:

1. Bisciario, Marna con Cerroigna, Marne a Pteropodi
2. Formazione della Laga
3. Marne del Vomano.

La Formazione della Laga rappresenta la sedimentazione torbiditica di avanfossa, suddividibile in tre membri principali, *preevaporitico*, *evaporitico* e *postevaporitico*.

Il membro "evaporitico" è caratterizzato dalla presenza di un orizzonte di gessareniti torbiditiche, intercalate nella parte inferiore dei depositi silicoclastici e presenta facies arenacee canalizzate, con spessori di 700 – 800

metri, nel settore settentrionale e più depresso, che passano sotto corrente, verso SSE, a litofacies non canalizzate di lobo, di frangia e di piana sottomarina.

Quest'ultimo ha caratteristiche simili a quelle della stessa unità del sub-bacino interno ma presenta spessori maggiori. Nella porzione settentrionale, da Foligno a Garrulo, affiorano le facies arenacee canalizzate e da Garrulo al F. Vezzosa, le facies non canalizzate a lobi spessi e molto spessi. Quindi a Teramo a Sud del Vomano il membro in questione è costituito da facies di lobo e di piana sottomarina, che diventano sempre più fini e distali ancora più a sud (zone limitrofe a Castelli). Più a sud il membro evaporitico viene sostituito dalla *Formazione Gessoso-solfifera*.

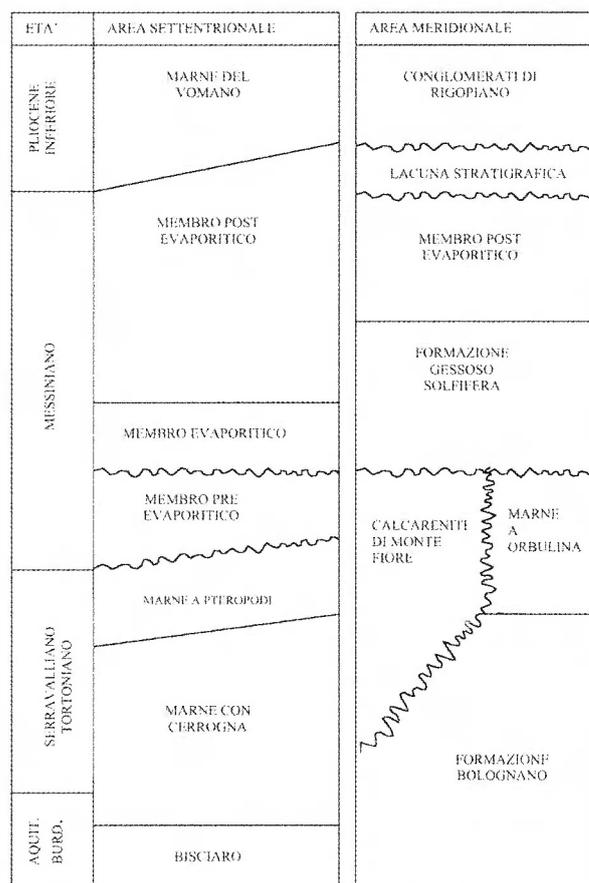


Figura modificata da CENTAMORE *et al.* (1991)

Bibliografia

- AGOSTINI S., ANTONUCCI A., BEVILACQUA E., 1983 - *Le grotte*. Notiziario Speleo Club Chieti, Chieti, p. 22.
- AGOSTINI S., FASCIANI M., ROSSI M.A., 1986 - *Il carsismo nei gessi altomiocenici di S. Valentino (Abruzzo)*. Atti Simp. Int. sul Carsismo nelle Evaporiti, Le Grotte d'Italia, (4), XII, 1984-1985, Bologna, pp. 25-32.
- BURRI E., 1986 - *Various aspects of the karstic phenomenon in the urbanised areas of Gissi and neighbouring areas (Southern Abruzzo – Italy)*. Atti Simp. Int. sul Carsismo nelle Evaporiti, Le Grotte d'Italia, (4), XII, 1984-1985, Bologna, pp. 143-160.
- BURRI E. et al., 1995 - *Carta delle Unità Morfocarsiche della Regione Abruzzo*. (a cura di Ezio Burri), SELCA, Firenze.
- CENTAMORE E., CANTALAMESSA G., MICARELLI A., POTETTI N., BERTI B., BIGI S., MORELLI C., RIDOLFI M., 1991 - *Stratigrafia ed analisi di facies dei depositi del Miocene e del Pliocene inferiore dell'avanfossa marchigiano-abruzzese e delle zone limitrofe*. Studi Geologici Camerti, vol. spec. 1991/2, CROP 11, Camerino, pp. 125-131.
- CUCCHI F., FORTI P., FINOCCHIARO F., 1998 - *Gypsum degradation in Italy with respect to climatic, textural and erosional conditions*. Geogr. Fis. e Dinam. Quat., Supp. III, t. 4, pp. 41-49.
- DI MARCANTONIO P., 1986 - *Analisi del fenomeno carsico nei gessi situati in prossimità di Montorio al Vomano*. Tesina Inedita, Università di Bologna, 36 pp.
- FINOTELLI F., 1985 - *Piedi freddi nei gessi d'Abruzzo*. Sottoterra, 70, Bologna, pp. 20-21.
- FORTI P., 1987 - *Le bolle di scollamento: una forma caratteristica dei gessi bolognesi non ancora sufficientemente nota*. Sottoterra, 77, Bologna, pp. 10-18.
- MARINELLI O., 1917 - *Fenomeni carsici nelle regioni gessose d'Italia*. Memorie Geografiche di G. Dainelli, 34, Firenze, pp. 41-43.
- MASCARUCCI M., DI MARCANTONIO P., PERENICH A., 1990 - *Note geologiche e speleogenetiche della Grotta del Colle Bianco in Guglionesi (CB)*. Notiziario Speleo Club Chieti, pp. 69-74.
- MASCIARELLI G., 1990 - *Le grotte nei gessi in Guglionesi*. Notiziario Speleo Club Chieti, pp. 63-68.
- NICOD J., 1992 - *Recherches nouvelles sur les karst des gypses et les evaporites associes*. Karstologia, 20, pp. 1-30.
- POLSONI A., 1909 - *Fenomeni di tipo carsico nelle formazioni gessose del Comune di Gissi (Abruzzo Citeriore)*. Tolmezzo, 11 pp.
- PULIDO BOSCH A., 1986 - *Le karst dans les gypses de Sorbas (Almeria): aspects morphologiques et hydrogeologiques*. Karstologia, pp. 27-35.

CAMPANIA

Natalino Russo¹

Riassunto

I gessi della Campania, affioranti nelle successioni sedimentarie messiniane dell'alta Irpinia, sono sede di sporadici fenomeni carsici, che hanno dato luogo a forme per lo più epigee: vaschette, microkarren, rillenkarrren, ecc. I rapporti geometrici con i terreni circostanti costituiscono il principale fattore (geomorfologico) limitante uno scorrimento idrico sufficiente a dare luogo ad una infiltrazione significativa. La carenza di forme ipogee sembra dovuta principalmente a ciò, oltre che all'esiguità degli spessori di gesso. Tuttavia è stato individuato qualche probabile accesso, ostruito da frana; in alcuni blocchi sono stati rinvenuti inoltre relitti di condotti carsici di limitate dimensioni. Ciò lascia intuire la presenza di un reticolo carsico ipogeo, seppur modesto, sul quale non si ha ad oggi alcun dato di natura speleologica.

Parole chiave: Campania, Irpinia, carsismo, gessi, Messiniano.

Abstract

Gypsum in Campania, outcropping in northern Irpinia Messinian sedimentary successions, are affected by sporadic karstic phenomena, that produced mainly epigeal forms: microkarren, rillenkarrren, etc. Geometric relationships between gypsum outcrops and surrounding terrains, determine (geomorphological factor) an insufficient water supply to generate a significant infiltration. The shortage of underground forms seems to be related mainly to this find and to the limited thickness of the gypsum outcrops. Anyway, some probable entrance, blocked by slides, has been located; relics of small karstic conduits have been found in some blocks. This find is the evidence of an underground karstic drainage network, speleologically still unknown.

Key words: Campania, Irpinia, gypsum karst, Messinian.

Inquadramento geografico e geologico

L'estensione degli affioramenti di gesso in Campania è assai modesta, essendo limitata ad alcune aree dell'Irpinia settentrionale, tra il Sannio e la Daunia. In letteratura sono segnalati affioramenti in tre zone: tra gli abitati di Scampitella ed Ariano Irpino, tra il T.

Fiumarella e il T. Cervaro; tra Altavilla Irpina e Tufo, nella valle del F. Sabato; nei pressi di Cairano, in sinistra orografica del F. Ofanto. L'ubicazione di dette aree è indicata in fig. 1.

Geologicamente e paleogeograficamente, i gessi campani sono ascrivibili ad un unico contesto, identificabile con la crisi di salinità messiniana così come ampiamente illustrato

¹ - Dipartimento di Scienze e Tecnologie per l'Ambiente e il Territorio - Università degli Studi del Molise e-mail: natrusso@tin.it

in letteratura (BASSO *et al.*, 1996; 2000; 2001; DI NOCERA *et al.*, 1981; 2000; MATANO, 2002; PESCATORE *et al.*, 1996).

Esistono in Campania altre evaporiti, come i calcari evaporitici (ad es. quelli dell'area salernitana, descritti da ORTOLANI *et al.*, 1979) e le evaporiti grigio giallastre associate alla termonatrite $[Na_2CO_3 \cdot H_2O]$ presenti in sporadici depositi superficiali del Monte Somma (Vesuvio). Tuttavia in questi depositi non sono note evidenze di carsificazione.

I gessi messiniani

Come premesso, i gessi della Campania sono ascrivibili al Messiniano e ai noti eventi che hanno caratterizzato questo periodo in tutto il Mediterraneo. In Irpinia affiorano in maniera discontinua diverse successioni evaporitiche e clastiche del Messiniano superiore, caratterizzate in genere da spessori limitati e da rapporti stratigrafici articolati e poco chiari con le falde alloctone. A questo proposito la

letteratura non fornisce ricostruzioni univoche. Ad ogni modo, nello stadio evaporitico della sequenza deposizionale si riconoscono due successioni: la prima, di ambiente da sopratidale a subtidale, costituita dalle Evaporiti di M. Castello (Formazione Gessoso-solfifera); la seconda, di ambiente più distale, costituita prevalentemente dalle argilliti con gessi di Mezzana di Forte. Questo stadio costituisce il primo ciclo evaporitico (evaporiti inferiori *Auct.*), ascrivibile alla parte bassa del Messiniano superiore. Queste formazioni poggiano in continuità di sedimentazione su sequenze pre-evaporitiche (diatomiti, sequenze pelitico-calcaree) riferibili al Tortonian medio-superiore - Messiniano inferiore.

Le facies evaporitiche e continentali clastiche sembrano disturbare la normale transizione dai depositi calcarei e pelitici (*pelitic shal*) ad una facies bacinale, riferibile a condizioni cratoniche, e a facies gravitative terrigene silicoclastiche. Nelle aree prese in conside-



Fig. 1 - Ubicazione degli affioramenti gessosi in Campania (Irpinia settentrionale)
Location sketch of gypsum outcrops in Campania (northern Irpinia).

razione, la successione stratigrafica (Flysch di Faeto, Marne di Toppo Capuano e Molasse di Anzano) è interrotta dalle sequenze diatomitica pre-evaporitica, gessosa, clastica post-evaporitica (evaporiti di Monte Castello, Unità del T. Fiumarella), la cui deposizione è controllata dalla crisi di salinità messiniana (BASSO *et al.*, 2001).

Le masse gessose irpine riposano, quasi sempre in discordanza, su terreni differenti per natura (prevalentemente argillosa) ed età; il fatto che esse vi appaiano inglobate sembrerebbe indicare che si trovino in quella posizione a guisa di "olistoliti" (HIEKE MERLIN *et al.*, 1971). Si tratta quasi sempre di gessi macrocristallini, localmente impregnati di idrocarburi, con uno scarso valore industriale (HIEKE MERLIN *et al.*, 1971; BERGOMI *et al.*, 1975) e di cui ben poco rimane in affioramento. I gessi affioranti nell'area di Cairano sono invece prevalentemente microcristallini e a tratti di aspetto farinoso, con potenze che non superano i 10 m. Gli affioramenti macrocristallini dell'area di Scampitella - Ariano

Irpino sono tuttora oggetto di attività estrattiva, mentre quelli dell'area di Altavilla Irpina - Tufo lo sono stati in passato, così come dimostrano le innumerevoli gallerie di miniera abbandonate.

Ricerche speleologiche nei gessi della Campania

La limitata estensione degli affioramenti gessosi campani ed i rapporti geometrici con le formazioni geologiche circostanti costituiscono fattori limitanti la carsificazione profonda. In passato il Gruppo Speleologico del Matese (RUSSO, 1999) ha effettuato sopralluoghi nell'area compresa tra Scampitella, Zungoli ed Ariano Irpino, nonché nell'area di Tufo, non rinvenendo alcuna cavità ipogea se non qualche probabile ingresso occluso da crolli e comunque di ridotte dimensioni (fig. 2b). Tuttavia queste osservazioni rivelano la presenza di una carsificazione profonda, che a tutt'oggi risulta non studiata.



Fig. 2 - a) Doline da dissoluzione alla sommità dei rilievi gessosi, la freccia indica un probabile ingresso. b) Un probabile accesso (ostruito) ad una cavità carsica ipogea. Sullo sfondo una cava attiva per l'estrazione del gesso.
a) Solution dolines at the top of gypsum reliefs, the arrow indicates a probable entrance. b) A putative (blocked) entrance to an underground karstic cave. In the back an active gypsum quarry.

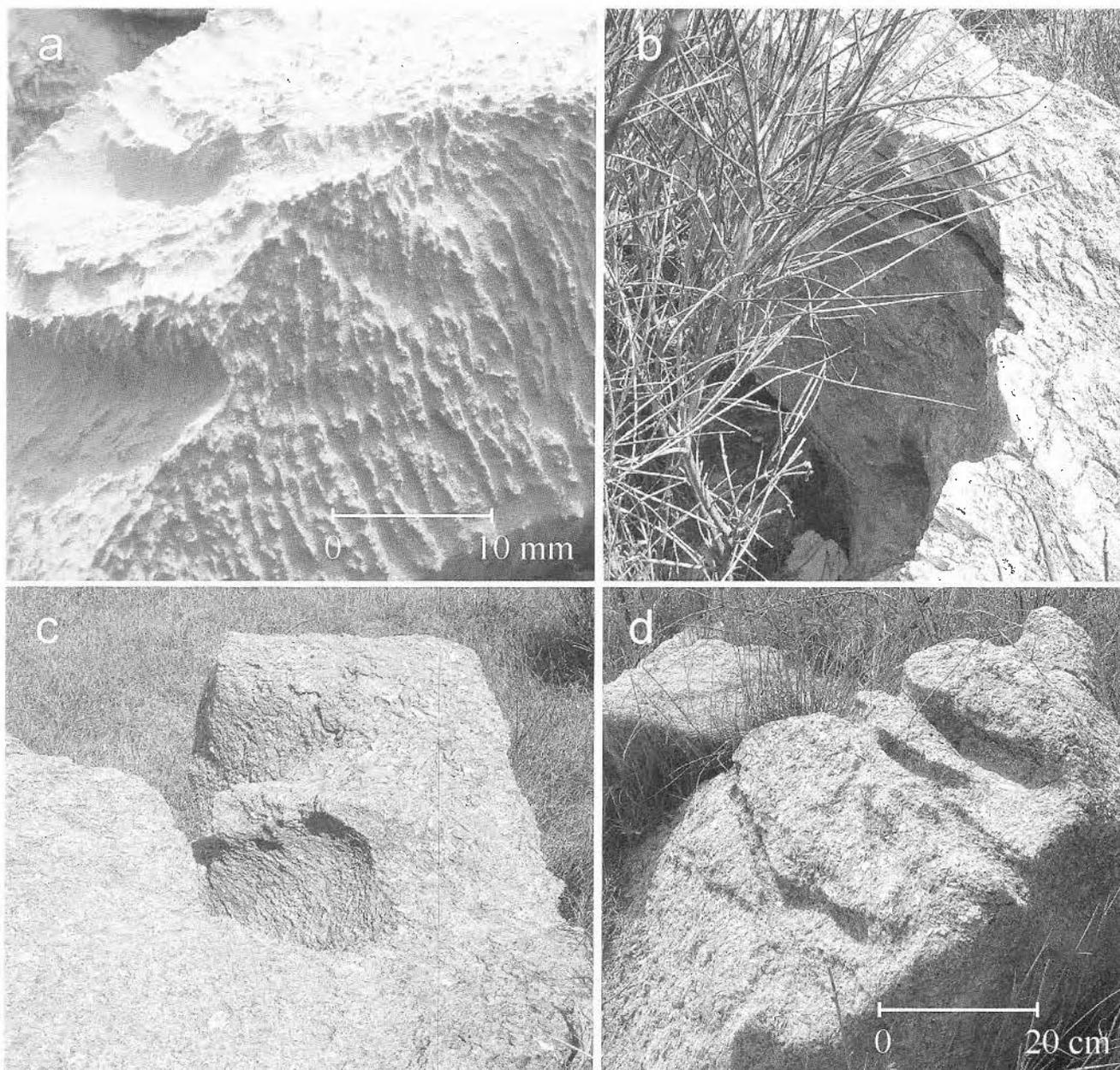


Fig. 3 - Forme da dissoluzione in blocchi isolati di gesso dell'Irpinia settentrionale. In *b* e *c* relitti di probabili condotti carsici. Le figure *b*, *c* e *d* usano la medesima scala grafica.

Solution forms in isolated gypsum blocks of northern Irpinia. In b and c are represented relics of probable karstic tubes. The figures b, c and d use the same graphic scale.

Allo stato attuale delle ricerche essa si può soltanto intuire. Al fondo di alcune delle citate doline sono stati rinvenuti, infatti, probabili accessi a cavità carsiche. Si tratta di ingressi angusti e occlusi da crolli. La presenza di muschi e di una circolazione d'aria, seppur limitata, lascia intuire l'esistenza di ambienti sotterranei. Blocchi isolati, probabilmente rimaneggiati dall'attività estrattiva, conservano segmenti di condotti carsici (figg. 3b e c); seppure di sezione inferiore al metro, tali condotti testimonierebbero comunque la presen-

za di un carsismo sotterraneo. Al fine di ottenere informazioni sulla presenza di cavità di qualunque dimensione eventualmente intercettate dai tagli di cava, sono state condotte interviste ai cavatori, che però non hanno fornito alcuna informazione utile (RUSSO, 1999).

In conclusione si ritiene che il carsismo nei gessi campani non abbia prodotto significative forme ipogee anche per ragioni di natura geomorfologica. Gli affioramenti, di limitato spessore, sono infatti posti quasi sempre alla



Fig. 4 - Il contesto paesaggistico in cui affiorano i gessi messiniani in Campania.
The landscape context in which Messinian gypsum crops out in Campania.

sommità dei rilievi, di cui costituiscono l'ossatura (fig. 4). Inoltre i livelli di gesso sono quasi del tutto inglobati in terreni argillosi, la cui bassa permeabilità impedisce alle acque di deflusso di raggiungere in misura efficace il gesso. Ciò contribuirebbe ad evitare che i gessi siano sede di falde significative. Di conseguenza l'apporto idrico che raggiunge i gessi sarebbe limitato alle sole acque di precipitazione diretta, peraltro scarse, considerato il regime pluviometrico dell'area. Infine lo spessore limitato dei livelli gessosi rende improbabile il contenimento e la conservazione di forme ipogee di rilievo.

In quanto alla carsificazione epigea, i gessi studiati presentano macro- e microforme tipiche del fenomeno carsico (fig. 3). Le doline sono piuttosto rare, essendo limitate ai casi in cui il quadro di fratturazione ha predisposto la roccia all'infiltrazione e al conseguente attacco chimico da parte delle acque meteoriche. In qualche caso si osservano doline di dimensioni metriche (fig. 2a), per lo più allineate NW-SE.

Più abbondanti ed evidenti sono invece le microforme, rappresentate da vaschette e karren di diversa tipologia, sviluppatasi generalmente lungo i piani di discontinuità. Del resto tali forme possono essere prodotte anche in tempi di esposizione molto limitati (decine di anni), come testimoniano le microforme sui frammenti gessosi lasciati nei cumuli di lavorazione in cave abbandonate da meno di un decennio (fig. 3a).

Conservazione e valorizzazione degli affioramenti gessosi

Gli affioramenti cui questa nota si riferisce sono stati oggetto, soprattutto in passato, di una intensa attività estrattiva. Se da un lato i tagli di cava hanno consentito buona parte delle ricerche geologiche in merito, dall'altro l'attività estrattiva, ancora in corso, ha determinato modificazioni significative nel paesaggio di questo settore dell'Irpinia.

Seppure quantitativamente poco rappresen-

tati, gli affioramenti di gesso della Campania hanno un grande valore geologico e paleoambientale, in quanto testimoniano la continuità di questo settore della penisola con le aree (Appennino Tosco-Emiliano, Calabria, Sicilia) in cui la crisi di salinità messiniana ha prodotto i maggiori spessori di gesso.

In quanto all'attività estrattiva, si ritiene di dover citare qui l'estrazione di zolfo nell'area di Tufo - Altavilla Irpina, che ha segnato la vita sociale degli ultimi due secoli di questo settore della valle del F. Sabato. L'importanza del fenomeno è testimoniata dalla presenza di numerose cavità artificiali (gallerie di scavo, miniere), alcune delle quali profonde anche diverse centinaia di metri. Esse meriterebbero una maggiore attenzione in quanto emergenze di carattere archeologico-industriale.

La riabilitazione di qualche tratto di galleria e la sua fruibilità turistico-didattica costituirebbe un importante anello di congiunzione tra i processi naturali che hanno prodotto tali depositi e il loro utilizzo antropico.

Ringraziamenti

L'autore è grato ad Antonio Santo per la disponibilità e per gli indispensabili suggerimenti, e a Fabio Matano per le indicazioni bibliografiche. Alcune osservazioni di carattere speleologico citate nel presente lavoro sono il risultato di prospezioni effettuate insieme al Gruppo Speleologico del Matese.

Bibliografia

- BASSO C., DI NOCERA S., ESPOSITO P., MATANO F., RUSSO B., TORRE M., 2001 - *Stratigrafia delle successioni sedimentarie evaporitiche e post-evaporitiche del Messiniano superiore in Irpinia settentrionale (Appennino meridionale, Italia)*. Boll. Soc. Geol. It., 120 (2001), pp. 211-231.
- BASSO C., DI NOCERA S., ESPOSITO P., MATANO F., RUSSO B., TORRE M., 2000 - *Stratigraphy of the Upper Messinian evaporitic and post-evaporitic sedimentary successions in Northern Irpinia (Southern Apennines, Italy)*. Soc. Geol. It., 80^a Riunione Estiva, Trieste, 6-8 settembre 2000.
- BASSO C., DI NOCERA S., MATANO F., TORRE M., 1996 - *Successioni sedimentarie del Messiniano superiore e del Pliocene inferiore-medio in Irpinia settentrionale*. Boll. Soc. Geol. It. 115, pp. 701-715.
- BERGOMI C., MANFREDINI M., MARTELLI G., 1975 - *Note illustrative alla carta geologica d'Italia, Foglio 173, Benevento*. Serv. Geol. d'Italia. Spoleto, 1975.
- DI NOCERA S., MATANO F., TORRE M., 2000 - *Le unità sannitiche Auct. (Appennino centro-meridionale): rassegna delle correnti interpretazioni stratigrafiche e paleogeografiche e nuova ipotesi interpretativa con l'introduzione dell'unità di Frigento*. Studi Geol. Camerti, nuova serie, 1/2000.
- DI NOCERA S., ORTOLANI F., TORRE M., RUSSO B., 1981 - *Evoluzione sedimentaria e cenni di paleogeografia del Tortoniano-Messiniano dell'Irpinia occidentale*. Boll. Soc. Natur. Napoli, 90, pp. 131-166.
- HIEKE MERLIN O., LA VOLPE L., NAPPI G., PICCARRETA G., REDINI R., SANTAGATA G., 1971 - *Note illustrative alla carta geologica d'Italia, Foglio 186, Sant'Angelo de' Lombardi, e Foglio 187, Melfi*. Serv. Geol. d'Italia. Roma, 1971.
- MATANO F., 2002 - *Le Molasse di Anzano nell'evoluzione tettono-sedimentaria messiniana del margine occidentale della microzolla apula nel settore irpino-dauno dell'orogene sud-appenninico*. Mem. Soc. Geol. It., 57, pp. 209-220.
- ORTOLANI F., TORRE M., RUSSO B., DI NOCERA S., 1979 - *Depositi altomiocenici del bordo settentrionale della Piana del Sele (Campania)*. Boll. Soc. Geol. It., 98, pp. 3-14.
- PESCATORE T., RUSSO B., SENATORE M.R., CIAMPO G., ESPOSITO P., PINTO F., STAITI D., 1996 - *La successione messiniana della valle del T. Cervaro (Appennino dauno, Italia meridionale)*. Boll. Soc. Geol. It., 115, pp. 369-378.
- RUSSO N., 1999 - *Ricognizione speleologica nei gessi messiniani dell'Alta Irpinia (Campania)*. Appunti. Gruppo Speleologico del Matese. Inedito.

PUGLIA

Gianluca Selleri ¹, Giuseppe Mastronuzzi ²

Riassunto

Il Gargano, le Murge ed il Salento sono caratterizzati da un paesaggio carsico policiclico, modellato sulle rocce carbonatiche mesozoiche, mioceniche e plio-pleistoceniche durante periodi di continentalità, più o meno lunghi, succedutisi dal Cretaceo fino all'attuale.

In Puglia, tuttavia, esistono anche affioramenti poco estesi di rocce evaporitiche. Presso Marina di Lesina (Foggia) - a NW del Gargano lungo la costa adriatica - affiorano le Anidriti di Burano di età triassica. Qui le forme carsiche più importanti sono connesse agli sprofondamenti (*sinkholes* attivi) verificatisi a partire dal 1993 nell'area urbanizzata di Marina di Lesina; le depressioni risultanti hanno diametro sino ad una decina di metri e profondità di un paio di metri e rappresentano un fattore di pericolosità e di rischio per l'insediamento turistico. Sono presenti anche forme legate a carsismo sotto copertura. Al confine con la Campania piccoli affioramenti di gessi miocenici, appartenenti all'Unità gessoso-solfifera, sono alla sommità di rilievi nell'area di Monte Gessara (Foggia), intorno ai 1000 m di quota. In letteratura scientifica a questi ultimi affioramenti è stata prestata scarsa attenzione dal punto di vista della dinamica carsica di dettaglio sia per la loro limitata estensione che per l'assenza di forme rilevanti. Pur presentando una grande varietà di forme superficiali a piccola scala, essi sono stati oggetto esclusivamente di studi di carattere geologico-stratigrafico.

Parole chiave: Anidriti di Burano, doline da collasso, carsismo sotto copertura, pericolosità e rischio carsico; Unità gessoso-solfifera, Appennini, Daunia.

Abstract

The Mount Gargano, the Murge Plateau and the Salento Peninsula are characterised by a polycyclical karst shaped on Mesozoic and Cenozoic carbonate units, result of solution process led by climatic change and by structure. Small outcrops of evaporitic rocks are also present in the northern part of Apulia. Along the Adriatic coast, northwestern to the Gargano mount, in Marina di Lesina locality (Foggia) they are represented by a little area of gypsum of Triassic age, named Anidriti di Burano. The landforms are represented by covered karst and by active sinkholes with diameter up to ten meters and about two meters deep. These last ones play an important role in the geomorphological risk and hazard assessment respect to the value represented by touristic-urbanised area of the village of Marina di Lesina. In Daunia, around Monte Gessara (Foggia) along Apennine Chain, at the frontier with Campania, small discontinuous outcrops of gypsum of Unità gessoso-solfifera (Miocene) are at the top of mountains at about 1000 m a.s.l.. Due to their limited surface and thickness, in these areas few studies have been performed on microkarst and on karst evolution; on the contrary they have been extensively investigated by geological and stratigraphic point of view.

Key-words: Anidriti di Burano, sinkhole, cryptokarst, karstic risk and hazard, Lesina; Unità gessoso-solfifera, Apennine Chain, Daunia.

1 - Dottorato in Geomorfologia e Dinamica Ambientale, Dip. Geologia e Geofisica, Campus Universitario, Via Orabona 4 - 70125 Bari

2 - Dipartimento di Geologia e Geofisica, Campus Universitario, Via Orabona 4 - 70125 Bari - mail: g.mastrozz@geo.uniba.it

Inquadramento geografico e geologico

Il territorio pugliese, nel contesto geodinamico del Bacino mediterraneo, è un ampio tratto dell'avampaese appennico-dinarico e dei contigui domini di avanfossa e catena (fig. 1).

Il Gargano, le Murge e buona parte del Salento rappresentano le aree affioranti del dominio di avampaese. Esso è costituito da una potente successione carbonatica di piattaforma-bacino di età giurassico-cretacea che poggia su depositi evaporitici epicontinentali di età supratriassica, le Anidriti di Burano (MARTINIS E PIERI, 1964), affioranti con rocce ignee ultramafiche a Punta delle Pietre Nere,

nei pressi di Marina di Lesina (Foggia). La successione supratriassica è sovrapposta ad una potente coltre terrigena in facies fluviale e deltizia di età permiana che poggia su una crosta continentale appartenente originariamente al tratto settentrionale della "zolla africana".

Sulle unità giurassico-cretaciche poggiano estese ma discontinue coperture prevalentemente carbonatiche e carbonatico-marnose riferibili a diversi cicli sedimentari di età estesa dal Paleogene al Pleistocene medio-superiore (CIARANFI *et al.*, 1992). Il dominio di catena corrisponde con il settore dei Monti della Daunia; esso è costituito da diverse unità stratigrafiche. I terreni più antichi sono rappre-

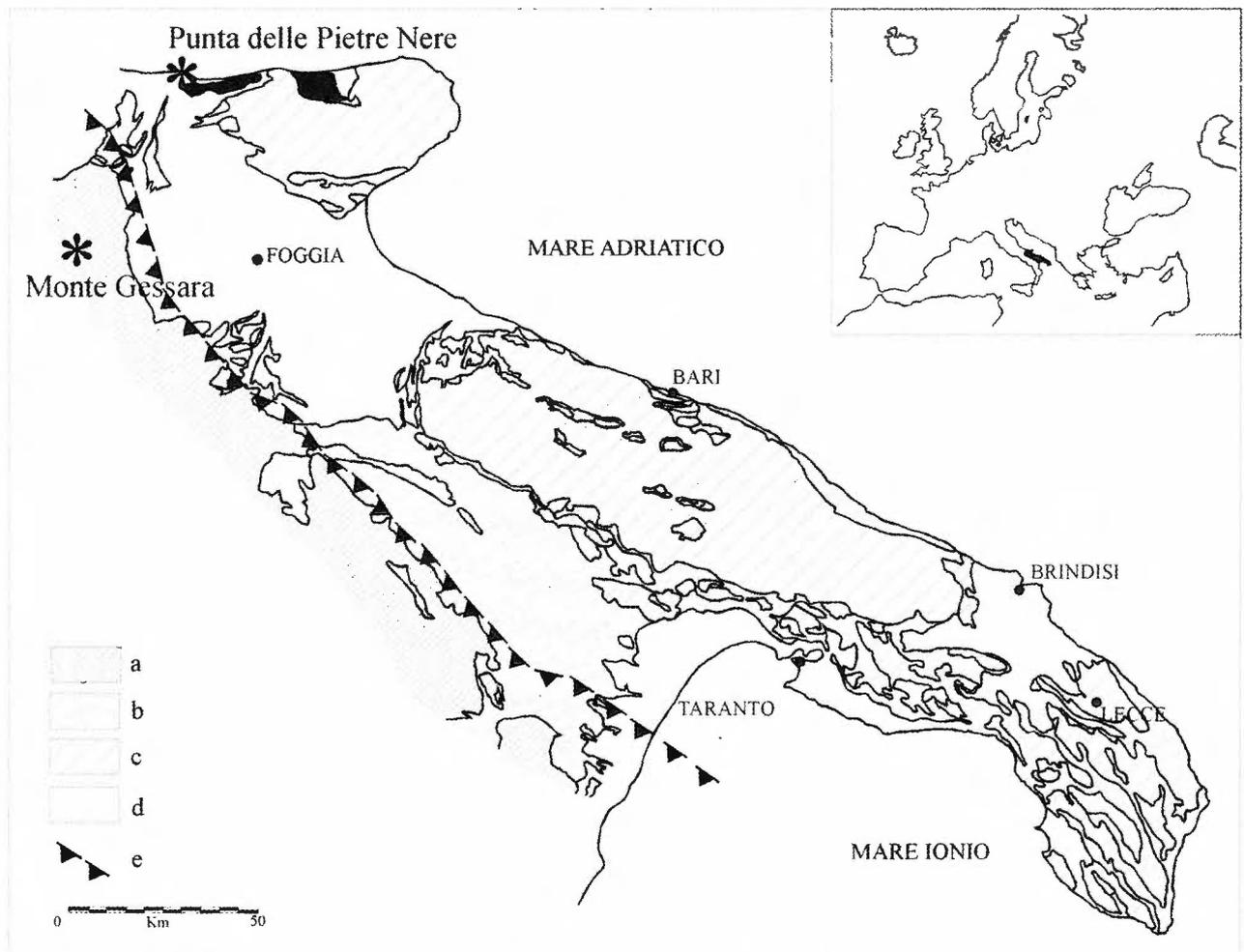


Fig. 1 – Schema geologico della Puglia ed ubicazione geografica delle aree di affioramento di evaporiti. a: Unità della catena appenninica; b: Unità dell'Avanfossa; c: Unità carbonatiche dell'Avampaese; d: coperture plio-pleistoceniche ed oloceniche; e: limite esterno della falda appenninica.

Schematic geological map of Apulia and geographical position of evaporitic unit outcrops. a: Units of Apennine Chain; b: Units of Bradanic Foredeep; c: Units of Apulian Foreland; d: Plio-pleistocene and Holocene cover units; e: border of Apennine folds.

sentati in prevalenza da arenarie argillose e calcareniti di età oligo-miocenica ed hanno una tipica giacitura di accavallamento tettonico. Nella serie ricostruita sono presenti anche lenti di evaporiti originariamente poco estese (IACOBACCI E MARTELLI, 1967). In affioramento esse sono rappresentate anche da gessi micro e macrocristallini messiniani affioranti soprattutto lungo il confine tra Puglia e Campania, nei pressi di Monte Gessara (provincia di Foggia) e presso Monte Ferrara e il centro abitato di Scampitella in provincia di Avellino. I terreni più recenti, prevalentemente argilloso-sabbiosi, poggiano in discordanza sulle unità oligo-mioceniche e sono riferiti al Pliocene.

L'avanfossa corrisponde al Tavoliere ed alla parte nord orientale della Fossa bradanica; in questo settore affiorano terreni con assetto tabulare, per lo più argilloso-sabbiosi, di età pleistocenica ed olocenica. Nei depositi lagunari tardo olocenici della piana costiera sono presenti precipitazioni gessose tipo *rosa del deserto* (BOENZI *et al.*, 2001).

La evoluzione tettonico-stratigrafica della regione comincia nel Paleozoico superiore in seguito al rifting continentale che porta alla individuazione del margine continentale settentrionale della zolla africana ed alla sedimentazione della potente successione carbonatica mesozoica. Successivamente, tra la fine del Mesozoico e l'inizio del Cenozoico, questo settore è coinvolto nella collisione con la Zolla eurasiatica e, tra il Cenozoico e l'inizio del Neozoico, nella orogenesi appenninico-dinamica. Quest'ultimo evento è responsabile, in conseguenza dell'avanzamento convergente delle coltri appenniniche ed ellenico-dinariche, del progressivo inarcamento per flessione dell'avampaese pugliese che ha assunto una struttura a pilastro tettonico. Gli eventi tettonici più recenti sono connessi al sollevamento polifasato della regione, correlabile probabilmente con un meccanismo di ritorno elastico della litosfera deformata (DOGLIONI *et al.*, 1994).

Storia delle esplorazioni e delle ricerche

Il paesaggio carsico pugliese ha attirato l'attenzione dei ricercatori fin dal 1800; infatti, già in quegli anni furono effettuate alcune esplorazioni in grotta e furono condotti studi paleontologici e paleontologici in diverse cavità della fascia costiera del Salento (p.e. BOTTI, 1871). Successivamente, grazie all'impegno profuso da generazioni di speleologi furono compiute numerose e feconde scoperte di nuove cavità sulle Murge, sul Gargano e nel Salento e, grazie all'opera e alla personalità di uomini come Franco Anelli e Pietro Parenzan, videro la luce numerosi articoli scientifici (p.e. ANELLI, 1938; PARENZAN, 1957; 1979). Negli ultimi decenni le ricerche condotte sull'ambiente carsico pugliese si sono moltiplicate e sono stati effettuati studi di carattere geomorfologico (p.e. SAURO, 1991), geologico-tecnico (p.e. MELIDORO & PANARO, 2000), geofisico (p.e. CANZIANI *et al.*, 1989), mineralogico (p.e. BALENZANO *et al.*, 1975), idrogeologico (p.e. GRASSI, 1974); inoltre, sono stati pubblicati anche alcuni lavori di sintesi (p.e. GRASSI *et al.*, 1982; PALMENTOLA, 2002).

Scarsa attenzione è stata data agli affioramenti di rocce evaporitiche; sia per la loro limitata estensione che per l'assenza di forme carsiche rilevanti, questi affioramenti sono stati oggetto esclusivamente di studi di carattere geologico-stratigrafico (VIOLA & DI STEFANO, 1893; COTECCHIA & CANITANO, 1954; MARTINIS & PIERI, 1964; DAZZARO & RAPISARDI, 1983; DAZZARO *et al.*, 1988; POSENATO *et al.*, 1994; BIGAZZI *et al.*, 1996). Solo in questi ultimi anni i ricercatori hanno affrontato le problematiche relative ai fenomeni carsici che interessano questi limitati affioramenti; infatti, numerosi ed improvvisi sprofondamenti hanno prodotto danni alle strutture turistico – insediative realizzate sulle aree di affioramento dei gessi triassici di Punta delle Pietre Nere presso Marina di Lesina (MELIDORO & PANARO, 2000).

Il paesaggio

Il Gargano, le Murge ed il Salento sono caratterizzati da un paesaggio carsico policiclico, che offre una grande varietà di forme. Esso è stato modellato sulle rocce carbonatiche mesozoiche, mioceniche e plio-pleistoceniche durante periodi di continentalità, più o meno lunghi, succedutisi dal Cretaceo fino all'attuale. Le unità carbonatiche sono state interessate, in contesti climatici differenti, da distinte fasi di carsificazione che hanno modellato delle superfici aventi caratteri morfologici ben definiti. Localmente, nei settori più esterni, le superfici carsificate più antiche sono state fossilizzate durante le fasi di trasgressione marina e hanno subito riesumazioni durante le fasi regressive. Le superfici carsificate più antiche modellate sui calcari mesozoici sono visibili



Fig. 2 – Struttura a bande delle Anidriti di Burano di Marina di Lesina.
A view of the structure of the Anidriti di Burano in Marina di Lesina locality.

sul Gargano, sulle Murge ed in parte nel Salento e, pur presentando caratteri morfologici dissimili nei tre settori, conservano le tracce evidenti di un modellamento carsico di tipo tropicale (PALMENTOLA, 2002).

Le rocce evaporitiche triassiche e mioceniche non contribuiscono, se non localmente, a definire la fisiografia di questo paesaggio.

Le aree carsiche

Affioramento di Punta delle Pietre Nere e Marina di Lesina: Sinkholes attivi nei gessi triassici

Le evaporiti triassiche che affiorano, a Marina di Lesina nei pressi di Punta delle Pietre Nere a NW del Lago di Lesina e lungo il Canale d'Acquarotta, emissario artificiale del lago, sono costituite da gessi e sono in associazione con rocce carbonatiche triassiche e rocce ignee ultramafiche paleogeniche (BIGAZZI *et al.*, 1996).

I gessi macroscopicamente si presentano di colore variabile dal grigio al nero (fig. 2), hanno una struttura fanerocristallina e criptocristallina ma è citata anche la presenza di grossi cristalli con geminazione a ferro di lancia (COTECCHIA & CANITANO, 1954). La giacitura è caotica; a luoghi è visibile la stratificazione sinsedimentaria, la cui giacitura originaria è stata modificata dalla tettonica (fig. 3). Molto diffusa è una struttura fluidale o zonata a bande di potenza centimetrica o millimetrica e di colore variabile dal bianco al nero. I gessi contengono piccoli cristalli di dolomite e sono presenti interstratificazioni argillose e bituminose. Lungo le scarpate del canale d'Acquarotta sono visibili anche vene di gesso bianco criptocristallino secondario, subverticali o inclinate, che attraversano l'ammasso roccioso.

I gessi contengono frammenti di dimensioni variabili di calcari scuri marnosi, che frequentemente sono sottilmente stratificati, e di rocce ignee simili nel complesso ai corpi affio-



Fig. 3 - Un aspetto dell'affioramento dei gessi lungo il Canale d'Acquarotta

An aspect of the gypsum outcrop along the Canale d'Acquarotta.

ranti a Punta delle Pietre Nere. I frammenti calcarei di dimensioni metriche sono profondamente alterati anche se possono conservare una sottile stratificazione. Lungo la trincea del canale d'Acquarotta, ancora, affiorano sacche di dimensioni metriche di lutiti nerastre contenenti frammenti decimetrici subarrotondati ed alterati, con giacitura caotica, di calcare scuro, di gesso e, subordinatamente, frammenti di rocce ignee tenaci. Le lutiti possono contenere anche lenti poco estese e sottili di argille nerastre o ocracee molto plastiche. Corpi con caratteristiche simili sono stati incontrati in sondaggio, fino a profondità superiori a 20 - 30 metri, nell'area immediatamente a W del canale (MELIDORO & PANARO, 2000).

I gessi sono ricoperti da sabbie fini giallastre costiere, medio e tardo oloceniche, connesse alle fasi di crescita della Piana costiera del Fortore e del Cordone di Lesina (MASTRONUZZI E SANSÒ, 2002). Esse sono frequentemente rimaneggiate e frammiste a clasti e laterizi; possono essere presenti anche sabbie e limi fluvio-lacustri con ghiaie ad elementi di dimensioni centimetriche e valve di lamelli-branchi non fossilizzate (MELIDORO & PANARO, 2000).

Le evaporiti di Punta delle Pietre Nere sono state riferite da MARTINIS & PIERI (1964) alle Anidriti di Burano rappresentate da una successione di anidriti e dolomie e subordinata-

mente salgemma. Questo complesso è stato incontrato in numerose perforazioni profonde eseguite sia nell'entroterra pugliese (pozzo Foresta Umbra 1, pozzo Gargano 1, pozzo Puglia 1) che lungo il margine della piattaforma apula nel Mare Adriatico (DE DOMINICIS E MAZZOLDI, 1987).

Secondo COTECCHIA & CANITANO (1954), MARTINIS & PIERI (1964), AMENDOLAGINE *et al.* (1964) e FINETTI *et al.* (1987) i gessi si sarebbero messi in posto per risalita diapirica lungo una zona di faglia ed avrebbero rastrellato i calcari triassici e le rocce ignee. BONI *et al.* (1969) e BIGAZZI *et al.* (1996) invece ritengono poco plausibile questa ipotesi. Secondo GUERRICCHIO (1983) e ORTOLANI & PAGLIUCA (1987) la risalita sarebbe direttamente connessa alla tettonica. Infine DE DOMINICIS & MAZZOLDI (1987) ipotizzano un meccanismo misto per diapirismo e fagliamento; quest'ultima ipotesi sarebbe confortata dalle prospezioni geofisiche e dalle perforazioni profonde effettuate nell'off-shore pugliese che hanno evidenziato la presenza di imponenti strutture di tettonica salina.

Le forme superficiali

Attualmente i gessi di Punta delle Pietre Nere affiorano in corrispondenza di alcuni tagli artificiali praticati in località Marina di Lesina dove è possibile osservare sulle superfici di strato esposte delle piccole forme di dissoluzione tipo microrills e forme di dissoluzione selettiva a scala millimetrica; a tal proposito va ricordato che per quest'area è stata misurata un'altezza di microerosione media di 0,53 mm in 22 mesi, corrispondente a 2,66 mm per 1000 mm di precipitazione (FORTI, com. pers. in MELIDORO & PANARO, 2000).

Lungo le sponde del canale d'Acquarotta sono visibili in sezione alcune concavità del bedrock a sviluppo prevalentemente verticale di dimensioni metriche, riempite dalle sabbie di copertura; le pareti di queste forme hanno numerose irregolarità (tasche, mammelloni,

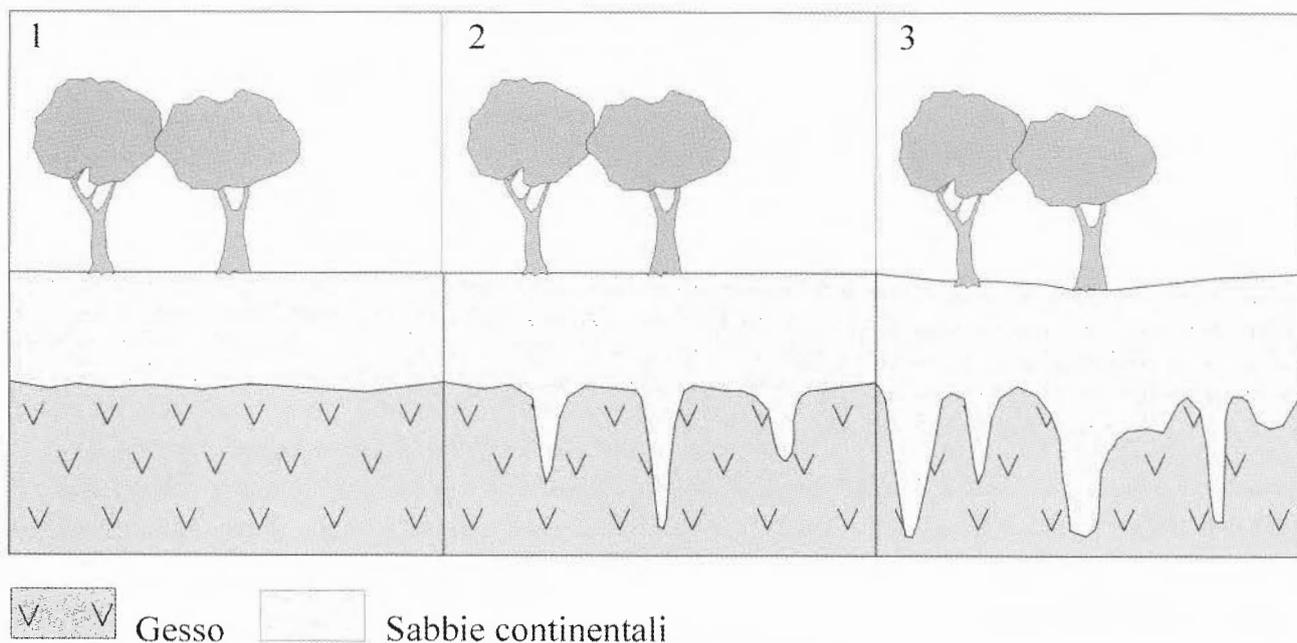


Fig. 4 – Schema evolutivo di carsismo sotto copertura presso Marina di Lesina.
Sketch of Marina di Lesina covered karst evolution.

sporgenze) di dimensioni decimetriche e centimetriche e di forma arrotondata. I tagli artificiali inoltre hanno messo in evidenza la presenza di diverse cavità pseudocilindriche, a sviluppo verticale, con diametro dell'ordine del decimetro e lunghezza metrica, attualmente riempite almeno nella parte più alta

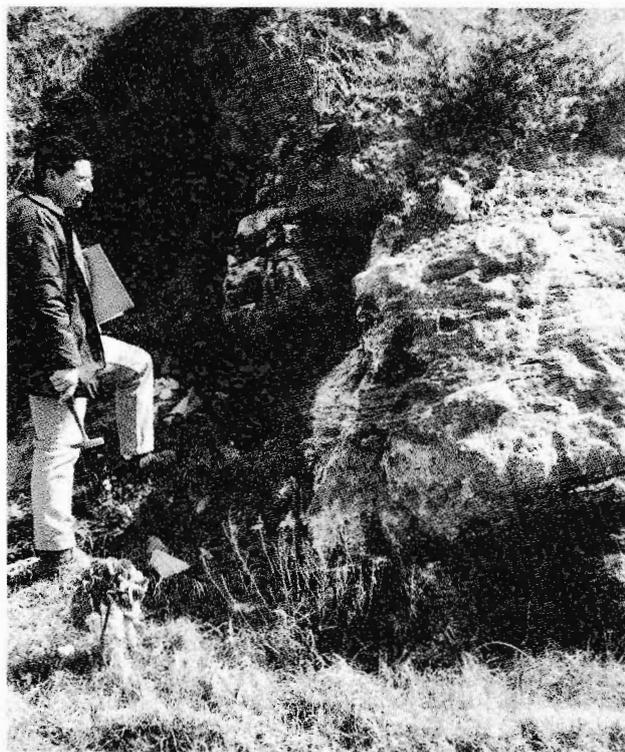


Fig. 5 – Forme di dissoluzione sotto copertura nei gessi di Marina di Lesina.
Covered dissolution forms in the gypsum of Marina di Lesina.

dalle sabbie di copertura (figg. 4 e 5). Questi caratteri potrebbero essere messi in relazione con una probabile genesi o evoluzione sotto copertura di queste forme.

Le forme più imponenti tuttavia sono connesse agli sprofondamenti verificatisi dal 1993 nei settori prossimali al canale d'Acquarotta. Le depressioni risultanti possono avere diametro di diversi metri e profondità di un paio di metri (figg. 6 e 7). Secondo MELIDORO & PANARO (2000) i fenomeni di sinkhole activity sarebbero connessi direttamente alla apertura nei gessi triassici del canale d'Acquarotta, emissario del Lago di Lesina. Questa opera, realizzata tra il 1927 ed il 1929 nell'ambito degli interventi per la bonifica del lago, avrebbe tagliato uno sbarramento naturale impermeabile ed avrebbe modificato il flusso delle acque sotterranee, favorendo il deflusso delle stesse verso il canale. Questo fenomeno ha reso i gessi più vulnerabili alla dissoluzione ed ha favorito l'allontanamento dei materiali fini che riempiono le cavità dell'ammasso roccioso; gli sprofondamenti, quindi, si verificherebbero per il crollo della volta di cavità carsiche sottostanti e più frequentemente per il rifluimento di materiali fini di copertura all'interno delle cavità.

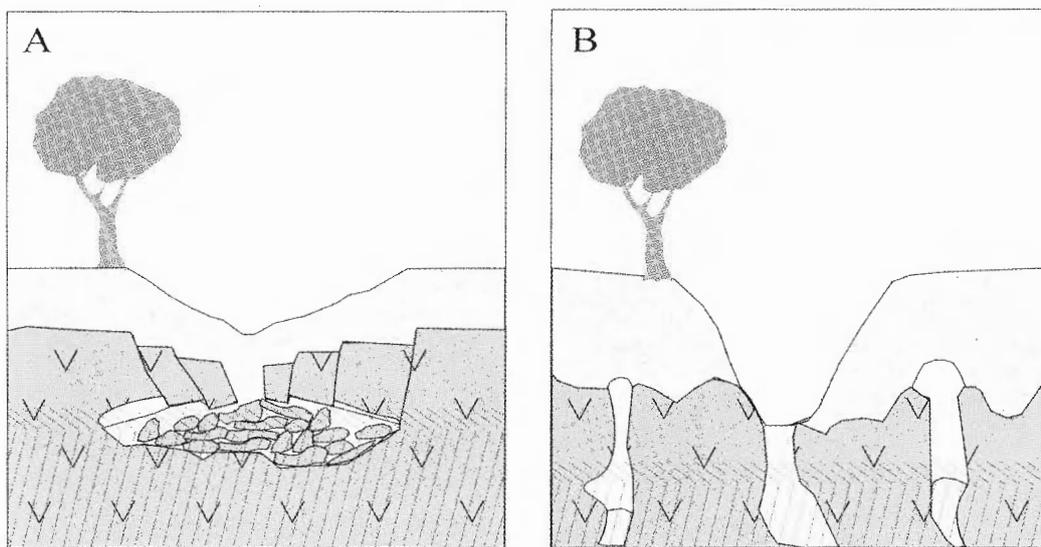
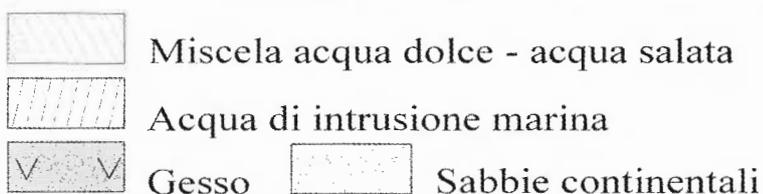


Fig. 6 – Possibili schemi evolutivi dei sinkholes nei gessi di Marina di Lesina.
Two different evolutionary sketches of the sinkholes in the gypsum of Marina di Lesina.



Le grotte

Attualmente non sono conosciute direttamente manifestazioni carsiche ipogee rilevanti nei gessi di Punta delle Pietre Nere. Recentemente una campagna di prospezioni geognostiche e geofisiche effettuata nell'area del canale d'Acquarotta, ha evidenziato la presenza a diverse profondità di cavità di dimensioni decimetriche e metriche (MELIDORO & PANARO, 2000). Le cavità attualmente in evoluzione sarebbero localizzate grossomodo in corrispondenza ed al di sotto del livello del



Fig. 7 – Sinkholes lungo le sponde del Canale d'Acquarotta presso la foce a mare (a) e a margine dell'area urbanizzata di Marina di Lesina (b).
Sinkholes along the Canale d'Acquarotta: near the mouth seaside (a) and near the urbanised area of Marina di Lesina (b).



Fig. 8 – Cavità parzialmente invasa dalle acque lungo il Canale d'Acquarotta.
Cave partially submerged by saltwater along the Canale d'Acquarotta.

mare (fig. 8); infatti a questa quota si registrano i valori maggiori di filtrazione della falda. In particolare i valori più alti si registrano nella zona prossimale al canale d'Acquarotta, dove, a causa della elevata conducibilità idraulica delle cavità presenti, è anche massimo l'effetto della oscillazione di marea sulla falda. In questo settore inoltre è presente sia acqua dolce che una miscela acqua dolce-acqua salata particolarmente aggressiva nei confronti dei gessi.

Conservazione e valorizzazione

L'area di Marina di Lesina è stata oggetto in questi ultimi decenni di una urbanizzazione diffusa che ha prodotto lo sconvolgimento dell'assetto territoriale originario. L'apertura del canale d'Acquarotta ha innescato dei processi che solo in questi anni si sono rivelati in tutta la loro gravità in quanto gli sprofonda-

menti si sono verificati nel perimetro del villaggio turistico di Marina di Lesina, densamente popolato durante la stagione estiva.

Attualmente non è in progetto alcun intervento di conservazione e valorizzazione territoriale ma si sta cercando esclusivamente di definire ed attuare delle strategie mirate a mitigare o addirittura annullare il rischio degli sprofondamenti. Gli interventi ipotizzati prevedono, al di là della realizzazione in futuro di tipi di fondazioni speciali, il riempimento delle cavità con materiali diversi e la impermeabilizzazione di vaste aree attraverso la realizzazione di diaframmi che modificherebbero il movimento delle acque di falda. Questi interventi se da un lato portano alla mitigazione del rischio, certamente dall'altro conducono all'ulteriore modificazione della dinamica carsica dell'area.

Affioramento di Monte Gessara

Lungo il confine tra la Puglia e la Campania sono presenti diversi affioramenti poco estesi di gessi messiniani noti già da tempo in letteratura (SALMOIRAGHI, 1881; DESSAU, 1952; CROSTELLA & VEZZANI, 1964; JACOBACCI & MARTELLI, 1967; DAZZARO & RAPISARDI, 1983; DAZZARO *et al.*, 1988; BASSO *et al.*, 1996); fra questi solo gli affioramenti di Monte Gessara nei pressi dell'abitato di Scampitella ricadono in territorio pugliese.

In una cava situata 1 km a NW di Scampitella al di sotto delle evaporiti messiniane sono presenti circa 15 m di argille contenenti intercalazioni arenacee, calcareo-marrose e diatomitiche; la parte bassa di questa successione è attribuita al Tortoniano sommitale mentre la parte più alta viene riferita al Messiniano per la presenza di *Globorotalia mediterranea* CATALANO e SPROVIERI (DAZZARO & RAPISARDI, 1983; DAZZARO *et al.*, 1988).

Sulle argille poggia una successione costituita in basso da pochi metri di calcari stromatolitici cui seguono circa 60 m di gesso nodulare con intercalazioni di gesso selenitico, gessareniti, gessoruditi e dolomicriti; nella parte sommitale sono presenti calcari fini biancastri, poco diagenizzati, contenenti blocchi di gesso (DAZZARO & RAPISARDI, 1983; DAZZARO *et al.*, 1988). I calcari e dolomie stromatolitiche presentano strutture tipo tepee, alte fino a 0,6 m ed estese circa 1 m, passanti lateralmente a brecce intraformazionali (DAZZARO *et al.*, 1988).

Nel complesso i gessi affioranti lungo il confine apulo-campano sono interpretati quali il prodotto di sedimentazione in zone da sopratidale a subtidale in ambienti con caratteri simili a quelli attuali del Golfo Persico e dei laghi salati dell'Australia meridionale (DAZZARO *et al.*, 1988).

Le forme superficiali

Gli affioramenti di Monte Gessara presentano una grande varietà di forme superficiali a piccola e media scala. Infatti sulle superfici esposte si possono osservare piccole depressioni del tipo vaschetta, microrills, scannellature, solchi, impronte e forme di dissoluzione selettiva sulle quali non sono stati effettuati studi di dettaglio.

Le grotte

Attualmente non sono conosciute cavità rilevanti; tuttavia lungo le pareti delle cave è possibile osservare piccole cavità di dimensioni decimetriche a sviluppo sia verticale che orizzontale.

Conservazione e tutela

I gessi messiniani affioranti lungo il confine tra Puglia e Campania sono oggetto da diversi decenni di una diffusa attività di cava che ne ha ridotto l'estensione cancellando buona parte degli affioramenti e quindi modificando l'assetto morfologico originario del territorio.

Ringraziamenti

Gli autori ringraziano il Prof. Giovanni Palmentola per aver loro aperto questa occasione di collaborazione e la Dottoressa Antonella Marsico per l'aiuto prestato durante i sopralluoghi sul terreno.

Bibliografia

- AMENDOLAGINE M., DELL'ANNA L., VENTRIGLIA U., 1964 - *Le rocce ignee alla Punta delle Pietre Nere presso Lesina (prov. di Foggia)*. Periodico di Mineralogia, n 2-3, pp. 337-395.
- ANELLI F., 1938 - *Prime ricerche dell'Istituto Italiano di Speleologia nelle Murge di Bari*. Le Grotte d'Italia, vol. 2 (3), pp. 11-34.
- BALENZANO F., DELL'ANNA L., DI PIERRO M., 1975 - "Terre rosse" ferrifere nelle Grotte di Castellana (Bari), ricerche chimiche e mineralogiche. Rend. Soc. It. Min. e Petrol., 31, 2, pp. 263-278.

- BASSO C., DI NOCERA S., MATANO F., TORRE M., 1996 - *Successioni sedimentarie del Messiniano superiore e del Pliocene Inferiore medio in Irpinia settentrionale*. Boll. Soc. Geol. It., vol. 115, pp. 701-715.
- BIGAZZI G., LAURENZI A., PRINCIPE C., BROCCINI D., 1996 - *New geochronological data on igneous rock and evaporites of the Pietre Nere Point Gargano Peninsula, Southern Italy*. Boll. Soc. Geol. It., vol. CXV, pp. 439-448.
- BOENZI F., CALDARA M., MORESI M., PENNETTA L., 2001 - *History of the Salpi lagoon - sabkha (Manfredonia Gulf, Italy)*. Il Quaternario, 14 (2), pp. 93-104.
- BONI A., CASNEDI R., CENTAMORE E., COLANTONI P., CREMONINI G., ELMI C., MONETO A., SELLI R., VALLETTA M., 1969 - *Note illustrative alla Carta Geologica d'Italia, Foglio 155 "San Severo"*. Min. Ind. Com. e Art. Serv. Geol. d'Italia.
- BOTTI U., 1871 - *La Grotta del Diavolo. Stazione preistorica del Capo di Leuca*. Bologna, Fava e Garagnani, 36 pp.
- CANZIANI R., DEL GAUDIO V., RUINA G., 1989 - *Study of gravimetric data in the area of Castellana Grottoes (Bari)*. Boll. Geof. Teor. e Appl., vol. 31, pp. 259-267.
- CIARANFI N., PIERI P., RICCHETTI G., 1992 - *Note alla carta geologica delle Murge e del Salento (Puglia centro-meridionale)*. Mem. Soc. Geol. It., 106, pp. 449-460.
- COTECCHIA V., CANITANO A., 1954 - *Sull'affioramento delle Pietre Nere al Lago di Lesina*. Boll. Soc. Geol. It., vol. LXXIII, pp. 1-16.
- CROSTELLA A., VEZZANI L., 1964 - *La geologia dell'Appennino foggiano*. Boll. Soc. Geol. It., vol. 83, pp. 121-141.
- DAZZARO L., IANNONE A., MORESI M., RAPISARDI L., 1988 - *Stratigrafia, sedimentologia e geochimica delle successioni messiniane dell'Irpinia al confine con la Puglia*. Mem. Soc. Geol. It., vol. 41, pp. 841-859.
- DAZZARO L., RAPISARDI L., 1983 - *La successione evaporitica di Monte Gessara presso Scampitella (Appennino meridionale)*. Boll. Soc. Geol. It., vol. 102, pp. 191-200.
- DE DOMINICIS A., MAZZOLDI G., 1987 - *Interpretazione geologico-strutturale del margine orientale della piattaforma apula*. Mem. Soc. Geol. It., vol. 38, pp. 163-176.
- DESSAU G., 1952 - *Contributo alla geologia della zona di Ariano Irpino (Provincia di Avellino e Foggia)*. Boll. Serv. Geol. d'Italia, vol. 74, p. 42.
- DOGLIONI C., MONGELLI F., PIERI P., 1994 - *The Puglia uplift (SE Italy): an anomaly in the foreland of the Apenninic subduction due to buckling of a thick continental lithosphere*. Tectonics, 13, 5, pp. 1309-1321.
- GRASSI D., 1974 - *Il carsismo della Murgia (Puglia) e sua influenza sull'idrogeologia della regione*. Geol. Appl. e Idrog., vol. 9, pp. 119-160.
- GRASSI D., ROMANAZZI L., SALVEMINI A., SPILOTRO G., 1982 - *Grado di evoluzione e ciclicità del fenomeno carsico in Puglia in rapporto alla evoluzione tettonica*. Geol. Appl. e Idrog., vol. 17, pp. 55-73.
- FINETTI I., BRICCH G., DEL BEN A., PIPAN M., ZYAN XUAN, 1987 - *Geophysical study of the Adria Plate*. Mem. Soc. Geol. It., vol. 40, pp. 335-344.
- GUERRICCHIO A., 1983 - *Strutture tettoniche di compressione nel Gargano di elevato interesse applicativo evidenziate da immagini da satellite*. Geol. Appl. e Idrog., vol. XVIII (1), pp. 1-14.
- JACOBACCI A., MARTELLI G., 1967 - *Note illustrative della Carta Geologica d'Italia, Foglio 174 "Ariano Irpino"*. Min. Ind. Com. e Art. Serv. Geol. d'Italia.
- MARTINIS B., PIERI M., 1964 - *Alcune notizie sulla formazione evaporitica del Triassico superiore nell'Italia centrale e meridionale*. Mem. Soc. Geol. It., vol. 4, pp. 649-678.
- MASTRONUZZI G., SANSÒ P., 2002 - *Holocene Uplift Rate and Historical Rapid Sea Level Changes at the Gargano Promontory (Italy)*. Journal Quaternary Science, 17 (5-6), pp. 593-606.
- MELIDORO G., PANARO N., 2000 - *Sprofondamenti carsici nei gessi costieri di Marina di Lesina (Gargano) e mitigazione del rischio*. Geologia Tecnica ed Ambientale, n. 3, pp. 13-24.
- ORTOLANI F., PAGLIUCA S., 1987 - *Tettonica transpressiva nel Gargano e rapporti con le catene appenninica e dinarica*. Mem. Soc. Geol. It., vol. XXXVIII, pp. 203-224.
- POSENATO E., DE FINO M., LA VOLPE G., PICCARRETA P., 1994 - *L'affioramento del Trias superiore delle Pietre Nere (calcari e gessi) e i prodotti del vulcanesimo basico paleogenico*. Geologia delle Aree di avampaese. 77° Cong. della Soc. Geol. It. (22 sett., 1 ott.). Guida alla escursione precongressuale, pp. 19-23.
- PALMENTOLA G., 2002 - *Il paesaggio carsico della Puglia*. Atti del III Convegno di Speleologia Pugliese. Castellana Grotte, 6-8 dicembre 2002, pp. 203-217.
- PARENZAN P., 1957 - *Tenebre luminose. Quarant'anni di esplorazioni sotterranee*. Società Editrice Internazionale, Torino, 408 pp.
- PARENZAN P., 1979 - *Speleologia pugliese*. Ed Comune di Taranto, 212 pp.
- SALMOIRAGHI F., 1881 - *Alcuni appunti geologici sull'Appennino tra Napoli e Foggia*. Boll. Reg. Com. Geol. d'Italia, vol. 12, pp. 96-125.
- SAURO U., 1991 - *A polygonal karst in Alte Murge (Puglia, Southern Italy)*. Z. Geomorph. N. F., 35, 2, pp. 207-223.
- VIOLA C., DI STEFANO G., 1893 - *La Punta delle Pietre Nere presso il Lago di Lesina in provincia di Foggia*. Boll. Reg. Com. Geol. d'Italia, s. III, vol. IV (2), pp. 129-143.

BASILICATA

Natalino Russo¹

Riassunto

La Basilicata è pressoché priva di affioramenti gessosi che costituiscano corpi litologici continui. Fanno eccezione alcune limitate estensioni microcristalline immerse nelle argille, litologia dominante nella regione. In tutta la Lucania le conoscenze speleologiche sono limitate alle porzioni in cui affiorano i calcari: i monti di Trecchina a Sud-Ovest e la Murgia a Nord-Est. Lo studio della letteratura geologica e speleologica, e alcuni sopralluoghi effettuati allo scopo di individuare affioramenti di gesso, non hanno prodotto risultati incoraggianti. Si ritiene perciò di poter affermare che in Basilicata il fenomeno carsico in gessi sia assente.

Parole chiave: Basilicata, Lucania, carsismo, gessi, speleologia.

Abstract

In Basilicata gypsum outcrops as lithologic continuous body are practically lacking except for few small microcrystalline layers inside the clay, which is the dominant lithology in the region. In the whole Lucania, the actual karst knowledge is restricted to the areas in which limestone crops out: the Mountains of Trecchina in the S-W and the Murgia high plane in the N-E. The analysis of the geological and speleological literature and some field excursion to discover gypsum outcrops gave practically no results. Therefore it is rather sure that the gypsum karst phenomena are quite absent in Basilicata.

Keywords: Basilicata, Lucania, karst, gypsum, speleology.

Cenno geografico e geologico

Geograficamente, la Basilicata (o, storicamente, Lucania) è limitata a Sud dalle propaggini appenniniche del Pollino e dai monti di Trecchina, a Nord da quelle delle Murge. È collocata nel settore lucano dell'Appennino meridionale, ovvero nella sua porzione più orientale, che digrada verso Est in una serie di catene parallele, costituenti gli spartiacque dei principali bacini idrografici della regione: Bradano, Basento, Cavone, Agri, Sinni, Noce.

La morfologia della regione è in prevalenza montuosa, essendo i due terzi dell'intera

superficie posti a quote superiori ai 300 m s.l.m.

Geologicamente la Lucania occupa l'area della Fossa Bradanica Auct., l'avanfossa compresa tra la catena appenninica e l'avampaese apulo, colmata da depositi clastici pliocenici e quaternari. Questi depositi, lungo il fianco occidentale del bacino, poggiano sul fronte delle coltri di catena, lungo il fianco orientale poggiano sui carbonati dell'avampaese (SCANDONE, 1972).

La litologia della regione è caratterizzata da una impalcatura profonda di rocce calcareo-silico-marnose di età mesozoica, sormontate

¹ Dipartimento di Scienze e Tecnologie per l'Ambiente e il Territorio - Università degli Studi del Molise e-mail: natrusso@tin.it

da complessi calcareo-dolomitici (anch'essi mesozoici), affioranti soprattutto nel settore occidentale della regione. Sovrapposti alle unità mesozoiche e piuttosto diffusi su tutto il territorio sono i flysch terziari. In base al comportamento idrico, i terreni affioranti in Basilicata posso essere raggruppati in quattro grandi categorie. Si riconoscono così terreni molto permeabili, posti a bassa quota (generalmente nei fondovalle fluviali) e costituiti da depositi alluvionali recenti. La seconda categoria comprende i terreni permeabili, costituiti da calcari e dolomie, arenarie, sabbie e conglomerati. I calcari, risalenti al Mesozoico, affiorano principalmente nella porzione occidentale della regione (unità carbonatiche dei monti di Trecchina, nel bacino del Noce, dove affiorano calcari in facies di scarpata di piattaforma carbonatica, passando verso l'alto a facies più bacinali, interpretati come appartenenti al margine interno della piattaforma campano-lucana, di età comprese tra il Trias superiore e il Miocene inferiore; BRANCACCIO *et al.*, 1984) e a Nord, in corrispondenza delle propaggini meridionali delle Murge. Una terza categoria è quella dei terreni poco permeabili, ovvero arenarie e conglomerati fortemente cementati, arenarie argillose, ma anche depositi lacustri, che sarebbero il prodotto di laghi pleistocenici. Questi terreni sono scarsamente diffusi nella regione. Infine il gruppo dei terreni a bassissima permeabilità, in cui ricadono gneiss, scisti, argille, marne e, in misura limitata, gessi. Si tratta della formazione dominante nella regione, di età Pliocene ed Eocene pro parte, affiorante soprattutto nelle parti basse dei fondi vallivi. È in quest'ultimo raggruppamento che si rinvennero alcune porzioni di gesso, presente in forma microcristallina in alcuni termini argillosi, e pertanto ben distanti dalle condizioni geomorfologiche e geometriche che potrebbero consentire una seppur minima carsificazione. Questa affermazione è supportata da un buon numero di studi di carattere geologico e geomorfologico sull'Appennino Lucano. A tal proposito si vedano ed esempio i lavori di BONARDI *et al.* (1988), BRANCACCIO & CINQUE (1988), CASNEDI (1988), D'ARGENIO *et al.* (1973).

I gessi

Da quanto premesso, risulta evidente come gli affioramenti gessosi in Basilicata siano praticamente trascurabili ai fini di una carsificazione degna di nota. Come già detto, infatti, gli sporadici affioramenti di gesso non costituiscono mai corpi litologici ben riconoscibili, essendo associati, dispersi e finemente alternati alle argille, in forma di cristalli di dimensioni millimetriche o a tratti centimetriche. Le forme carsiche ipogee sono quindi assenti per ragioni di carattere geolitologico nonché geomorfologico, e parimenti irrilevanti risultano le forme carsiche epigee. Questa affermazione è sorretta da alcuni recenti sopralluoghi appositamente effettuati sul campo dall'autore della presente nota.

Ringraziamenti

L'autore è grato a Rosanna Laragione per il contributo alla ricerca bibliografica e alle verifiche sul campo.

Bibliografia

- BONARDI G., D'ARGENIO B., PERRONE V (EDS.), 1988 - *Carta geologica dell'Appennino meridionale*. Scala 1:250.000. 74° Congr. Soc. Geol. It. Sorrento, 13-17 settembre 1988.
- BRANCACCIO L., CINQUE A., 1988 - *L'Appennino campano-lucano nel quadro geologico dell'Italia meridionale*. Rel. 74° Congr. Naz. Soc. Geol. It., Sorrento 1988.
- BRANCACCIO L., PESCATORE, T., SGROSSO, I., SCARPA, R., 1984 - *Geologia regionale*. In "Lineamenti di geologia regionale e tecnica - Le aree colpite dal terremoto del 23 Novembre 1980", Pescatore T. (Ed.), Formez, 1984.
- CASNEDI R., 1988 - *La Fossa Bradanica: origine, sedimentazione e migrazione*. Atti 74° Congr. Naz. Soc. Geol. It., Sorrento 13-17 sett. 1988, vol. 2, pp. 98-103.
- D'ARGENIO B., PESCATORE T., SCANDONE P., 1973 - *Schema geologico dell'Appennino meridionale (Campania-Lucania)*. Acc. Naz. dei Lincei, Quad. 183.
- SCANDONE P., 1972 - *Studi di geologia lucana: carta dei terreni della serie calcareo-silico-marnosa e note illustrative*. Soc. Nat. in Napoli, 81, pp. 225-302.

Gianluca Ferrini¹, Antonio Moretti¹

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 6th 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

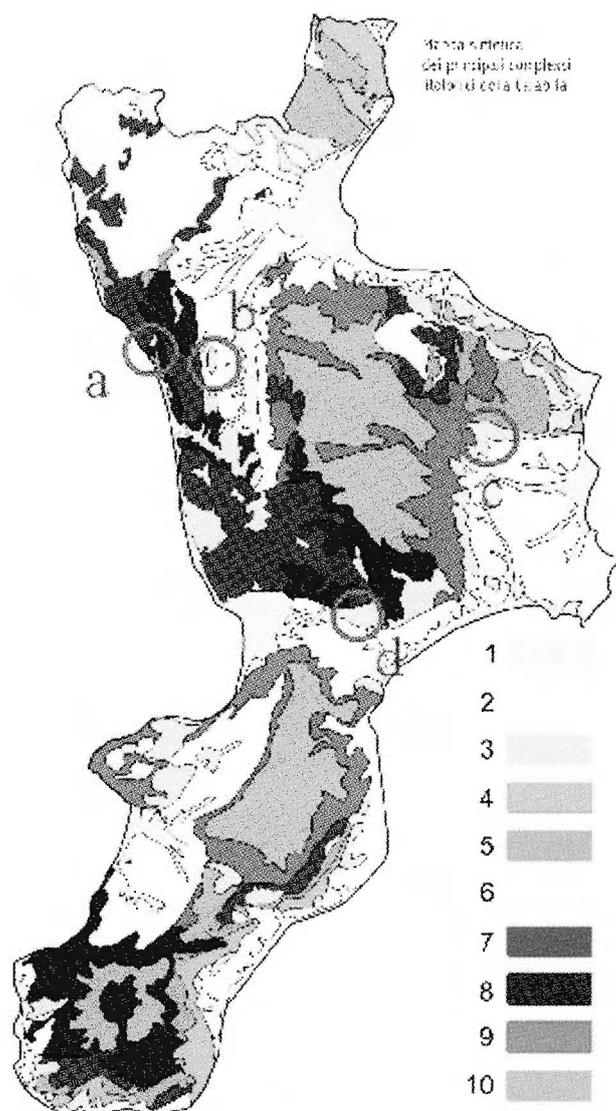


Fig. 1 - Carta geolitologica della Calabria
Geo-lithological map of Calabria

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, sandstone, calcarenites, 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

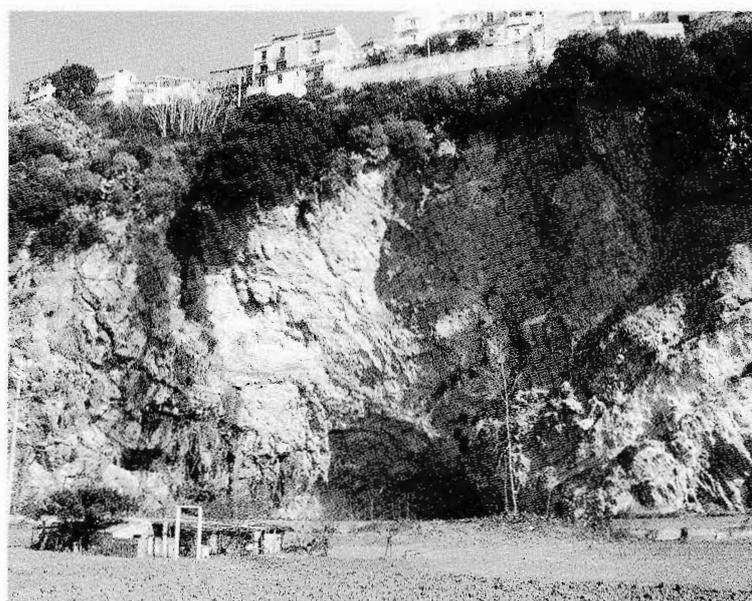


Fig. 2 - Gessi ed anidriti triassici presso Cetraro.
Triassic gypsum-anhydrite deposits cropping out near Cetraro (Catena Costiera).

ne del centinaio di metri.

Il carsismo si esplica con cavità di una certa grandezza localizzate alla base di una paleofaglia 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

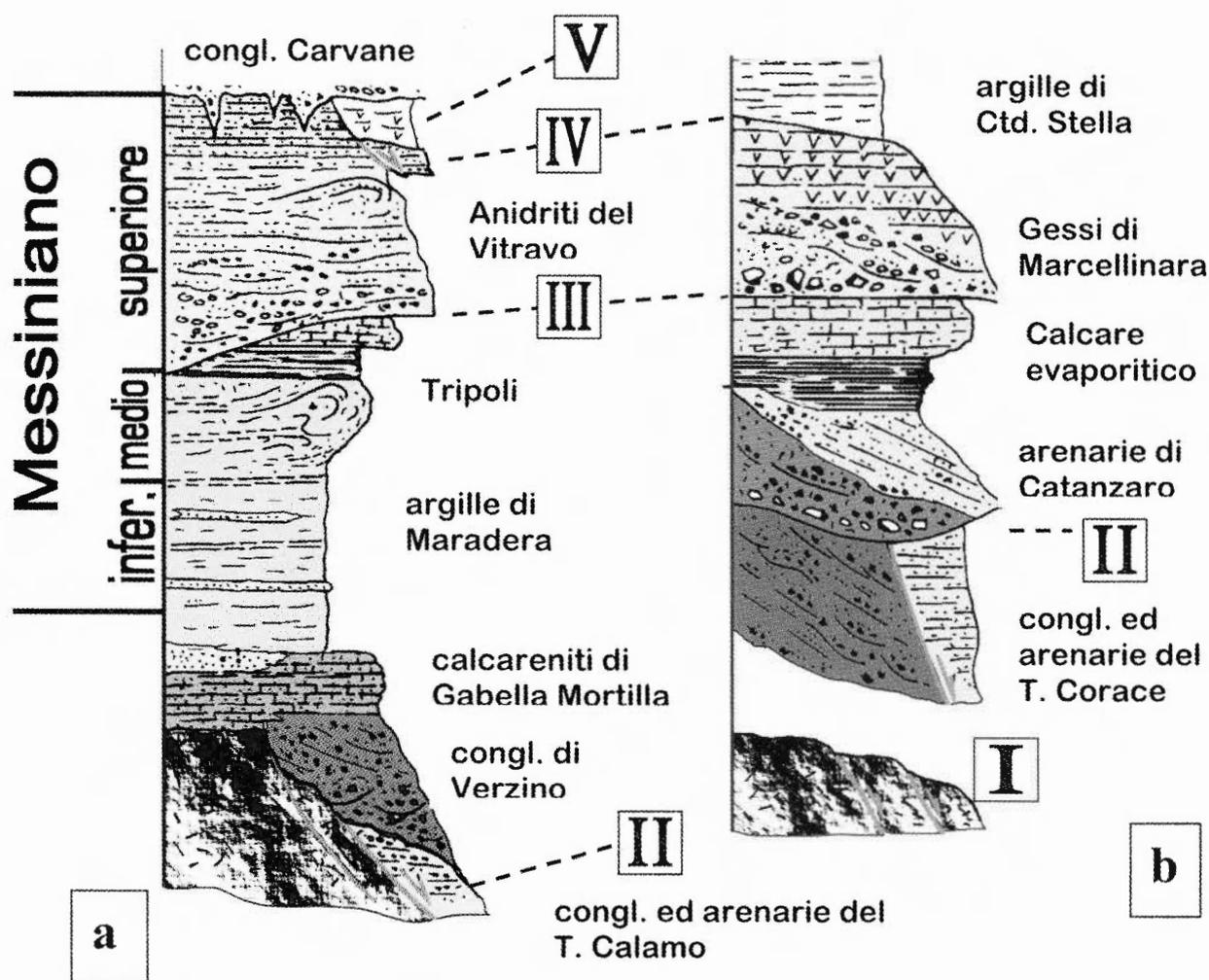


Fig. 3 - Colonne stratigrafiche sintetiche dei depositi pre-pleiocenici: a - Alto Crotonese; b - Stretta di Catanzaro.
Stratigraphy of pre-Pliocene deposits: a - Alto Crotonese; b) Stretta di Catanzaro.

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

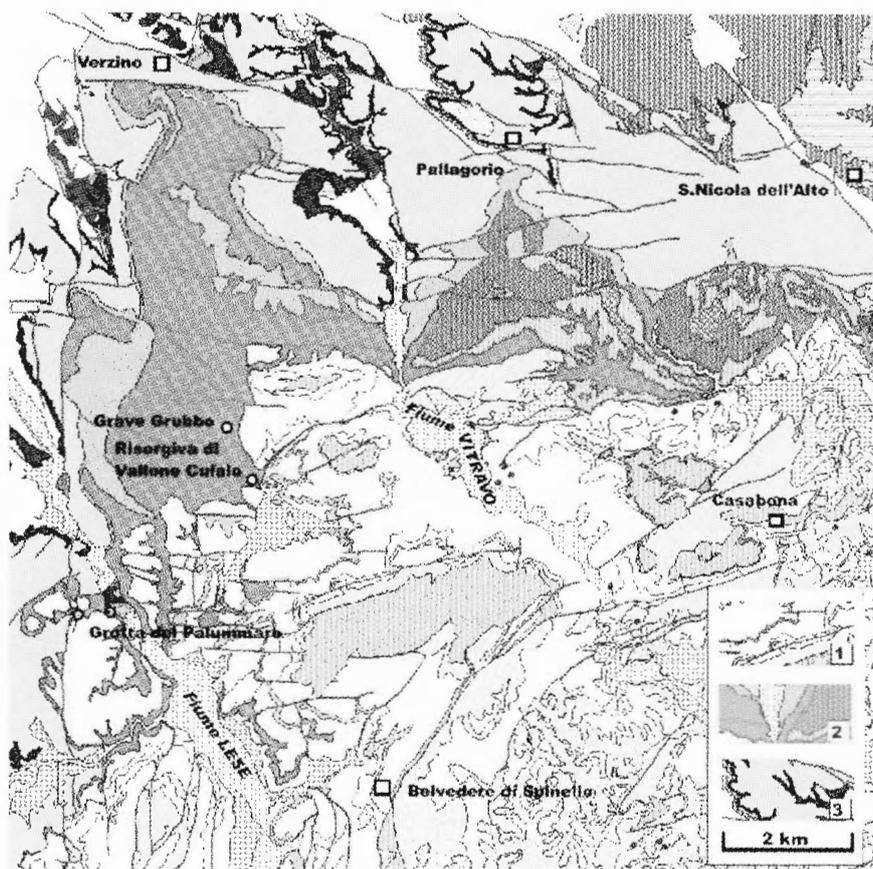


Tavola 1 – Carta geologica dell'Alto Crotonese
Geological map of the Alto Crotonese area

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.

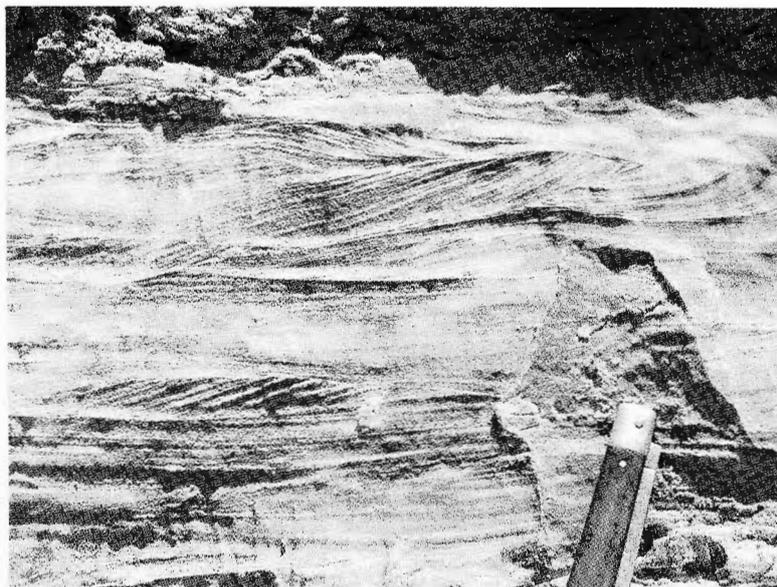


Fig. 5 – Strutture di piana intertidale nel membro arenitico della Formazione del Vittravo.
Tidal flat structures in the arenaceous member of Vittravo Fm.

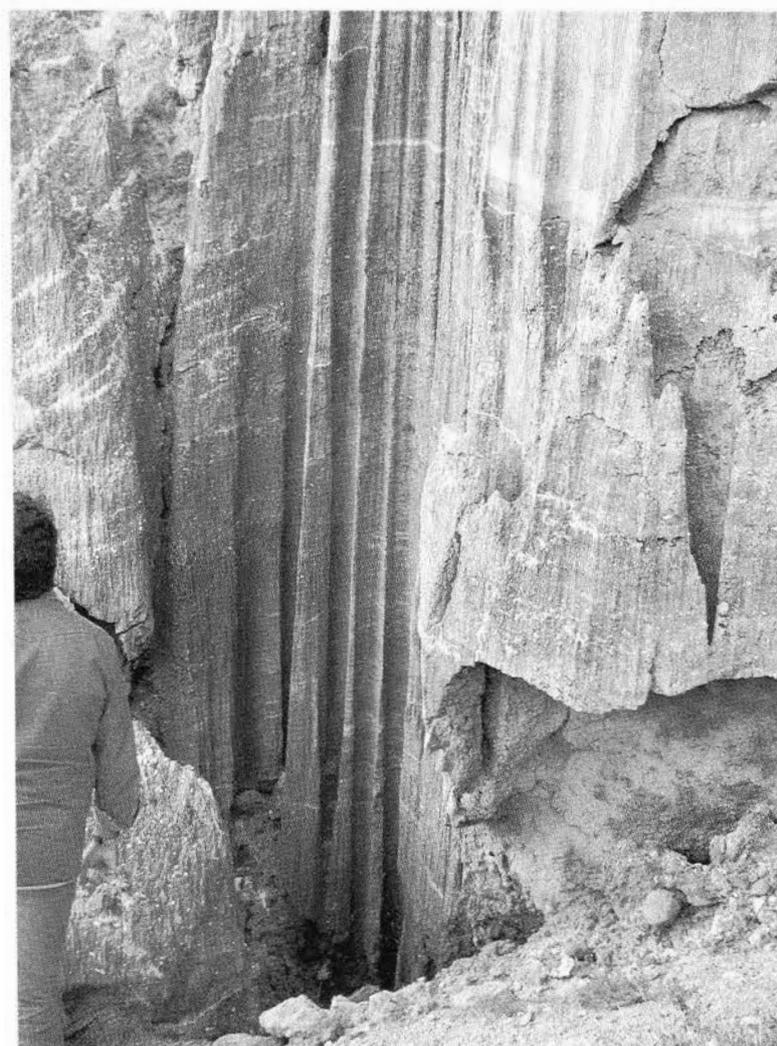


Fig. 6 – Carsismo nei banchi di salgemma affioranti presso Zinga.
Karst features affecting salt levels cropping out near Zinga.

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 Vitravo.

Micro-karren features in the gypsum-anhydritic levels of Vitravo 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' Agrumeto	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 Tavola 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. Gèol. Gèoph. 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.

SICILIA

Valerio Agnesi ¹, Tommaso Macaluso ¹, Giuliana Madonia ¹, Marcello Panzica La Manna ²

Riassunto

In Sicilia le rocce evaporitiche, ascrivibili alla Formazione Gessoso-Solfifera del Messiniano, sono variamente distribuite e affiorano in un'area di oltre 1.000 km². Gli studi sul carsismo dei gessi, iniziati fin dalla fine del 1800, hanno evidenziato la distribuzione geografica e il grande sviluppo areale delle morfologie carsiche epigee e ipogee che sono concentrate soprattutto nella Sicilia occidentale. Il carsismo si caratterizza per una notevole ricchezza e variabilità delle forme superficiali di piccole e grandi dimensioni e per il grande sviluppo delle cavità ipogee che in alcuni casi raggiungono dimensioni di numerose centinaia di metri. Viene fornita una descrizione dettagliata delle morfologie carsiche che caratterizzano le principali aree di affioramento delle evaporiti mettendo in risalto anche gli aspetti legati alla tutela di questi geositi.

Parole chiave: carsismo, gesso, grotta, dolina, Karren, Messiniano, Sicilia.

Abstract

Evaporitic rocks of the Gessoso-solfifera Formation dating back to the Messinian age, widely crop out in Sicily, covering an area extended for more than 1000 km². Studies on gypsum karst, started since late nineteenth century, showing relevant geographic distribution, development of epigeal and ipogean karstic morphologies, mostly detected in western Sicily. Karst is characterized by considerable abundance and variety of both small and large epigeal forms. Large caves are also present, some of which develop for several hundreds of meters. A detailed description of the karstic landforms set on the main evaporitic areas is given and topics concerning the protection of the geosites are also enhanced.

Key words: karst, gypsum, cave, doline, Karren, Messinian, Sicily.

Inquadramento geologico

In Sicilia affiorano le più complete ed estese successioni evaporitiche messiniane depositatesi nel Bacino del Mediterraneo.

Le rocce evaporitiche sono variamente distribuite, occupando in affioramento un'a-

rea di oltre 1.000 km², e mostrano una elevata diffusione soprattutto nella Sicilia occidentale ove sono presenti emergenze carsiche di notevole estensione ed interesse; di contro nella Sicilia orientale i gessi costituiscono affioramenti sparsi e di limitate estensioni areali, di modesto interesse per la morfogene-

¹ Dipartimento di Geologia e Geodesia – Corso Tukory,131 – 90134 Palermo

² Regione Siciliana - Assessorato Territorio e Ambiente, Via U. La Malfa, 169 – 90147 Palermo

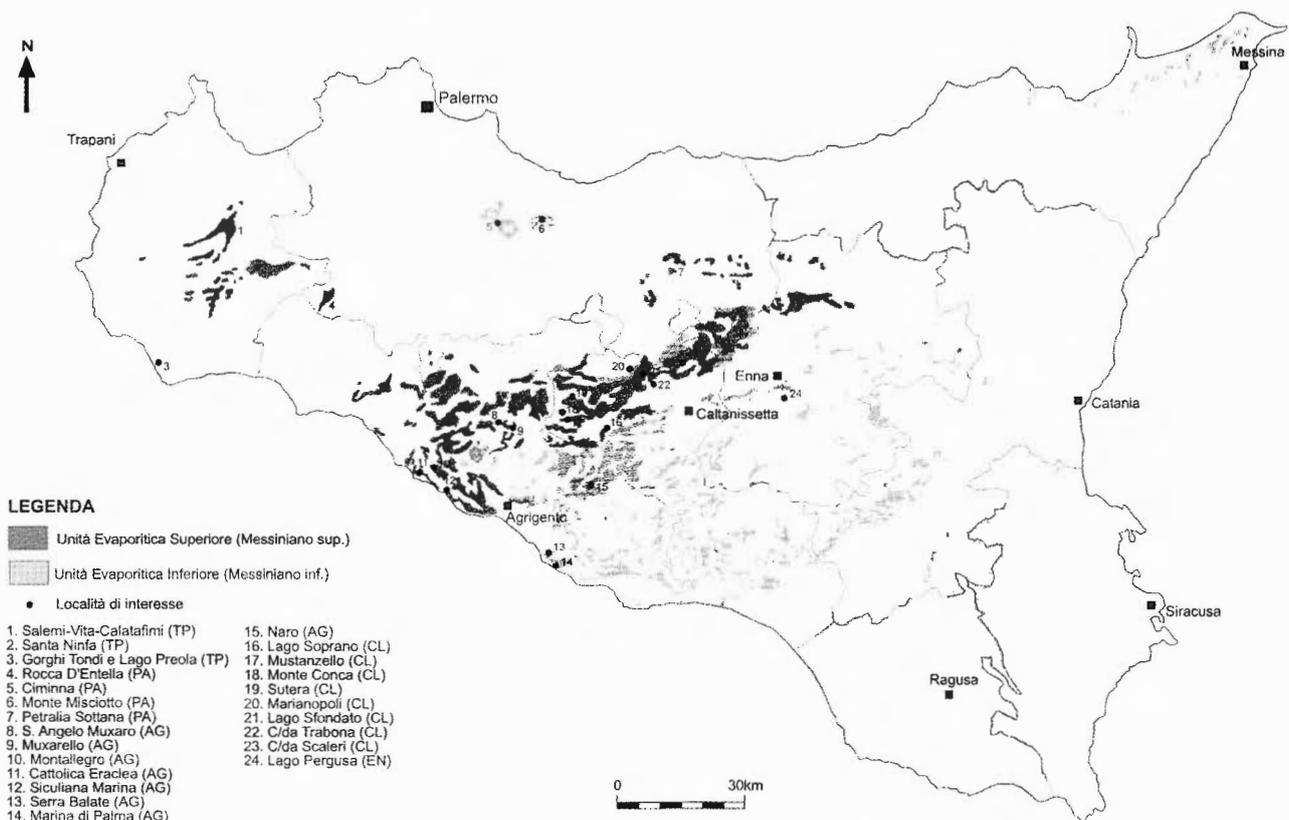


Fig. 1 - Localizzazione delle evaporiti e delle principali aree carsiche nei gessi della Sicilia.
Distribution of evaporites and of the main gypsum karst areas in Sicily.

si carsica (fig. 1).

I depositi evaporitici affioranti in Sicilia sono ascrivibili alla Formazione Gessoso-Solfifera che è data da una successione litologica composta da diatomiti, calcari evaporitici, gessi, sali ed intercalazioni varie di argille, marne e carbonati. Tale successione poggia, in discordanza, sui depositi pre-evaporitici di natura silico-clastica della Formazione Terravecchia (Tortoniano sup.-Messiniano inf.) ed è ricoperta, in discordanza, da calcilutiti e calcisiltiti pelagiche con calcareniti appartenenti all'unità dei "Trubi" (Pliocene inf.).

Dal punto di vista litostratigrafico la Formazione Gessoso-Solfifera si divide in due grandi unità evaporitiche descritte da DECIMA & WEZEL (1971) nella Sicilia centro-meridionale e riconosciute anche nella Sicilia settentrionale (BOMMARITO & CATALANO, 1973; CATALANO, 1986):

a) Unità evaporitica inferiore costituita da:
 1) tripoli, 2) calcari evaporitici, 3) gessi con

intercalazioni marnose, 4) sali passanti lateralmente e verso l'alto ad argille e gessi;

b) Unità evaporitica superiore formata da:
 1) gessi intercalati da livelli argillo-sabbiosi e carbonatico-gessosi, 2) calcari bioclastici passanti verso l'alto e lateralmente a gessi, 3) sabbie argillose (Arenazzolo) che chiudono la sedimentazione evaporitica.

Le evaporiti della Sicilia occidentale possono essere distinte, sulla base dei rapporti tra il substrato pre-evaporitico, le evaporiti stesse e i depositi di copertura in varie aree di affioramento (CATALANO, 1986):

1) area di Santa Ninfa-Salemi-Castelvetrano-Calatafimi. Il substrato è costituito dai depositi silico-clastici della Formazione Terravecchia; seguono depositi carbonatici delimitati verso l'alto da una superficie di erosione. I depositi successivi sono costituiti da carbonati dell'unità evaporitica superiore passando lateralmente a gessi e terminano con i "Trubi";

2) area di Ciminna-Monte Misciotto-Baucina-Sambuchi. I depositi pre-evaporitici sono costituiti da conglomerati, sabbie argillose e carbonati; seguono, discordanti, i calcari evaporitici, i gessi intercalati da una superficie di erosione e, quindi, marne argillose con croste carbonatiche e paleosuoli passanti lateralmente a gessi. La successione continua con l'unità evaporitica superiore rappresentata ancora da litofacies gessose e viene chiusa da una superficie di erosione cui segue la trasgressione dei "Trubi";

3) area di Petralia-Alimena-Nicosia. Il substrato pre-evaporitico è costituito da terreni silico-clastici e carbonatici delimitati verso l'alto da una superficie di erosione. Quindi si succedono calcari evaporitici, sali e depositi detritico-gessosi che corrispondono all'unità evaporitica superiore. Una superficie di discordanza separa questi materiali dai "Trubi";

4) area di Caltanissetta-Agrigento-Gela-Licata. Alla base della successione si osservano depositi silico-clastici che, verso l'alto, passano ad argille e marne troncate da una superficie di erosione non sempre riconoscibile. La sequenza evaporitica inizia con i tripoli e continua con i calcari evaporitici e i gessi interrotti da una superficie di discordanza. Riprende con i gessi e marne argillose dell'unità evaporitica superiore, separata dai "Trubi" da una successiva superficie di discordanza;

5) area di Siculiana-Cattolica Eraclea. In seguito a una deposizione di argille marnoso-sabbiose con intercalazione di calcareniti inizia la successione evaporitica con i tripoli e quindi i calcari evaporitici, i gessi e i sali. Una prima superficie di discordanza separa queste evaporiti da quelle dell'unità superiore costituite da gessi con intercalazioni argillo-marnose; la seconda regolarmente separa le evaporiti dai "Trubi".

Successivamente alla deposizione dei "Trubi", una fase tettonica ha interessato soprattutto i depositi tortoniani-infraplioce-

nici, producendovi sistemi di pieghe sinclinali e anticlinali a largo raggio aventi orientazioni E-W in prossimità del margine della catena e nell'area di Licata-Agrigento. Direzioni ENE e WSW si osservano nei settori centrali del Bacino di Caltanissetta; mentre nelle zone di Cattolica Eraclea, Agrigento e Ciminna le pieghe assumono direzione NW-SE (GHISSETTI & VEZZANI, 1982). Tali pieghe hanno determinato un sensibile raccorciamento dei bacini, reso ancora più evidente dalla generalizzata traslazione verso Sud che hanno subito le successioni presenti. A partire dal Pliocene medio si verificano movimenti verticali di senso variabile che, verso la fine di quest'epoca, mostrano una tendenza positiva che si protrarrà nel Pleistocene.

Breve storia delle esplorazioni e delle ricerche

Se si eccettuano le prime segnalazioni di CARLO GEMMELLARO (1850) e di SPATARO (1891) e le descrizioni di BALDACCIO (1886), è fra la fine del 1800 e i primi del 1900 che si può far risalire l'inizio degli studi di carattere geomorfologico sulle aree carsiche dei gessi della Sicilia; tali studi sono legati all'opera di Olinto Marinelli che fra il 1896 e il 1911 pubblica cinque lavori che trattano di particolari aspetti del carsismo delle evaporiti siciliane segnalando le principali aree di affioramento e le morfologie più vistose; di particolare interesse sono gli studi sulla genesi dei numerosi piccoli laghi siciliani, interpretati come doline di subsidenza in roccia.

Nel 1915 Mariano Gemmellaro studia l'altopiano gessoso a NE di Santa Ninfa, dove descrive accuratamente le forme carsiche ivi presenti; il lavoro di Gemmellaro, oltretutto arricchito da un ampio corredo iconografico, rappresenta il primo studio di carattere geologico che affronta in maniera organica l'analisi di un'area carsica nei gessi, formulando ipotesi sulla genesi ed evoluzione delle forme epi-

gee e sui circuiti carsici ipogei.

Le conoscenze acquisite fino a quel momento vengono compendiate da MARINELLI (1917) nella monografia "*Fenomeni carsici nelle regioni gessose d'Italia*" nella quale l'Autore fa il punto sullo stato delle conoscenze del fenomeno carsico nei gessi italiani. In Sicilia, che presenta la maggiore estensione areale dei gessi fra le regioni italiane, solo il 3% della superficie totale è interessata dai fenomeni carsici che sono distribuiti principalmente nell'area agrigentina e in quella trapanese.

Segue un periodo caratterizzato da un sostanziale disinteresse verso la tematica in oggetto, con sporadiche segnalazioni di fenomeni carsici (FABIANI, 1932; CIPOLLA, 1934; TREVISAN & DI NAPOLI, 1937; CUMIN, 1953; SAIBENE, 1957).

Una ripresa degli studi e delle ricerche sul carsismo dei gessi si verifica agli inizi degli anni Ottanta quando numerosi ricercatori riprendono gli studi sia nelle aree carsiche individuate da Marinelli e Gemmellaro, sia in aree nuove. Un contributo importante viene dato dai diversi Gruppi speleologici che effettuano numerose campagne di esplorazione in svariate aree carsiche gessose siciliane.

MADONIA *et al.* (1983), nello studio delle aree carsiche presenti nella provincia di Palermo, individuano l'area di Ciminna-Monte Misciotto nella quale rilevano la presenza di numerose doline di grandi dimensioni e di cavità sotterranee, tra cui l'Inghiottitoio delle Serre di Ciminna.

Nel 1985, in prosecuzione del Simposio Internazionale sul Carsismo nelle Evaporiti, tenutosi a Bologna, alcuni ricercatori dell'Istituto di Geologia, in collaborazione con gli speleologi del CAI di Palermo, organizzano una seduta tematica dal titolo "Il Carsismo nelle Evaporiti in Sicilia", seguita da tre giornate di escursioni nella Sicilia centro-occidentale che vedono una larga partecipazione di studiosi e speleologi. È questa l'occasione per fornire un quadro generale sullo

stato delle conoscenze dei fenomeni carsici epigei nelle rocce evaporitiche della Sicilia, essenzialmente incentrato nella descrizione della distribuzione areale delle principali macroforme esistenti, delle conche lacustri originatesi per sprofondamento di cavità sotterranee nei gessi, nonché sulle numerose tipologie di Karren sviluppatasi su terreni gessosi e/o su affioramenti salini (AGNESI *et al.*, 1986). Inoltre viene tracciato un quadro delle conoscenze acquisite in circa dieci anni di esplorazioni speleologiche condotte su tali rocce, evidenziando i principali tipi di cavità, distinti in relazione ai meccanismi speleogenetici (MADONIA & PANZICA LA MANNA, 1986).

Negli anni 1986-87 la sezione di Carsologia del Gruppo Nazionale di Geografia fisica e Geomorfologia del CNR, quasi in una ideale continuità con gli studi di Mariano Gemmellaro, sceglie l'altopiano di Santa Ninfa quale area dove realizzare uno stage multidisciplinare. La ricerca vede impegnati per circa due anni numerosi ricercatori provenienti da diverse sedi universitarie italiane ed un folto gruppo di speleologi che conducono una campagna di rilevamento in tutta l'area; i risultati della ricerca sono compendiate nella monografia "I Gessi di Santa Ninfa" (AGNESI & MACALUSO, 1989).

Le recenti campagne speleologiche hanno permesso di ampliare le conoscenze sul carsismo ipogeo dell'area agrigentina, nissena e palermitana, con l'individuazione ed esplorazione di numerose cavità (BIANCONE *et al.*, 1994; BUFFA *et al.*, 1995; PANZICA LA MANNA, 1995; 1997; UNIONE SPELEOLOGICA PORDENONESE, 1995; IEMMOLO, 2000; VECCHIO, 2000).

Recenti studi sono stati condotti nella Grotta di Santa Ninfa allo scopo di fornire nuove conoscenze per la tutela e valorizzazione di tale area che dal 1995 è sede di una Riserva Naturale Integrale; in particolare, FAVARA *et al.* (2001) si sono occupati della modellizzazione della circolazione idrica sot-

terranea, attraverso la caratterizzazione chimica ed isotopica delle acque delle principali sorgenti e delle precipitazioni meteoriche. All'interno della Grotta viene inoltre avviato un monitoraggio dei parametri climatici ipogei nell'ambito di un programma di gestione compatibile della grotta (MADONIA, 2001).

Gli studi riguardanti le forme carsiche di piccole dimensioni portano alla pubblicazione dell'*Atlante dei Karren nelle Evaporiti della Sicilia* (MACALUSO *et al.*, 2001), una monografia, corredata da una ricca iconografia, che descrive in maniera compiuta la vasta gamma di forme di piccole dimensioni che caratterizzano gli affioramenti di rocce evaporitiche in Sicilia.

Il paesaggio carsico

I paesaggi carsici nelle evaporiti della Sicilia sono svariati, in relazione alla complessa storia evolutiva dei bacini evaporitici ed alle vicissitudini orogenetiche, morfogenetiche e climatico-ambientali subite (MACALUSO *et al.*, 2001). Dal punto di vista morfostrutturale i tipi più comuni sono:

- *altopiani*, corrispondenti a complessi tabulari, derivanti dall'esumazione erosiva delle serie sedimentarie deposte in bacini evaporitici in seguito al sollevamento di queste; per le serie evaporitiche, che in taluni casi mostrano di comportarsi come formazioni competenti di tipo rigido, si può essere realizzata una sorta di "inversione del rilievo";

- *dorsali monoclinali*, date da serie evaporitiche con caratteri di dorsali asimmetriche, influenzate dalla struttura tettonica;

- *rilievi a pieghe*, consistenti in un alternanza di dorsali anticlinali e di depressioni sinclinali che si generano ove le formazioni evaporitiche hanno un comportamento più plastico, spesso in relazione all'alternanza di livelli marnosi ed argillosi.

Nell'ambito di queste morfostrutture si possono distinguere diversi tipi di versante, talora con caratteri di transizione, quali: ver-

santi strutturali, versanti di frana, versanti di erosione e versanti di degradazione.

Da un punto di vista morfodinamico-ambientale possono essere distinti i seguenti tipi di paesaggi:

- a) *paesaggi collinari*, caratterizzati da versanti con pendenze variabili, da un'articolazione del rilievo piuttosto accentuata e da affioramenti rocciosi più o meno estesi. Le forme di soluzione prevalenti sulle superfici affioranti sono quelle legate al deflusso superficiale dell'acqua a partire dall'impatto delle gocce di pioggia, sino al ruscellamento diffuso ed a rivoli; forme di più grandi dimensioni, come doline e piccole valli cieche, sono determinate da "soluzione accelerata" e da erosione meccanica in corrispondenza di punti di infiltrazione e di vie di deflusso sotterraneo;

- b) *paesaggi fluviali* (fig. 2), caratterizzati da forme vallive scavate da corsi d'acqua i quali esercitano un'azione di incisione e talora di sottoescavazione, non soltanto di tipo meccanico, favorendo il crollo di blocchi sovrastanti; le forme risultanti sono spesso valli a forra, con pareti subverticali nella fascia inferiore dei versanti;



Fig. 2 - Valle incisa dal F. Salito; sono anche riconoscibili i grossi blocchi prodotti dai fenomeni di crollo dovuti a fenomeni di scalzamento alla base dei versanti.
Salito River down-cut valley; big fall blocks produced by fluvial undercutting are also recognisable.



Fig. 3 - Lago Soprano. Conca lacustre originata da fenomeni di collasso per suberosione dei gessi sottostanti (Serradifalco-CL foto di U. Sauro).

Lago Soprano. A lake hosted inside a collapse depression, induced by the solution of the underlying gypsum (Serradifalco-Caltanissetta; photo by Ugo Sauro).

c) *paesaggi lacustri* (fig. 3), caratterizzati da una conca chiusa che ospita un lago nella sua parte più depressa; il lago può favorire un allargamento del fondo della conca per una sorta di soluzione marginale, analogamente a quanto si verifica per i polje carsici;

d) *paesaggi costieri* marini, dove la concomitante azione dell'erosione meccanica del moto ondoso e della dissoluzione chimica determina nelle coste alte la formazione di caratteristici solchi di battente; frequenti sono i fenomeni di frana innescati dallo scalzamento al piede delle falesie che originano macereti di frana i cui blocchi vengono interessati da fenomeni di soluzione accelerata;

e) *paesaggi ipogei* che si trovano nell'ambito di cavità nel sottosuolo, in comunicazione con la superficie per circolazione di aria e/o di soluzioni acquose.

Le aree carsiche in gesso della Sicilia

Per una maggiore chiarezza espositiva le aree carsiche nei gessi della Sicilia sono state raggruppate con criteri di carattere geografico.

È bene precisare che, nonostante lo sviluppo che gli studi sul carsismo dei gessi in Sicilia hanno avuto in questi ultimi decenni, a

tutt'oggi ancora molte aree attendono di essere investigate in maniera compiuta. Pertanto la seguente descrizione fotografa la situazione delle attuali conoscenze che saranno sicuramente ampliate dalle ricerche future.

Sicilia occidentale - Valle del Belice

Santa Ninfa

L'area carsica di Santa Ninfa presenta un'estensione di circa 30 km² e, nelle grandi linee, costituisce un rilievo monoclinale di natura prevalentemente gessosa, dislocato da più sistemi di faglia in direzione E-W e N-S. L'area può essere schematicamente suddivisa in due distinti altopiani: l'altopiano settentrionale caratterizzato dalla presenza di rilievi gessosi allineati in direzione E-O e l'altopiano meridionale, separato dal precedente da una stretta fascia di terreni argillo-marnosi, contraddistinto da una maggiore omogeneità e da rilievi che non superano i 500 m di quota. Le precipitazioni medie annue ammontano a 633,2 mm, distribuite essenzialmente nella stagione invernale, e le temperature medie oscillano tra 11,8 e 21,1 °C.

In quest'area il complesso gessoso, poggiante sulle argille e marne della Formazione Terravecchia, è costituito da: marne diatomifere e gessose passanti verso l'alto a calcari silicei e gessosi; gessi selenitici a cristalli centimetrici e decimetrici, con intercalazioni di strati a cristalli minuti o a minute brecce gessose, organizzati in strati di spessore variabile, separati da sottili partimenti argillo-marnosi. Tale unità raggiunge uno spessore di circa 300 m e costituisce l'ossatura dei rilievi di Santa Ninfa, affiorando con maggiore estensione e continuità nella porzione settentrionale dell'area; ai gessi selenitici segue la sottounità gessarenitica (Messiniano sup.) potente circa 50 m, formata da arenarie e marne più o meno gessose; seguono marne e argille (Messiniano sup.) grigie e azzurre con sottili intercalazioni gesso-

so-argillitiche che separano i due altopiani (AGOSTINI & CUCCHI, 1989). I depositi post-evaporitici nell'area sono costituiti da calcari marnosi bianchi pelagici (Trubi) del Pliocene inf.-medio, affioranti essenzialmente nei settori meridionali dell'area, da un'alternanza di argille marnose e marne sabbiose (Formazione Marnoso Arenacea della Valle del Belice - Pliocene medio-sup.) e da calcareniti organogene, terminante verso l'alto con un conglomerato di regressione - Grande Terrazzo Superiore (Pleistocene sup.) presenti in lembi nella parte centro-occidentale dell'area.

Le forme di superficie

Il carsismo di superficie si manifesta essenzialmente con lo sviluppo di depressioni chiuse di medie e grandi dimensioni, valli cieche e depressioni con caratteri intermedi tra doline e valli cieche.

Tali forme si distribuiscono con maggiore densità nella parte settentrionale dell'Altopiano dove si distinguono: doline imbutiformi, con rapporti diametri-profondità mediamente bassi, caratterizzate dalla presenza di un inghiottitoio localizzato generalmente in posizione centrale; doline a ciotola e a piatto, con versanti a debole pendenza e con un fondo la cui morfologia è spesso modificata dall'intervento antropico o dai normali processi di riempimento; in queste depressioni non sempre è possibile individuare i punti di assorbimento delle acque poiché la presenza di depositi eluvio-colluviali ne maschera la presenza. Sono presenti depressioni dal perimetro irregolare, derivanti dalla coalescenza di più forme, caratterizzate dalla presenza di più punti depressi sul fondo. Si individuano, infine, depressioni chiuse localizzate lungo versanti con caratteri intermedi tra doline e valli cieche, contraddistinte da un inghiottitoio posto in corrispondenza della soglia gessosa posta più a valle. Le doline talora sono disposte secondo allineamenti preferenziali in cui

ogni depressione sembra essersi evoluta come conseguenza dell'apertura di un inghiottitoio alla fine di una valle cieca. La prima dolina che si è sviluppata è quella più a valle mentre l'ultima è quella più a monte, probabilmente in seguito ad una "retrocessione degli inghiottitoi". Aspetto caratteristico è quello per cui il profilo longitudinale lungo l'allineamento di doline presenta una pendenza generale contraria a quella originale della valle; cioè le altitudini medie del fondo delle doline decrescono a partire dalla dolina più vecchia (che è quella più a valle) verso la più giovane (che è quella più a monte) (AGNESI *et al.*, 1989; SAURO, 1995; 1997).

Nell'altopiano settentrionale la densità delle doline è elevata. Esse, infatti, occupano l'intera superficie costituendo dei complessi ad alveare del tipo "honeycomb karst". I contorni di ciascuna depressione sono a contatto con quelli delle depressioni contigue, formando un sistema di dorsali a maglie poligonali che nell'insieme ricorda certi tipi di "carso tropicale", dai quali tuttavia si discosta per la maggiore variabilità nei parametri dimensionali, nelle asimmetrie dei versanti e nelle dissimmetrie dei bacini.

Spesso tra i vari sistemi di doline si ergono dei piccoli dossi gessosi conici o piramidali interpretati come forme di erosione selettiva (AGNESI *et alii*, 1989). Sulle sommità di alcuni di questi rilievi infatti, esistono ancora piccole placche di Trubi o di calcare evaporitico, che hanno esercitato un'azione protettiva nei confronti dei gessi sottostanti.

Le valli cieche presenti in questo settore, anche se non molto numerose, sono impostate interamente su terreni gessosi e sono caratterizzate da un fondo arrotondato riempito da materiale alluvionale. La distribuzione e l'orientazione di queste valli sono influenzate dalla presenza di piani di discontinuità strutturali, essendo localizzate lungo le fasce contigue agli orli delle scarpate che dislocano l'Altopiano e in corrispondenza di sistemi di frattura sub-paralleli al versante tettonico set-

tentrionale.

Nell'Altopiano meridionale la densità delle depressioni chiuse è decisamente minore. Si tratta per lo più di doline di piccole e medie dimensioni a fondo piatto. Prevalgono, di contro, le valli cieche il cui sviluppo è condizionato dalla presenza della fascia di terreni argillosi, localizzata tra l'Altopiano settentrionale e quello meridionale, che favorisce lo sviluppo del deflusso superficiale. I corsi d'acqua, infatti, si originano e scorrono per un lungo tratto nella porzione argillosa settentrionale in direzione N-S, per incarsi al contatto con l'unità gessosa posta più a Sud.

In questo settore particolare importanza riveste la Valle del Biviere; questa, inizialmente, è incisa sui terreni argillosi e, dopo un breve tratto in direzione N-S, si imposta sull'unità gessosa con una direzione E-W, parallelamente al sistema di faglie che smembrano l'Altopiano. Il corso d'acqua, in corrispondenza dei terreni gessosi, incide una stretta valle a V che a tratti assume l'aspetto di una forra; nel tratto terminale si sviluppa un'ampia conca bordata da ripide pareti gessose alte fino a 50 m, alla base delle quali il corso d'acqua viene assorbito da un ampio inghiottitoio, originando un esteso sistema carsico ipo-

geo, la Grotta di Santa Ninfa (fig. 4).

In tutta l'area gli affioramenti gessosi sono interessati anche da Karren di diversa tipologia impostati su differenti litotipi gessosi. Infine sono stati ritrovati resti di colate concrezionali di natura carbonatica, in parte ancora ancorate al substrato gessoso, resti di grotte gessose ormai smantellate dai processi di soluzione, di cui sono rimasti solo piccoli lembi di concrezioni carbonatiche più resistenti ai processi di dissoluzione.

E' lecito ipotizzare che l'attuale assetto geomorfologico dell'area di Santa Ninfa sia stato raggiunto attraverso il succedersi di differenti fasi morfogenetiche, a partire dalla sua emersione avvenuta nel Pleistocene medio, che possono essere in tal modo identificate: a) una prima fase, di tipo fluviale, in cui si è instaurata una rete di drenaggio superficiale sulle originarie coperture poco permeabili e non carsificabili, controllata dalla pendenza generale dell'area e dalla presenza di vie di scorrimento preferenziale, quali sistemi di faglia e di frattura; b) una seconda fase prettamente carsica che è prevalsa nel momento in cui le coperture sono state erose, e che ha modificato radicalmente il paesaggio determinatosi nel corso del primo stadio (AGNESI *et al.*, 1989).



Fig. 4 - Valle cieca del Biviere. Alla base delle alte scarpate gessose che bordano l'omonima conca si apre l'inghiottitoio da cui prende origine la Grotta di Santa Ninfa.

Biviere blind valley. The sinkhole of Santa Ninfa cave develops at the base of the high gypsum scarps, surrounding the "Conca del Biviere".

Studi mirati alla valutazione dell'erosione chimica dei gessi hanno inoltre messo in evidenza che l'evoluzione del rilievo debba ritenersi veloce. Differenti metodi hanno infatti dato valori di abbassamento della superficie gessosa pari a 0,38 mm/anno (HS) (AGNESI *et al.*, 1989) e valori di 0,44 mm/anno (M.E.M).

Le grotte

Le attività di ricerca speleologica condotte negli anni '80 da gruppi speleologici siciliani e dalla Federazione Speleologica dell'Emilia Romagna, hanno permesso di delineare un quadro esaustivo delle caratteristiche del carsismo ipogeo di tale territorio. Nel corso di oltre un quinquennio di ricerche è stato possibile individuare oltre trenta cavità, molte delle quali sono state anche compiutamente esplorate e studiate (CHIESI *et al.*, 1989). Le caratteristiche delle grotte dell'area sono riconducibili alle più comuni tipologie di

cavità in gesso, legate quindi sia a fenomeni di scorrimento idrico che di fratturazione tettonica della roccia.

La cavità più importante, sia per le dimensioni che per i molteplici aspetti speleogenetici e morfologici che la caratterizzano, è la Grotta di Santa Ninfa (8000 SI/TP); si tratta di un sistema idrologico ipogeo completo (associato all'Inghiottitoio del Biviere, a monte – 8022 SI/TP) dello sviluppo complessivo di oltre 1350 m e un dislivello di circa 25 m. La grotta si sviluppa su due livelli principali, di cui quello inferiore risulta attivo con un corso d'acqua proveniente dall'inghiottitoio e che ritorna a giorno attraverso una risorgenza posta circa 20 m sotto l'attuale ingresso percorribile. In considerazione della differenziazione dei processi speleogenetici, nella cavità si riscontra una vasta gamma di morfologie, quali ad esempio le forme freatiche e paragenetiche, i meandri vadosi, gli ambienti di crollo. Rilevante anche la presen-



Fig. 5 - Concrezioni carbonatiche di grandi dimensioni nella parte finale del ramo inattivo (Foto di Francesco Liotti – Archivio R.N.I. "Grotta di Santa Ninfa").

Large carbonatic speleothems in the terminal sector of the inactive gallery of the Santa Ninfa Cave (Photo by Francesco Liotti – Archive R.N.I. "Grotta di Santa Ninfa").

za di depositi fisici (prevalentemente alluvionali) e chimici, essenzialmente carbonatici (fig. 5) e gessosi, la cui evoluzione, per questi ultimi, è condizionata anche dalla presenza di acque sulfuree.

Delle altre cavità dell'area vanno ricordate: La Grotta della Volpe Rossa (8007 SI/TP), inghiottitoio attivo posto al fondo di una dolina, con un pozzo di accesso di 25 m ed un successivo meandro inclinato lungo oltre 350 m; la Grotta di Pafuni (8019 SI/TP), risorgenza fossile testimoniante le fasi più antiche della carsificazione dell'area; la Grotta delle Eccentriche (8001 SI/TP), cavità impostata su sistemi sub-ortogonali di fratture connesse con movimenti gravitativi della placca di gesso sulle sottostanti argille.

Salemi-Vita-Calatafimi

Con questo nome viene indicata l'area carsica, localizzata a NW dell'Altopiano di Santa Ninfa, compresa tra l'abitato di Salemi e quello di Calatafimi. Tale area, estesa per circa 20 km², nelle grandi linee può essere assimilata ad una dorsale sinforme, orientata in direzione SW-NE, delimitata da due valli omoclinali. Le condizioni climatiche nell'area sono simili a quelle di S. Ninfa essendo le precipitazioni medie annuali pari a 638,5 mm, distribuite essenzialmente nel periodo invernale e solo il 3,5 % (22,1 mm) nei mesi estivi, e la temperatura media annua pari a 17,4 °C, con massime e minime rispettivamente di 21,7 °C e 13 °C.

Nell'area di Salemi-Vita-Calatafimi i depositi pre-evaporitici cominciano con le argille sabbiose, arenarie e conglomerati della Formazione Terravecchia (Tortoniano sup.-Messiniano inf.) cui seguono i calcari e le calcareniti organogene della Formazione Calcarea-Arenacea di Baucina (Messiniano inf.). La facies calcarea presenta a tetto e intercalate argille grigie fossilifere. Il complesso evaporitico (Messiniano sup.) è costituito da gesso selenitico massivo o organizzato in stra-

ti di spessore da decimetrico a metrico, separati da intercalazioni argillo-marnose, più o meno spesse. I depositi post-evaporitici in quest'area sono rappresentati da Calcari a Congerie (Messiniano sup.) di ambiente lacustre, a *Melanopsis* e *Dreysena*, cui seguono calcari marnosi del Pliocene inferiore-medio (Trubi) (BOMMARITO *et al.*, 1992a; 1992b). Dal punto di vista strutturale, l'area è contraddistinta da una sinclinale ad andamento SW-NE, fagliata e ripiegata in strutture minori.

Le forme di superficie

Le forme carsiche che si sviluppano in quest'area sono fortemente condizionate dalle caratteristiche litologiche e strutturali qui presenti. Le coperture sovrastanti le unità gessose (Calcari a Congerie e Trubi) sono ancora ben conservate, affiorando in maniera estesa e con elevati spessori. Queste condizioni hanno permesso lo sviluppo sia di un carso esposto, laddove i terreni di copertura sono stati completamente erosi, sia di un carso di interstrato, sviluppatosi cioè al di sotto di una copertura di sedimenti che si sono depositi prima della carsificazione. Le caratteristiche strutturali hanno favorito, inoltre, lo sviluppo di numerose forme, tipiche di un paesaggio fluvio-carsico, legate all'azione concomitante dei processi carsici e di quelli fluviali.

Tra le forme carsiche di grandi dimensioni, si riconoscono principalmente doline e valli cieche con peculiarità differenti, in relazione al tipo di litologia in cui si sviluppano, a seconda che si tratti dei litotipi gessosi, dei terreni di copertura ovvero a contatto tra unità carsificabili e non.

Sui terreni evaporitici si generano essenzialmente doline di soluzione normale a fondo piatto, a ciotola e doline di versante. Le doline a piatto e a ciotola sono di piccole dimensioni avendo mediamente un diametro di circa 100 m ed una profondità massima di circa 50 m. Quelle di versante, presentano



Fig. 6 - Gorgo delle Sanguisughe. Depressione di subsidenza in roccia impostata su Calcari a Congerie (Messiniano sup.).

Gorgo delle Sanguisughe. Subsidence depression set on "Calcari a Congerie" (Upper Messinian).

un'asimmetria dei versanti, sono caratterizzate da dimensioni maggiori avendo diametri che raggiungono anche i 500 m ed una profondità massima intorno ai 50 m. A luoghi, le doline sono allineate secondo direzioni preferenziali, presentano un fondo con quota decrescente da monte verso valle e una soglia di separazione di modeste dimensioni.

Nella parte centrale dell'area, in prossimità dell'abitato di Vita, le forme carsiche si impostano sui calcari marnosi appartenenti all'unità dei Trubi. Si tratta di doline dal contorno mal definito, caratterizzate da versanti a debole pendenza, dall'assenza di un inghiottitoio e da un rapporto diametro/profondità elevato. Nell'area sono presenti anche depressioni impostate sui Calcari a Congerie sovrastanti i gessi, che presentano dimensioni maggiori rispetto a quelle delle doline precedentemente descritte. Tra le forme che si sviluppano su tale unità si distingue il Gorgo delle Sanguisughe (fig. 6), descritto per la prima volta nel 1910 da Olinto Marinelli. Si tratta di una depressione chiusa che mostra un diametro medio di 450 m ed una profondità massima di 50 m. È caratterizzata da versanti concavi poco acclivi interrotti da scarpate di modesta entità e da un fondo piatto, in parte occupato da un piccolo specchio d'acqua formatosi per l'occlusione della rete di fessurazione da parte di materiale impermeabile non solubile (MARINELLI, 1910; AGNESI *et al.*,

1986). Le depressioni che si sviluppano sui terreni di copertura delle unità gessose (Calcari a Congerie e Trubi) possono essere considerate delle doline di subsidenza in roccia. Nella genesi di tali cavità si ammette l'esistenza di un drenaggio sotterraneo, attraverso la fitta rete di fessurazione (interessante sia i Trubi sia i Calcari a Congerie) che ha determinato una sub-erosione dei gessi e una subsidenza delle unità sovrastanti. La maggiore profondità delle doline impostate sui Calcari a Congerie si deve al fatto che questa unità è caratterizzata da un grado di carsificazione, seppur basso, che non caratterizza i Trubi. Di conseguenza, nella formazione di tali depressioni si può considerare l'azione concomitante dei processi di sub-erosione dei gessi e secondariamente dei processi di corrosione che interessano i Calcari a Congerie.

Nell'area di Salemi-Vita-Calatafimi la presenza di intercalazioni marnose all'interno dell'unità gessosa, a luoghi rilevanti, e di terreni non carsificabili, unitamente all'assetto strutturale qui presente, permette ai processi fluviali di svolgere un ruolo determinante nella genesi ed evoluzione delle forme carsiche. In tutta l'area infatti, sono ben sviluppate le valli cieche e le depressioni con carattere intermedio tra dolina e valle cieca, impostate a contatto tra l'unità gessosa e le unità non carsificabili. La maggior parte delle valli cieche è distribuita nella parte meridionale e cen-



Fig. 7 - Valli cieche impostate lungo il fianco della sinforme terminanti in corrispondenza del nucleo gessoso.
Blind valleys set on along the synform flank, ending to the gypsum fold-core.

trale dell'area. Si tratta di valli allogeniche che presentano una direzione preferenziale di scorrimento SE-NW e NW-SE, in accordo con le caratteristiche strutturali dell'area. I corsi d'acqua si originano, infatti, in corrispondenza dei terreni a grado di carsificazione basso o nullo lungo i fianchi della sinclinale, per terminare in corrispondenza del nucleo gessoso (fig. 7).

Infine, bisogna rilevare che l'intervento antropico ha modificato pesantemente le caratteristiche originarie delle forme presenti: il fondo della maggior parte delle depressioni e gli inghiottitoi vengono riempiti per aumentare la superficie coltivabile; le doline, talora, sono utilizzate per il deposito temporaneo di inerti provenienti da cave; anche i versanti delle depressioni vengono ampiamente modificati per creare superfici a minore pendenza sfruttabili per la coltivazione.

Quest'area è stata soggetta al processo di inversione del rilievo, fenomeno piuttosto comune nelle rocce evaporitiche.

Le grotte

Nell'area in esame sono segnalate numerose cavità, coincidenti in genere con inghiottitoi

posti al fondo di doline e valli cieche. Le esplorazioni sono state fino ad oggi frammentarie e non hanno quindi permesso la compiuta conoscenza del fenomeno carsico ipogeo.

La cavità meglio conosciuta è l'Inghiottoio di Rocca Mondura (MADONIA & PANZICA LA MANNA, 1986), con sviluppo di 130 m e dislivello di 74 m, che si apre sul fondo di una dolina ad imbuto sulla sommità dell'omonimo rilievo gessoso, in comune di Salemi. La parte alta della cavità, dopo i primi brevi pozzi di accesso, è caratterizzata da una galleria su piano inclinato di circa 30° impostata lungo i piani di stratificazione, che ne condizionano la morfologia del soffitto. La grotta prosegue poi con un pozzo cascata di 16 m di dislivello, articolato in due salti, e successivamente con una stretta galleria rettilinea, caratterizzata da notevoli depositi alluvionali che ne nascondono completamente le pareti di roccia. L'andamento planimetrico è dato dalla successione di due rami sub-ortogonali di pari lunghezza, con direzioni NW-SE e NE-SW.

Altri inghiottitoi, solo parzialmente esplorati, sono ubicati in C.da Baronìa e C.da Le Marge.



Fig. 8 - Stalattiti monocristalline deviate dalla verticale per la presenza di correnti d'aria (Foto di Ezio Fiorenza - Archivio R.N.I. "Grotta di Entella").

Mono-crystalline stalactites whose direction has been deviated by air current (Photo by Ezio Fiorenza - Archive R.N.I. "Grotta di Entella").

Rocca di Entella

L'area della Rocca di Entella è localizzata nella Valle dell'alto Belice, nel settore nord-occidentale dei Monti Sicani, ed è limitata al rilievo isolato di Rocca di Entella. Si tratta di un rilievo monoclinale di natura gessosa che deve la sua importanza alla presenza della Grotta di Entella, una delle cavità maggiormente sviluppate della Sicilia.

Le forme di superficie

Il carsismo di superficie si esplica esclusivamente sulla sommità del rilievo con lo sviluppo di piccole doline di soluzione e di qualche dolina aperta, essendo state smantellate le soglie gessose da movimenti gravitativi di versante che interessano la Rocca. Abbastanza diffuse sono le forme di piccole dimensioni che si impostano sia sulle unità gessose sia sui calcari evaporitici affioranti nelle parti sommitali del rilievo.

Le grotte

La cavità più significativa dell'area è la Grotta di Entella (310 SI/PA), ubicata alla base della parete occidentale dell'omonima Rocca. La grotta è costituita da tre livelli caratterizzati da processi evolutivi differenzia-

ti, con morfologie riconducibili a fasi freatiche, di scorrimento vadoso, paragenetiche e di crollo. Le parti superiori, più vicine alle aree di alimentazione esterne e riconoscibili nelle doline del pianoro sommitale del rilievo, si caratterizzano per la presenza di notevoli spessori di depositi alluvionali reincisi. Nella parte mediana del ramo superiore sono presenti speleotemi carbonatici e gessosi; questi ultimi sono rappresentati da stalattiti monocristalline deviate dalla verticale per la presenza di correnti d'aria (fig. 8). Nella zona più a monte del livello superiore si individua un camino di circa 40 m di altezza che si spinge fino a pochi metri dalla superficie esterna. L'andamento della grotta è complessivamente rettilineo, in direzione NW-SE, con tratti meandriiformi. Il collegamento tra i differenti livelli è costituito da pozzi cascata, che si sono evoluti nel tempo anche per crolli successivi. L'attuale ingresso costituiva la risorgenza, ora fossile, del sistema ipogeo che si sviluppa per circa 600 m, con un dislivello complessivo di 58 m.

Sicilia nord-occidentale

Bacino di Ciminna

Il Bacino di Ciminna rappresenta un bacino intramontano all'interno della catena sici-

liana localizzato tra i Monti di Palermo, ad Ovest, e il gruppo montuoso delle Madonie, ad Est. Nelle grandi linee si suddivide in tre strutture sinclinaliche di diverse dimensioni: il Bacino di Ciminna s.s., che costituisce la struttura di maggiori dimensioni, il Sub-bacino di Sambuchi e il Sub-bacino di Pizzo Bosco che possono essere considerati le due estensioni laterali orientali del Bacino di Ciminna s.s. (LO CICERO *et al.*, 1997).

Bacino di Ciminna s.s.

Nel Bacino di Ciminna s.s. la successione stratigrafica comincia con i depositi silico-clastici della Formazione Terravecchia (Tortoniano sup.-Messiniano inf.), cui segue una successione argillosa a *Turboratalita multiloba* (Messiniano inf.) e, talora in eteropia, i calcari di scogliera della Formazione calcareo-arenacea di Baucina (Messiniano inf.). Segue il complesso evaporitico (Messiniano inf.) suddivisibile in tre unità litostratigrafiche (LO CICERO *et al.*, 1997; CONTINO, com. pers.): a) *complesso evaporitico misto* (spesso da 60 a 200 m) costituito da un membro basale, formato da argille gessose talvolta bituminose, stromatoliti algali e gesso selenitico massivo con filamenti algali, su cui poggia in discordanza un membro intermedio, dato da una ripetizione ciclica di gessi stromatolitici e carbonati evaporitici laminati, gesso selenitico in livelli stratificati e gesso selenitico massivo e/o ben stratificato, su cui giace in discordanza un membro superiore costituito da torbiditi gessose gradate e laminate. Una superficie di erosione taglia al tetto l'intera successione; segue un livello argilloso a *Turboratalita multiloba* (Messiniano inf.) che separa il complesso misto dai depositi del *ciclo evaporitico inferiore* "Gessi di Cattolica Auct." caratterizzato da strati e banchi di gessi macrocristallini, talvolta separati da sottili livelli di marne gessose, e da gessi massivi. A luoghi sono presenti livelli di carbonati evaporitici o di laminiti algali. La terza unità litostratigrafica è rappresentata dai

depositi del *ciclo evaporitico superiore* "Gessi di Pasquasia Auct." costituito da gessareniti e gessopeliti, argille e marne con a luoghi intercalazioni di conglomerati polimitici (fanglomerati). In discordanza sull'intero complesso evaporitico giacciono i Trubi (Pliocene inf.) che, nella parte orientale del Bacino, sono ricoperti da marne argillose spesso sabbiose (Pliocene inferiore) contenenti una microfaua a foraminiferi planctonici.

Le forme di superficie

In quest'area il carsismo si manifesta essenzialmente con lo sviluppo di forme superficiali; numerosi sono gli inghiottitoi, spesso presenti sul fondo delle doline, che fanno presupporre l'esistenza di un carsismo ipogeo ben sviluppato, tuttavia la maggior parte di essi è occluso sia da depositi colluviali sia da materiale messovi in posto dall'uomo e pertanto inaccessibili.

Tra le forme carsiche superficiali prevalgono depressioni di medie e grandi dimensioni che si impostano essenzialmente sui litotipi gessosi del corpo evaporitico inferiore (doline di soluzione) e secondariamente sui depositi fanglomeratici appartenenti al corpo evaporitico sup. (doline alluvionali). Sono state censite circa 120 depressioni, tra doline, doline aperte, valli cieche, forme con caratteri intermedi tra doline e valli cieche. Tali forme sono localizzate soprattutto nel settore meridionale del bacino dove sono allungate e allineate in direzione circa SW-NE, concordemente alla pendenza generale dei versanti, alla giacitura degli strati e alla direzione delle principali linee di discontinuità tettonica. Le depressioni chiuse sono essenzialmente doline a piatto e/o a ciotola, caratterizzate da un perimetro circolare o ellittico, da un diametro medio compreso tra 50 e 300 m, da versanti piuttosto acclivi e da una profondità variabile da qualche metro fino a circa 30 m, e doline asimmetriche di versante che mostrano una differenza significativa tra la massima profon-



Fig. 9 - Sistema complesso di doline. Alle quote superiori si sviluppano doline aperte comunicanti tra loro e caratterizzate da un fondo ricoperto dalla copertura permeabile messiniana. Tali doline si aprono su due grandi depressioni situate a quota inferiore (Serre di Ciminna).

Complex doline system. Opened interconnected dolines, develop at the high heights, partially filled by Messinian permeable deposits. The dolines are connected to two depressions developed below (Serre di Ciminna).

dità e la profondità minima, un versante più esteso sul lato a monte e un versante più stretto e generalmente più ripido sul lato a valle. Accanto alle forme chiuse in quest'area sono presenti diverse depressioni aperte che mostrano le stesse caratteristiche delle doline suddette, ma sono prive di una soglia perché ormai erosa. Tali conche risultano inoltre "sospese" su altre doline con le quali sono in collegamento mediante gradini, brusche rotture di pendenza e/o piccole incisioni (fig. 9). In merito alla presenza e disposizione delle doline aperte, si può ammettere che la loro origine è da legare al procedere nel tempo dei fenomeni di soluzione, e dei processi di erosione e di arretramento dei versanti l.s., che hanno progressivamente prodotto l'apertura di tali depressioni e la conseguente "cattura" da parte delle doline maggiori ai danni delle conche di minori dimensioni.

In tutte le tipologie di dolina fin qui descritte, il fondo è occupato da una coltre eluvio-colluviale o dai depositi fanglomeratici semipermeabili, presenti in lembi anche lungo i versanti.



Fig. 10 - Solchi arrotondati generatisi sotto coperture permeabili (Bacino di Ciminna).

Rundkarren developed under permeable covers (Ciminna Basin).

Tra le forme di grandi dimensioni va segnalata la presenza di numerose valli cieche, anche di notevole estensione.

Nel territorio del Bacino di Ciminna sono abbastanza diffuse le forme carsiche di piccole dimensioni di tipo Karren. In particolare, le forme meglio sviluppate sono i solchi di tipo coperto su gesso macrocristallino, disposti a formare estesi campi solcati (fig. 10), favoriti dalla presenza della copertura semipermeabi-



Fig. 11 - Colata concrezionale di natura carbonatica, relitto del pavimento di una grotta nei gessi oramai erosa (Bacino di Ciminna).

Carbonate flowstone, constituting a relict form of the floor of an eroded gypsum cave (Ciminna Basin).

le, e le candele che si sviluppano essenzialmente lungo le soglie ormai aperte che mettono in comunicazione due doline.

In diversi settori dell'area molte delle superfici gessose appaiono nude e sono interessate dalla presenza di forme legate alla "crosta di alterazione", quali bolle e sistemi di fratturazione poligonale. Infine, analogamente all'area di Santa Ninfa, sono stati ritrovati resti di depositi di grotta di natura carbonatica del tipo colata (fig. 11).

L'evoluzione geomorfologica del Bacino di Ciminna sembra essere stata condizionata dalla presenza al tetto della successione evaporitica dei depositi fanglomeratici, caratterizzati da una discreta permeabilità. Si può ipotizzare infatti che in questo ambiente i processi carsici abbiano agito in concomitanza con quelli fluviali; la presenza di una copertura permeabile avrebbe infatti favorito la soluzione dei gessi sottostanti, ancora prima della loro esposizione.

Contemporaneamente, mentre erano ancora attivi i processi fluviali si andavano delineando depressioni di tipo "cripto-doline" (secondo l'accezione di NICOD, 1996) con dimensioni via via crescenti da monte verso valle. Successivamente, in relazione all'erosione della copertura, le doline di maggiori dimensioni avrebbero operato una cattura nei confronti delle doline minori poste a monte,

causando l'apertura della soglia di separazione.

Le grotte

Nel territorio di Ciminna-Sambuchi possono essere individuate due aree di un certo interesse speleologico: il rilievo delle Serre di Ciminna (MADONIA & PANZICA LA MANNA, 1986) e il Monte Misciotto.

Nella prima area sono conosciute diverse cavità tettoniche, ubicate sulle pareti sud-occidentali delle Serre. Alcune di queste si sviluppano con andamento verticale, parallelo alle pareti e sono riconducibili a fenomeni di rilascio tensionale dell'ammasso gessoso. Tra le cavità di questo settore va ricordata la Grotta dell'Acqua Ammucciata (217 SI/PA) nella quale è presente un bacino idrico alimentato dalla falda.

Sulle aree sommitali delle Serre, tra gli inghiottitoi presenti quello di maggiore interesse speleologico è l'Inghiottitoio delle Serre (206 SI/PA). La grotta si apre al fondo di una dolina (fig. 12) con un pozzo di 12 m che immette in una vasta galleria ampliata anche per fenomeni di crollo; segue un tratto meandriforme lungo circa 85 m, impostato su due differenti direttrici NE-SW, in prosecuzione della sala iniziale e NW-SE. Oltre che da morfologie di scorrimento idrico in regime freati-



Fig. 12 - Ingresso dell'Inghiottoio delle Serre.

Entrance of the "Inghiottoio delle Serre".

co, la grotta è caratterizzata anche da notevoli speleotemi (stalattiti e macrocristallizzazioni) di gesso.

Nell'area del Monte Misciotto BUFFA *et al.* (1995) hanno individuato ed esplorato 13 cavità ubicate sia sulle aree sommitali di assorbimento che sulle pareti che bordano il rilievo. Si tratta di cavità di modesta importanza, alcune riconducibili geneticamente a fenomeni tettonici, altre a scorrimento idrico. Tra queste ultime si citano la 250 SI/PA, paleorisorgenza dell'area, che si sviluppa per circa 220 m con due distinti rami ad andamento sub-orizzontale e presenta morfologie freatiche e vadose; la 255 SI/PA con funzione di inghiottitoio, avente andamento meandriforme e lunghezza complessiva di 35 m, caratteristica per i netti cambiamenti ortogonali di direzione che seguono discontinuità N-S ed E-W.

Sicilia centro-meridionale

L'area della Sicilia centro-meridionale comprende gli affioramenti gessosi ricadenti perlopiù nella provincia di Agrigento. Nonostante la grande diffusione delle rocce evaporitiche qui presenti, gli studi sul fenomeno carsico in quest'area sono a tutt'oggi purtroppo ancora poco numerosi. In particolare, le principali ricerche riguardano l'esplora-

zione e la descrizione di cavità sotterranee ubicate in diversi settori della provincia di Agrigento.

Le forme di superficie

Tra le aree più significative e maggiormente studiate, soprattutto dal punto di vista speleologico, si annovera l'area carsica compresa tra gli abitati di S. Angelo Muxaro e S. Elisabetta, localizzata a qualche decina di chilometri a NNW della città di Agrigento.

Contrariamente alle zone descritte precedentemente, tale area non costituisce un'unità morfocarsica dai limiti ben definiti essendo caratterizzata dalla presenza di numerosi rilievi isolati di natura gessosa, di quota compresa tra 200 e 650 m circa, che poggiano su un substrato prevalentemente argilloso. Le caratteristiche climatiche non si discostano di molto da quelle delle altre aree considerate: le precipitazioni medie annue ammontano a 559,3 mm di pioggia e la temperatura media annua è di 17,4 °C. La successione evaporitica è costituita da gessi selenitici e laminati con intercalazioni di marne gessose, sali (generalmente cloruri, talora affioranti localmente) passanti lateralmente a gessareniti e argille o a gessi macrocristallini e clastici; la serie gessosa poggia su un substrato argilloso del Tortonianiano inf.-sup. ed è ricoperta in discor-



Fig. 13 - Solchi a doccia legati all'azione degli spruzzi e dall'erosione prodotta dalla risacca del mare sulla scarpata costiera (Marina di Palma di Montechiaro – Foto di Ugo Sauro).

Runnels developed on a cliff, following to wave splashing and marine erosion (Marina di Palma di Montechiaro – Photo by Ugo Sauro).

danza dai Trubi. Nell'area sono presenti piccoli affioramenti di Tripoli e di Calcarea di base (Messiniano inf.).

Le forme superficiali di grandi dimensioni sono riconducibili a doline e valli cieche. Le prime sono essenzialmente doline di soluzione; presentano un contorno da circolare a ellittico, un diametro medio non troppo elevato e profondità di qualche decina di metri; si tratta perlopiù di forme a piatto e a ciotola che si ritrovano isolate o disposte in gruppi e allineate secondo direzioni preferenziali. A luoghi si ha la presenza di conche aperte da un lato a seguito dei processi di soluzione che ne hanno smantellato una delle soglie gessose. L'area di S. Angelo Muxaro, in relazione alla grande diffusione di terreni argillosi, è contraddistinta dalla presenza di numerose piccole valli cieche. Si tratta di valli allogeniche che spesso alimentano cavità sotterranee.

Nell'area compresa tra S. Angelo Muxaro e S. Elisabetta (C.da Muxarello) è presente un gruppo spettacolare di rilievi domiformi del tipo "megabolle", riuniti a formare una dorsale complessa, caratterizzati dalla presenza di una crosta di alterazione poligonale ben sviluppata (MACALUSO & SAURO, 1997; 1998; FERRARESE *et al.*, 2002).

Un altro settore in cui il carsismo mostra delle evidenze significative è rappresentato

dall'area costiera agrigentina, tra Cattolica Eraclea e Montallegro; questa è caratterizzata dalla presenza di numerose doline e da alcune depressioni chiuse o semichiuse di grandi dimensioni assimilabili a forme di tipo polje. La forma più significativa è "Il Pantano", un polje semiaperto a fondo piatto in cui si possono verificare ristagni di acqua anche nel periodo estivo. Tra le forme di grandi dimensioni in prossimità di Porto Empedocle si sviluppa una delle valli cieche di maggiore estensione presenti in Sicilia. Si tratta di una valle allogenica, impostata prevalentemente su terreni di natura argillosa, che presenta un bacino idrografico di oltre 8 km² e uno sviluppo di circa 3 km. La valle termina in corrispondenza di un inghiottitoio, Lo Sfondato, a valle del quale, dopo circa 1 km nella stessa direzione valliva si sviluppa una risorgenza, la Grotta delle Zubbie, probabilmente da ricollegare al sistema ipogeo precedente (AGNESI *et al.*, 1986).

In quest'area sono ben sviluppate anche le forme di piccole dimensioni del tipo Karren (MACALUSO & SAURO, 1996; MACALUSO *et al.*, 2001). Tra i siti maggiormente significativi si annovera l'area di Montallegro, dove si riconosce una vasta gamma di Karren di diversa tipologia e dimensioni impostati su gesso alabastrino, l'area di Siculiana Marina dove sono presenti forme del tipo "Pinnacle Karst" su gessi macrocristallini in parte ancora ricoperti da una copertura clastica permea-

bile, e l'area di Marina di Palma di Montechiaro, più a Sud-Est, caratterizzata dalla presenza di Karren costieri legati all'azione solvente e meccanica dell'acqua marina (fig. 13). In prossimità di quest'area a Serra Balate si riconosce un paesaggio in roccia nuda contraddistinto da numerose bolle che si sviluppano su un versante omoclinale di gesso macrocristallino.

Le grotte

Il carsismo ipogeo della Sicilia centro-meridionale si sviluppa con molteplicità di forme, anche di notevole importanza dimensionale. La maggiore concentrazione delle cavità individuate si localizza nei territori che si estendono dal comune di Sant'Angelo Muxaro verso Est e Sud-Est fino ai comuni di Raffadali, Cattolica Eraclea, Montallegro.

In tali territori le cavità che rivestono maggiore importanza, sia per dimensioni che per complessità speleogenetica sono: la Grotta di Sant'Angelo Muxaro, la Grotta del Traforo di Montallegro, la Zubbia Camilleri e il Labirinto degli Istrici.

Grotta di Sant'Angelo Muxaro (2008 SI/AG) (PANZICA LA MANNA, 1995) – Si tratta di un inghiottitoio posto alla base della rupe su cui sorge l'omonimo abitato, che drena le acque di una valle cieca impostata sul substrato argilloso del Tortoniano. La cavità ha uno sviluppo complessivo di circa 1200 m ed un dislivello di 50 m. La prima parte si sviluppa su due livelli sovrapposti, di cui quello inferiore è attivo. Attraverso il livello superiore si perviene, all'interno della grotta, nel ramo medio-terminale nel quale confluiscono le acque provenienti dall'inghiottitoio esterno. Questo primo settore, specie nella parte dell'ingresso e del livello superiore, è caratterizzato prevalentemente da morfologie di crollo, che raggiungono proporzioni imponenti nell'antro di accesso, con blocchi anche di alcune decine di m³. Le parti attive sono invece

caratterizzate prevalentemente da morfologie freatiche (fig. 14), con soffitti a botte e laminatoi a sezione lenticolare. Nella parte mediana della grotta si innesta un pozzo che mette in comunicazione con l'esterno, in corrispondenza di una profonda dolina ad imbuto, situata a circa 300 m ad ESE dell'ingresso. L'andamento della grotta è prevalentemente meandriforme, con direzioni preferenziali ESE-WNW e NNE-SSW. Le acque del torrente sotterraneo che scompaiono alla fine della cavità attraverso un sifone impercorribile, ritornano a giorno attraverso una piccola grotta-risorgenza sul versante opposto del rilievo gessoso.

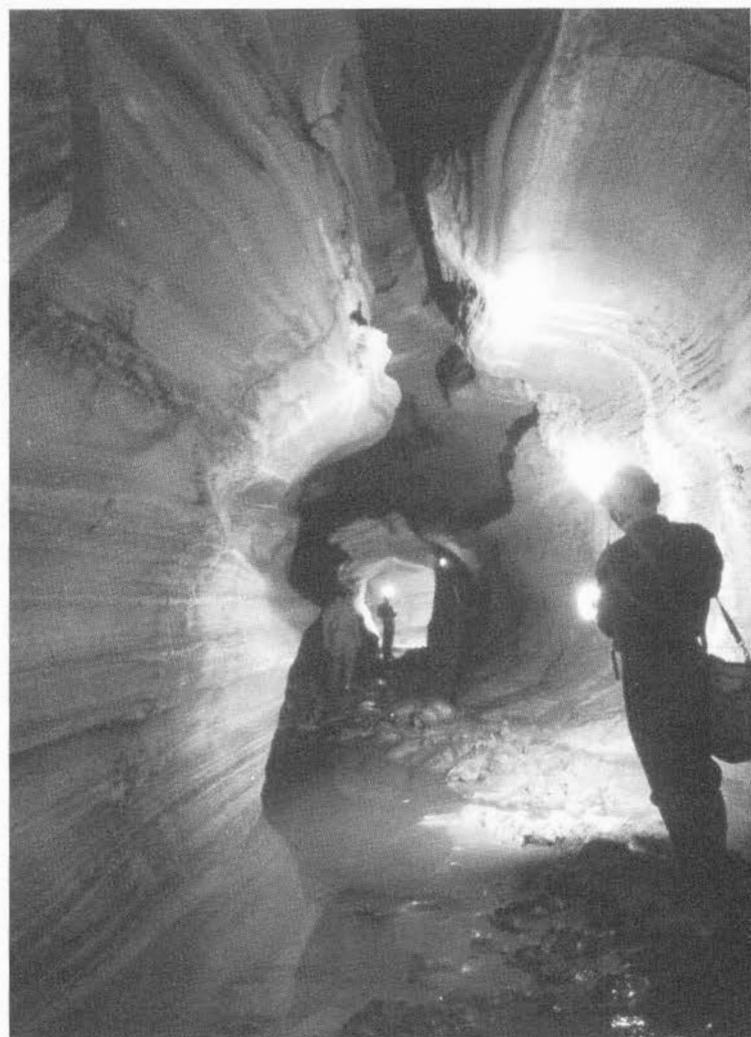


Fig. 14 - Galleria del ramo attivo mediano con evidenza della faglia che ha favorito lo sviluppo della cavità (Foto di Marco Sacchi).

Median gallery of the S. Angelo Muxaro Cave active branch; the fault which has influenced the development of the cave is recognisable (Photo by Marco Sacchi).

Nelle aree limitrofe alla Grotta di Sant'Angelo Muxaro va inoltre ricordato il sistema delle grotte del Vallone Ponte, costituito da una serie di cavità di attraversamento, sia attive che fossili, connesse all'evoluzione idrologica e morfologica dell'omonimo corso d'acqua.

Grotta del Traforo di Montallegro (VECCHIO, 2000). La cavità costituisce un sistema idrologico completo, inghiottitoio-risorgenza, interamente percorribile. La grotta si sviluppa su due livelli sovrapposti, dei quali l'inferiore, attivo, si percorre parzialmente solo nei pressi dell'inghiottitoio e della risorgenza. La parte percorribile interamente è quindi quella superiore, fossile, che presenta un andamento meandriforme con direzione variabile e morfologie freatiche. Lo sviluppo complessivo della cavità è di circa 360 m, con un dislivello di 26 m. In alcuni vani con morfologie di crollo si rileva anche la presenza di diverse forme di speleotemi calcitici.

Zubbia Camilleri (IEMMOLO, 2000). Si tratta di una cavità di recente scoperta ed esplorazione (1998), ubicata in Comune di Cattolica Eraclea (AG), che costituisce un traforo idrogeologico che drena le acque del torrente dell'Alvano. La grotta si articola su tre livelli, collegati da brevi pozzi (fig. 15) e raggiunge uno sviluppo complessivo di 1084 m, per un dislivello di 80 m. L'ingresso alto è costituito dall'inghiottitoio in cui si riversano le acque del torrente, la cavità si sviluppa quindi con un andamento planimetrico meandriforme generato dall'intersezione di due sistemi di discontinuità tettoniche ortogonali, SW-NE e SE-NW. Nel livello intermedio, che risulta il più esteso della grotta, si inseriscono dei camini che costituiscono ulteriori punti di alimentazione idrica dalla superficie. Attraverso il livello inferiore si perviene alla risorgenza del sistema

Sempre nel territorio della Sicilia centrale, ad Est della città di Agrigento, è stata di recente scoperta ed esplorata una interessante

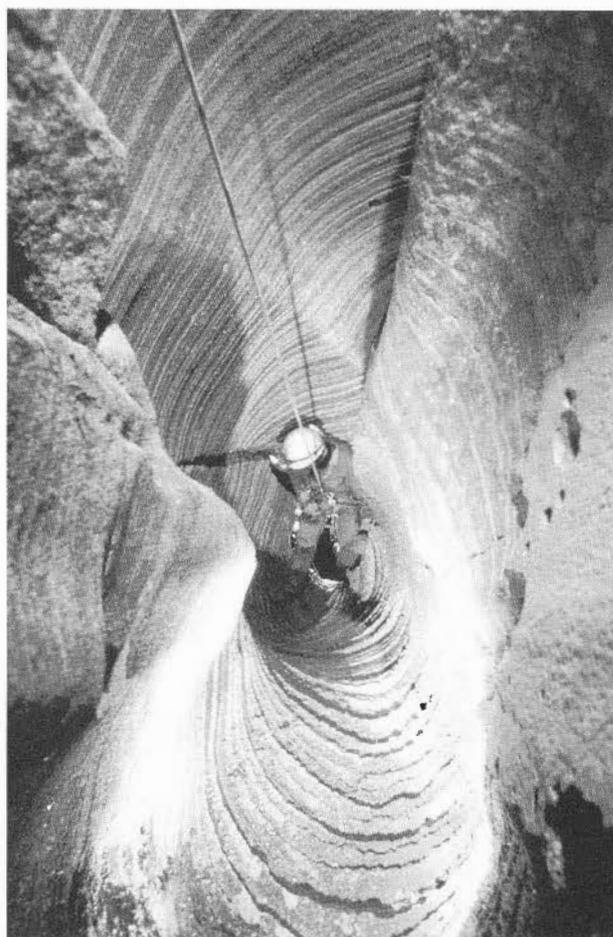


Fig. 15 - Pozzo da 15 m con evoluzione meandriforme che immette nella galleria inferiore attiva (Foto di Cesare Mangiagalli).

Pit 15 m deep, with meandering evolution, leading to the lower active gallery of the Zubbia Camilleri Cave (Photo by Cesare Mangiagalli).

cavità, denominata *Labirinto degli Istrici* (UNIONE SPELEOLOGICA PORDENONESE, dati inediti). È una grotta ad andamento prevalentemente orizzontale, meandriforme, dello sviluppo complessivo di circa 450 m e con dislivello di circa 30 m. È ubicata in territorio comunale di Naro (AG) in C.da Cianci la Vecchia. Si sviluppa all'interno e parallelamente all'asse di una *cuesta* in gessi macrocristallini, con stratificazione in banchi di spessore metrico. Si accede alla grotta attraverso uno scivolo tra massi di crollo ubicato nella parte di valle, nei pressi della risorgenza, non percorribile. La cavità si sviluppa quindi verso monte con frequenti cambiamenti di direzione della galleria, condizionata dall'intersezione di discontinuità NW-SE e NE-SW. Prevalgono le morfologie vadose, con tipiche sezioni a forra meandriforme, e di crollo, con

ampie sale e camini in collegamento con la superficie esterna. Notevole la presenza di concrezionamento gessoso con infiorescenze macrocristalline, croste e bolle microcristalline.

Cavità in miniera

Nell'area della Sicilia centro-meridionale sono segnalate anche cavità naturali intercettate nel corso delle lavorazioni minerarie per l'estrazione dello zolfo. Tra le più note e documentate vanno segnalate le cosiddette *zubbie* presenti nella Miniera Ciavolotta, in comune di Agrigento (MADONIA & PANZICA LA MANNA, 1986).

Si tratta di cavità ad andamento prevalentemente verticale, del volume di parecchie migliaia di m³ e con profondità di diverse decine di metri, poste al di sotto dell'attuale livello marino (tra circa -120 m a oltre -170 m). Queste cavità risultano parzialmente riempite da zolfo amorfo secondario, che durante le fasi di coltivazione mineraria è stato oggetto di sfruttamento per le caratteristiche di estrema purezza merceologica.

Altre segnalazioni (LA PORTA A., com. pers.), sempre nella provincia di Agrigento, sono riconducibili alla Miniera Cozzodisi in comune di Casteltermini, dove nel corso della coltivazione sono state individuate cavità naturali, impostate lungo discontinuità tettoniche e caratterizzate dalla presenza di macrocristallizzazioni di gesso selenitico di dimensioni pluri-metriche.

Sicilia centrale

Le aree carsiche della Sicilia centrale sono riconducibili agli affioramenti gessosi presenti nella provincia di Caltanissetta. Anche in questo caso, nonostante l'elevata diffusione delle rocce evaporitiche presenti, a tutt'oggi gli studi sul carsismo sono limitati.

Tra le zone più significative si riconosce l'area di Santa Caterina Villarmosa –



Fig. 16 - Solchi arrotondati su gessarenite. I solchi separano sistemi di dorsali sinuose che culminano in piccoli rilievi cupoliformi. Sui miniversanti si notano microrills alla stadio embrionale. S. Caterina Villarmosa – CL (Foto di Ugo Sauro).

Rounded runnels on arenitic gypsum. Starting from small dome-like structures, sinuous ridges originate downvalley. On the slopes, microrills are recognisable. S. Caterina Villarmosa – Caltanissetta (Photo by Ugo Sauro).

Marianopoli dove il carsismo di superficie si manifesta con lo sviluppo di numerose doline di piccole dimensioni e forme del tipo uvala, derivanti dalla coalescenza di più depressioni, ma soprattutto con lo sviluppo di una molteplicità di Karren, di diversa tipologia e dimensioni, che possono essere considerati unici in tutto il territorio siciliano (MACALUSO *et al.*, 2001). Gli esempi più spettacolari si rinvennero a C.da Scaleri e lungo la strada provinciale che collega S. Caterina Villarmosa e Marianopoli (fig. 16).

Un'altra area degna di nota è quella compresa fra i territori comunali di Campofranco,



Fig. 17 - Cupola interessata da una fitta rete di poligoni. C.da Mustanzello, Milena – CL.
Dome-like form affected by a close net of polygons. C.da Mustanzello, Milena – Caltanissetta.

Milena e Sutera, soprattutto per ciò che concerne le forme sotterranee. Le forme superficiali infatti sono poco numerose, tra queste si riconoscono due valli cieche, una delle quali drenante il sistema carsico di Monte Conca. In C.da Mustanzello, inoltre si sviluppa un insieme di forme del tipo bolle e “megabolle”, alcune delle quali caratterizzate dalla presenza di cavità aperte sulla sommità e pertanto esplorabili (fig. 17).

Le grotte

Dal punto di vista speleologico l'area maggiormente esplorata della Sicilia centrale è compresa fra i territori comunali di Campofranco, Milena e Sutera. In questa zona sono state esplorate diverse cavità, spesso legate a fenomeni evolutivi e genetici prevalentemente tettonici. Le più caratteristiche di queste si rinvencono nel comprensorio di Monte Grande (CATELLANI, 1988) ed in alcuni casi contengono particolari speleotemi gessosi (CHIESI & FORTI, 1992).

Il sistema carsico di maggiore importanza speleologica è ubicato nel rilievo gessoso di Monte Conca, in comune di Campofranco, sulla sinistra idrografica del Fiume Gallo d'Oro. Si tratta di due cavità attive, l'Inghiottitoio e la Risorgenza (PANZICA LA MANNA, 1997).

L'Inghiottitoio di Monte Conca (3000 SI/CL) è costituito da due gallerie, una superiore ed una inferiore, collegate da una serie di 4 pozzi-cascata profondi rispettivamente 9, 12, 31 e 26 m. La galleria superiore è lunga

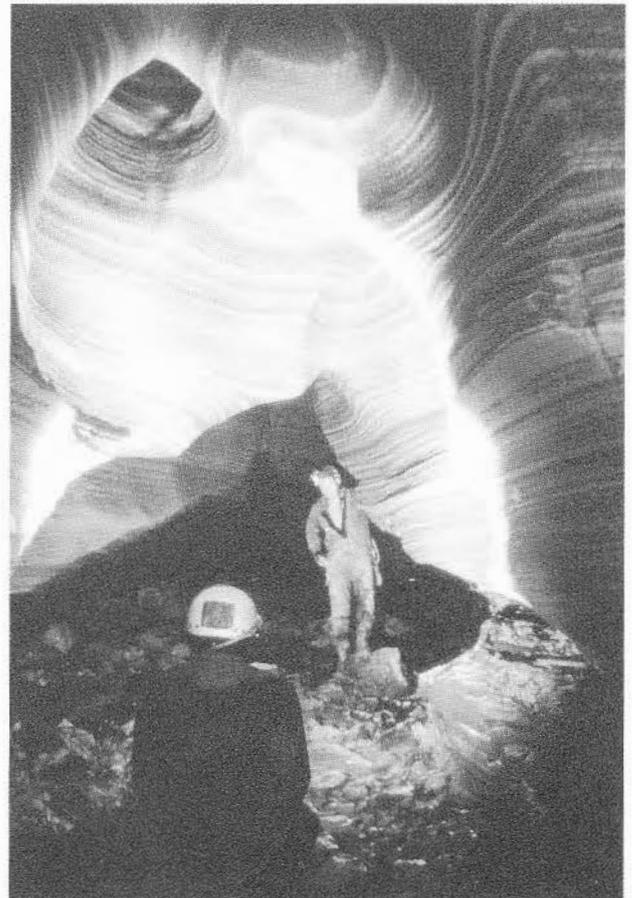


Fig. 18 - Galleria con cupole di eversione nella parte terminale della grotta (Foto di Mauro Chiesi).
Gallery with eversion cupolas in the terminal part of the Monte Conca Cave (Photo by Mauro Chiesi).

circa 100 m e si sviluppa verso Nord con andamento complessivamente rettilineo; la galleria inferiore, lunga circa 400 m ha un andamento meandriforme e sezioni trasversali molto variabili sia per dimensioni (da circa 1 m a oltre 10 m di altezza) che per morfologia (fig. 18). La galleria termina con l'abbassamento progressivo della volta ed il sifonamento del corso d'acqua che vi scorre.

Alla base del versante opposto del rilievo è ubicata la Risorgenza di Monte Conca (Grotta di Carlazzo – 3001 SI/CL), che si sviluppa per circa 250 m, con andamento orizzontale. Nella grotta sono riconoscibili due livelli sovrapposti, di cui quello interamente percorribile è quello superiore. Il livello inferiore risulta invece completamente allagato per la presenza del corso d'acqua proveniente dal soprastante Inghiottoio.

Area di Petralia-Alimena-Nicosia

Nel territorio di Petralia Sottana va ricordata la presenza della Grotta del Vecchiuzzo, ubicata sulla parete orientale del Cozzo Prangi. Si tratta di una risorgenza fossile ad andamento sub-orizzontale, dello sviluppo di

circa 100 m, impostata in un'alternanza di brecce gessose e gessareniti grossolane fetide per la presenza di bitume (MADONIA & PANZICA LA MANNA, 1986).

Le conche lacustri

In Sicilia sono presenti numerose conche lacustri, mediamente di piccole dimensioni, di natura carsica. Nella maggior parte dei casi si tratta di piccoli bacini impostati su terreni non carsificabili sovrastanti le unità gessose, originati da fenomeni di suberosione dei gessi e subsidenza delle formazioni non carsiche (MARINELLI, 1896, 1900, 1910; CIPOLLA, 1934; TREVISAN & DI NAPOLI, 1937; AGNESI *et al.*, 1986). Tali conche sono distribuite sia nelle aree di massima diffusione degli affioramenti gessosi sia nelle aree marginali. Tra i laghi di maggiore interesse si annoverano il Lago di Pergusa in prossimità di Enna, che con i suoi 1,83 km² di superficie costituisce il lago naturale di maggiori dimensioni della Sicilia, i Gorghi Tondi e il Lago Preola, nella Sicilia sud-occidentale, Lago Soprano, in prossimità di Caltanissetta, e Lago Sfondato, impostato su gessi e gessareniti messiniane,

Nome	Numero	Comune	Litologia	Quota ingresso (m s.l.m.)	Sviluppo (m)	Dislivello (m) -/+
Grotta di Santa Ninfa	8000 SI/TP	Santa Ninfa (TP)	Gesso macrocristallino	390	1350	25/0.0
Grotta di Sant'Angelo Muxaro	2008 SI/AG	Sant'Angelo Muxaro (AG)	Gesso macrocristallino	164	1176	50/0.0
Zubbia Camilleri		Cattolica Eraclea (AG)	Gesso macrocristallino	280	1084	80/0.0
Grotta di Entella	310 SI/PA	Contessa Entellina (PA)	Gesso macrocristallino	308	600	0.0/58
Inghiottoio di Monte Conca	3000 SI/CL	Campofranco (CL)	Gesso macrocristallino	273	520	108/0.0
Labirinto degli Istrici		Naro (AG)	Gesso macrocristallino	445	450	30/0.0
Grotta della Volpe Rossa	8007 SI/TP	Santa Ninfa (TP)	Gesso macrocristallino	452	371	67/0.0
Grotta del Traforo		Montallegro (AG)	Gesso macrocristallino	133	363	26/0.0
Grotta di Carlazzo (Risorg. di M. Conca)	3001 SI/CL	Campofranco (CL)	Gesso macrocristallino	150	250	0.0/4.0
Inghiottoio delle Serre	206 SI/PA 2	Ciminna (PA)	Gesso macrocristallino	696	120	20/0.0

Tab. 1- Elenco delle principali grotte nei gessi.
Principal gypsum caves in Sicily

Denominazione	Provincia	Caratteristica	Tipo di tutela	Ente gestore
Grotta di Sant'Angelo Muxaro	Agrigento	Cavità sotterranea attiva	R. N. I.	Legambiente
Contrada Scaleri	Caltanissetta	Affioramenti gessosi con Karren	R. N. I.	Provincia Regionale Caltanissetta
Lago Sfondato	Caltanissetta	Lago per fenomeni di suberosione	R. N. I.	Legambiente
Monte Conca	Caltanissetta	Sistema sotterraneo attivo	R. N. I.	CAI Sicilia
Lago Soprano	Caltanissetta	Lago per fenomeni di suberosione	R. N. O.	Provincia Regionale Caltanissetta
Grotta di Entella	Palermo	Cavità sotterranea	R. N. I.	CAI Sicilia
Serre di Ciminna	Palermo	Area con fenomeni epigei e ipogei	R. N. O.	Provincia Regionale Palermo
Grotta di Santa Ninfa	Trapani	Cavità sotterranea attiva	R. N. O.	Legambiente
Lago Preola e Gorgi Tondi	Trapani	Laghi per fenomeni di suberosione	R. N. I.	WWF
Lago di Pergusa	Enna	Laghi per fenomeni di suberosione	R. N. S.	Provincia Regionale Enna

Tab. 2 - Elenco delle Riserve Naturali in aree carsiche gessose.
Naturale Reserves in gypsum karst areas of Sicily

formatosi nel 1907 a seguito di un fenomeno di sprofondamento dovuto alla soluzione delle evaporiti sottostanti (CUMIN, 1953).

Nell'isola la formazione di alcuni bacini lacustri è legata in parte anche all'azione antropica; in tali bacini infatti la subsidenza delle formazioni sovrastanti le unità gessose è dovuta ai lavori di coltivazione di miniere localizzate nelle aree contermini, un esempio è dato dal piccolo lago prossimo alla miniera Trabona ormai dismessa (S. Caterina Villarmosa). Va segnalato che attualmente molti specchi lacustri non esistono più o comunque non presentano più la loro forma originaria, essendo stati pesantemente modificati dall'azione antropica.

Conservazione e valorizzazione

A seguito dell'emanazione di vari atti normativi comunitari, nazionali e regionali, i fenomeni carsici nei gessi della Sicilia sono soggetti a differenti forme dirette e indirette di tutela e valorizzazione. Da un lato, come conseguenza dell'imposizione di vincoli connessi con la tutela dei beni paesaggistici e archeologici, della istituzione di parchi regionali, della designazione di siti di importanza comunitaria di cui alla *Direttiva Habitat* (S.I.C.), le emergenze carsiche nei gessi, sia

superficiali che sotterranee, che ricadono in tali aree vincolate, possono godere indirettamente di regimi di tutela individuati per finalità di salvaguardia diverse da quelle specifiche riferibili al bene carsico.

A titolo di esempio va citata la Grotta del Vecchiuzzo, in territorio di Petralia Sottana, che risulta indirettamente tutelata in quanto ricadente all'interno del Parco Regionale delle Madonie ed inoltre sottoposta a vincolo archeologico per la presenza di reperti storici e preistorici. Importante è anche il ruolo di tutela indiretta svolto dalle normative riconducibili alla Direttiva europea Habitat, sia perché numerose aree carsiche della Sicilia ricadono all'interno dei citati S.I.C., sia perché molte cavità in gesso ospitano colonie di Chiroterri, animali protetti dalla stessa normativa comunitaria. A parte la tutela indiretta, in Sicilia riveste carattere di maggiore incisività la legge regionale 6 maggio 1981, n. 98 e successive modifiche ed integrazioni che, nell'ambito del Piano Regionale dei Parchi e delle Riserve Naturali, ha previsto l'istituzione di numerose riserve naturali specificatamente individuate anche per la protezione del fenomeno carsico nei gessi (tab. 2).

Queste aree protette riguardano emergenze carsiche sia superficiali che sotterranee.

L'istituzione delle aree protette legate a fenomeni di carsismo nei gessi comporta, oltre che la salvaguardia dei beni naturali, anche la valorizzazione degli stessi. Gli Enti gestori delle riserve, infatti, compatibilmente con le necessità di tutela e le caratteristiche di ogni singola area, promuovono diverse attività finalizzate alla fruizione eco-compatibile, alla didattica naturalistica, alla ricerca scientifica. In linea di massima le cavità godono di un regime di tutela "integrale", che consente esclusivamente interventi di carattere scientifico. In tale contesto viene pertanto ammesso soltanto un accesso guidato e contingentato, limitato alle zone di minore pericolo sia per gli escursionisti che per l'integrità ambientale, supportato, ove necessario, da specifiche indagini sulle dinamiche del microclima sotterraneo in relazione al transito dei gruppi di visitatori. Per quanto riguarda le aree esterne, sulle quali l'impatto dell'escursionismo è di minore rilevanza, l'istituzione del vincolo di riserva naturale contribuisce alla divulgazione e valorizzazione di fenomeni che in genere risultano poco conosciuti.

Ringraziamenti

Si ringraziano Marco Vattano e Giulia Casamento per la preziosa collaborazione.

Bibliografia

- AGNESI V., MACALUSO T. (a cura di), 1989 - *I gessi di Santa Ninfa (Trapani). Studio multidisciplinare di un'area carsica*. Mem. Ist. It. Spel., s. 2, n. 3, 202 pp.
- AGNESI V., MACALUSO T., PIPITONE G., 1986 - *Fenomeni carsici epigei nelle evaporiti della Sicilia*. Atti del Simp. Int. sul carsismo delle evaporiti, Palermo 27-30 ottobre 1985. Le Grotte d'Italia. Bologna, s. 4, vol. XIII, 1986, pp. 123-161.
- AGOSTINI S., CUCCHI F., 1989 - *Caratteristiche geologiche dell'area di S. Ninfa*. I gessi di Santa Ninfa (Trapani). Studio multidisciplinare di un'area carsica. Mem. Ist. It. Spel., s. 2, n. 3, pp. 15-21.
- ARUTA L., BUCCHERI G., 1971 - *Il Miocene preevaporitico in facies carbonatico-detritica dei dintorni di Baucina, Ventimiglia di Sicilia, Calatafimi (Sicilia)*. Riv. Min. Sic., vol. 130-132, pp.188-194.
- BALDACCI L., 1886 - *Descrizione geologica dell'Isola di Sicilia*. Mem. descr. Carta Geol. d'Italia, Roma.

- BIANCONE V., MESSANA E., PANZICA LA MANNA M., 1994 - *Carsismo ipogeo in aree gessose nei pressi di Agrigento (Sicilia centro-meridionale)*. Atti del 3° Conv. Reg. di Speleologia, Catania 8-11 dicembre 1994. Atti dell'Accademia Gioenia di Scienze Naturali, vol. 27, n. 348, pp. 477-506.
- BOMMARITO S., CATALANO R., 1973 - *Facies analysis of an evaporitic messinian sequence near Ciminna (Palermo, Sicily)*. Messinian Events in the Mediterranean. North Hollana, Amsterdam, pp. 172-177.
- BOMMARITO S., D'ANGELO U., VERNUCCIO S., 1992a - *Carta geologica della tavoletta Calatafimi (F. 257 I SE)*. Istituto di Geologia dell'Università di Palermo.
- BOMMARITO S., D'ANGELO U., VERNUCCIO S., 1992b - *Carta geologica della tavoletta Vita (F. 257 I SW)*. Istituto di Geologia dell'Università di Palermo.
- BUFFA V., CATALANO F., CUSIMANO R., 1995 - *Ricerche effettuate nei gessi di Monte Misciotto e Cozzo Bosco*. Atti del I° Conv. Reg. di Speleologia della Sicilia, Ragusa 14-16 dicembre 1990. Vol. 1, pp. 133-154.
- CATALANO R., 1979 - *Scogliere coralline messiniane in Sicilia. Modelli genetici ed implicazioni strutturali*. Lavori dell'Istituto di Geologia dell'Università di Palermo, vol. 18, pp. 1-21.
- CATALANO R., 1986 - *Le evaporiti messiniane. Loro ruolo nell'evoluzione geologica della Sicilia*. Atti del Simp. Int. sul carsismo delle evaporiti, Palermo 27-30 ottobre 1985. Le Grotte d'Italia. Bologna, s. 4, vol. XIII, 1986, pp. 109-122.
- CATELLANI C., 1988 - *I gessi di Milena*. Speleologia, Anno 9, n. 19, p. 57.
- CIPOLLA F., 1934 - *Nuovi contributi alla geologia e geografia fisica di Mazara del Vallo e suoi dintorni (Prov. di Trapani)*. Bollettino della Società di Scienze Naturali ed Economiche di Palermo, A. XV, v. 12, pp. 28-35.
- CHIESI M., FORTI P., PANZICA LA MANNA M., 1989 - *Le esplorazioni speleologiche nell'area carsica di S. Ninfa*. I gessi di Santa Ninfa (Trapani). Studio multidisciplinare di un'area carsica. Mem. Ist. It. Spel., s. 2, n. 3, pp. 85-92.
- CHIESI M., FORTI P., 1992 - *Le concrezioni e le mineralizzazioni della Grotta della Milocchite MG 2 (Milena - Caltanissetta)*. Mondo Sotterraneo, n.s., A. XVI, (1-2), pp. 29-38.
- CUMIN G., 1953 - *Il Laghetto "Lo Sfondato" nella Sicilia centrale*. Boll. Soc. Geogr. It., s. 8, vol. 6, pp. 107-211.
- DECIMA A., WEZEL F., 1971 - *Osservazioni sulle evaporiti siciliane della Sicilia centro meridionale*. Rivista Mineraria Siciliana, n. 130-132, pp. 172-187.
- FABIANI R., 1932 - *Per lo sviluppo della speleologia in Sicilia*. Il Naturalista Siciliano, n.s., vol. 1, pp. 223-224.
- FAVARA R., FRANCOFONTE S., GRASSA F., LOTTA M., PROIETTO F., RICCOBONO G., VALENZA M., 2001 - *Studio idrogeochimico degli acquiferi presenti nell'area della Riserva Naturale Grotta di Santa Ninfa*.

- Naturalista siciliano, s. 4, vol. 25, suppl. 2001, pp. 237-254.
- FERRARESE F., MACALUSO T., MADONIA G., PALMERI A., SAURO U., 2002 - *Solution and re-crystallization processes and associated landforms in gypsum outcrops of Sicily*. *Geomorphology*, vol. 49, pp. 25-43.
- GEMMELLARO M., 1915 - *Le doline della formazione gessosa a N.-E. di Santaninfa (Trapani)*. *Giornale di Scienze Naturali ed Economiche*, Palermo, vol. 31, pp.1-49+IV.
- GEMMELLARO C., 1850 - *Sul preteso vulcano di Montegrande presso Pietraperzia*. *Atti Acc. Gioenia*, vol. VII, pp. 143-154.
- GHISSETTI F., VEZZANI L., 1982 - *Evoluzione Neotettonica della Sicilia e Problematiche Relative*. CNR-PF "Geodinamica", Contributi Conclusivi alla Realizzazione della Carta Neotettonica d'Italia. Roma.
- IEMMOLO A., 2000 - *Zubbia Camilleri, Cattolica Eraclea – Agrigento*. *Speleologia*, n. 42, pp. 49-53.
- LO CICERO G., DI STEFANO E., CATALANO R., AGATE M., CONTINO A., GRECO G., MAURO G., 1997 - *The Messinian Evaporitic Ciminna Basin Cyclical sedimentation and eustatic control in a transpressive tectonic setting*. Time scales and basin dynamics. Sicily, the adjacent Mediterranean and other natural laboratories. Field workshop in Western Sicily. Guidebook. 8th Workshop of the ILP Task Force "Origin of sedimentary basins", Palermo (Sicily) June 7-13 1997, pp.70-83.
- MACALUSO T., SAURO U., 1996 - *The Karren in evaporite rocks: a proposal of classification*. Karren landforms, Universitat de les Illes Balears, Palma de Mallorca, pp. 277-293.
- MACALUSO T., SAURO U., 1997 - *Weathering crust and Karren on exposed gypsum surfaces*. Gypsum Karst of the World. *Int. J. Speleol.*, vol. 25, s. 3-4, pp.115-126.
- MACALUSO T., SAURO U., 1998 - *Aspects of weathering and landforms evolution on gypsum slopes and ridges of Sicily*. *Suppl. Geogr. Fis. e Dinam. Quat.*, vol. III, T. 4, pp. 91-99.
- MACALUSO T., MADONIA G., PALMERI A., SAURO U., 2001 - *Atlante dei Karren nelle evaporiti della Sicilia*. Quaderni del Museo "G.G. Gemmellaro", n. 5, Dipartimento di Geologia e Geodesia, Università di Palermo, 143 pp.
- MADONIA P., 2001 - *Considerazioni preliminari sul monitoraggio di temperatura, umidità e concentrazione di CO₂ nell'atmosfera ipogea della Grotta di Santa Ninfa*. *Naturalista siciliano*, s. 4, vol. 25, suppl. 2001, pp. 255-269.
- MADONIA P., PANZICA M., VIVOLI P., 1983 - *Attuali conoscenze sul fenomeno carsico della provincia di Palermo*. *Atti del XIV Cong. Naz. di Speleologia*, Bologna 2-5 settembre 1982. *Le Grotte d'Italia*, s. 4, vol. 11, pp.183-194.
- MADONIA P., PANZICA LA MANNA M., 1986 - *Fenomeni carsici ipogei nelle evaporiti in Sicilia*. *Atti del Simp. Int. sul carsismo delle evaporiti*, Palermo 27-30 ottobre 1985. *Le Grotte d'Italia*. Bologna, s. 4, vol. 13, 1986, pp. 163-189.
- MARINELLI O., 1896 - *Alcune notizie sopra il lago di Pergusa in Sicilia*. *Rivista Geografica Italiana*, A. III, fasc. X, pp. 1-11 (estratto).
- MARINELLI O., 1899 - *Fenomeni analoghi a quelli carsici nei gessi della Sicilia*. *Atti del III Cong. Geografico Italiano*, Firenze 12-17 aprile 1898, pp.1-14 (estratto).
- MARINELLI O., 1900 - *Conche lacustri dovute a suberosioni nei gessi in Sicilia*. *Rivista Geografica Italiana*, A. VII, n. 5, pp. 273-285.
- MARINELLI O., 1910 - *Fenomeni carsici nei gessi nei dintorni di Calatafimi*. *Mondo Sotterraneo*, A. VII, n. 1-2, pp. 16-20.
- MARINELLI O., 1911 - *Per lo studio delle grotte e dei fenomeni carsici della Sicilia*. *Atti del VII Cong. Geografico Italiano*, Palermo 1911, pp.1-21 (estratto).
- MARINELLI O., 1917 - *Fenomeni carsici nelle regioni gessose d'Italia*. *Memorie Geografiche di Giotto Dainelli*, supp. a *Riv. Geog. It.*, n. 34, pp.263-416.
- NICOD J., 1976 - *Karst des Gypses et des évaporites associées*. *Annales de Géographie*, n. 471, pp. 513-554.
- PANZICA LA MANNA M., 1995 - *Il sistema carsico ipogeo di S. Angelo Muxaro (AG)*. *Atti del I° Conv. Reg. di Speleologia della Sicilia*, Ragusa 14-16 dicembre 1990. Vol. 1, pp.47-53.
- PANZICA LA MANNA M., 1997 - *Aspetti del fenomeno carsico sotterraneo nel territorio di Milena (CL)*. La Rosa, V. Dalle Capanne alle Robbe – La storia lunga di Milocca-Milena. Milena, Pro Loco, pp. 27-36 + 2 tav.
- SAURO U., 1995 - *Highlights on doline evolution*. Environmental effects on Karst Terrains; (homage to Laszlo Jackucs). *Acta Geograph. Szegediensis*, vol. 34, Univ. of Szeged, pp.107-121.
- SAURO U., 1997 - *Geomorphological aspects of gypsum karst area with special emphasis on exposed karst*. Gypsum Karst of the World. *Int. J. Speleol.*, s. 3-4, vol. 25, pp. 105-114.
- SAIBENE C., 1957 - *Note sul carsismo in Sicilia*. *Atti XVII Cong. Geogr. It.*, pp. 137-145.
- SPATARO D., 1891 - *Igiene delle Abitazioni. Igiene delle acque*. Hoepli. Milano.
- TREVISAN L., DI NAPOLI E., 1937 - *Tirreniano, Siciliano e Calabriano nella Sicilia sud-occidentale. Note di Stratigrafia, Paleontologia e Morfologia*. *Giornale di Scienze Naturali ed Economiche*, v. 39, memoria n. 8, p. 38.
- UNIONE SPELEOLOGICA PORDENONESE, 1995 - *Campagna speleologica Sicilia '90. Comune di Racalmuto – 31 agosto 9 settembre 1991*. *Atti del I° Conv. Reg. di Speleologia della Sicilia*, Ragusa 14-16 dicembre 1990. Vol. 1, pp. 54-65.
- VECCHIO E., 2000 - *Il sistema carsico ipogeo Grotta del Traforo di Montallegro (AG)*. *Atti del 3° Conv. di Speleologia della Sicilia*, Palermo 3-5 aprile 1998, pp.157-164.

SARDEGNA

Jo De Waele¹

Riassunto

In Sardegna, pur presentandosi una grande ricchezza litologica e geologica, non esistono grandi affioramenti di gesso. L'unica area gessosa di un certo interesse è quella di Ghisciera Mala, lungo la costa nord-occidentale dell'Isola a Nord di Alghero. In quest'area costiera affiorano gessi del Keuper per uno spessore di almeno 200 metri, variamente lavorati dalle acque meteoriche con numerose microforme carsiche quali microscannellature e scannellature, minispitz karren, karren d'esfoliazione e impronte di goccia (raincraters). Le meso- e macroforme non sono presenti, mentre non sono conosciute nemmeno grotte, anche se possono esistere piccole cavità di dissoluzione. Quest'area, unica almeno a livello regionale, dovrebbe essere adeguatamente protetta per il suo paesaggio costiero e geologico di incomparabile bellezza, arricchito da una ricca associazione di flora e fauna.

Parole chiave: Sardegna, gessi, Triassico, Keuper, forme superficiali

Abstract

In Sardinia, although being an Island in which almost every type of rock of any kind of geological period crops out, no large gypsum occurrences are known and thus gypsum karst is not well represented. The only noteworthy gypsum karst area of Sardinia is situated at Ghisciera Mala, along the coastline Northwest of Alghero (North-Sardinia). Here Keuper gypsum crops out for a thickness of at least 200 meters and shows various karstic surface landforms such as microrillen, rillenkarrren, minispitz karren, exfoliation karren, raincraters and mini-raincraters. Meso- and macroforms have not been described, and also caves seem not to be present, although small dissolution cavities could exist. This area, unique at least at a regional level, should be adequately protected for its unique coastal and geological landscape, enriched by a rich flora and fauna.

Key-words: Sardinia, gypsum, Trias, Keuper, surface landforms

Inquadramento geografico e geologico

In Sardegna il carsismo è quasi esclusivamente legato alle rocce carbonatiche che mostrano una grande varietà geologica, dai calcari dolomitici e le dolomie del Cambriano inferiore nel Sud-Ovest dell'Isola, ai calcari mesozoici abbondanti nella Sardegna centro-orientale fino ai calcari talora marnosi del

Miocene che caratterizzano buona parte del paesaggio intorno alla città di Sassari (DE WAELE, 2003). Malgrado questa grande ricchezza geologica, riconosciuta a livello internazionale, nell'Isola, rispetto a molte altre regioni d'Italia, non affiorano rocce evaporitiche di una certa importanza ed estensione. Tralasciando i piccolissimi affioramenti di gesso del Trias medio (Muschelkalk inferiore)

¹- Laboratorio di Geologia Ambientale - Università di Cagliari

nella zona di Escalaplano (COSTAMAGNA & BARCA, 2002) ed in varie località a Sud di Alghero (nei lavori minerari sotterranei di Calabona-Salondra, in località la Speranza, nel Canale dell'Omo Molt), i gessi del Keuper affioranti in varie località a Nord di Alghero (Monte Agnese) e nel territorio di Sassari (Monte Corredda, Monte Elva, L'Appiu, Pozzo d'Esse, Pischina Pauladorzu) (ALTEA, 1980) e le sottili lenti di gesso di neoformazione in alcune sequenze del Miocene nella Marmilla, di nessun interesse carsologico, l'unico luogo nell'Isola in cui è possibile parlare di una vera area carsica nei gessi è la zona costiera tra Cala Viola e Punta del Gallo (Ghisciera Mala) nella quale affiorano rocce evaporitiche del Keuper in "facies germanica" su una superficie di almeno un ettaro, solle-

vandosi dal mare fino ad un'altezza di circa 50 metri (fig. 1). Anche se non si conoscono, al momento attuale, grotte in questa zona, si ritiene che sia comunque interessante descrivere quest'area paracarsica, unica nel suo genere a livello nazionale, mettendone in evidenza le particolarità geologiche e geomorfologiche.

I gessi di Ghisciera Mala sono conosciuti da moltissimo tempo, e già DELLA MARMORA (1857) li cita più volte definendo "le gessiere della Nurra", come furono chiamati all'epoca, di gran lunga il più importante affioramento di gesso della Sardegna. Le rocce evaporitiche, infatti, affiorano a Nord di Punta Ghisciera Mala su un fronte di più di 300 metri lungo la costa, caratterizzata da una piccola falesia prolungata verso l'interno con un ripido pen-

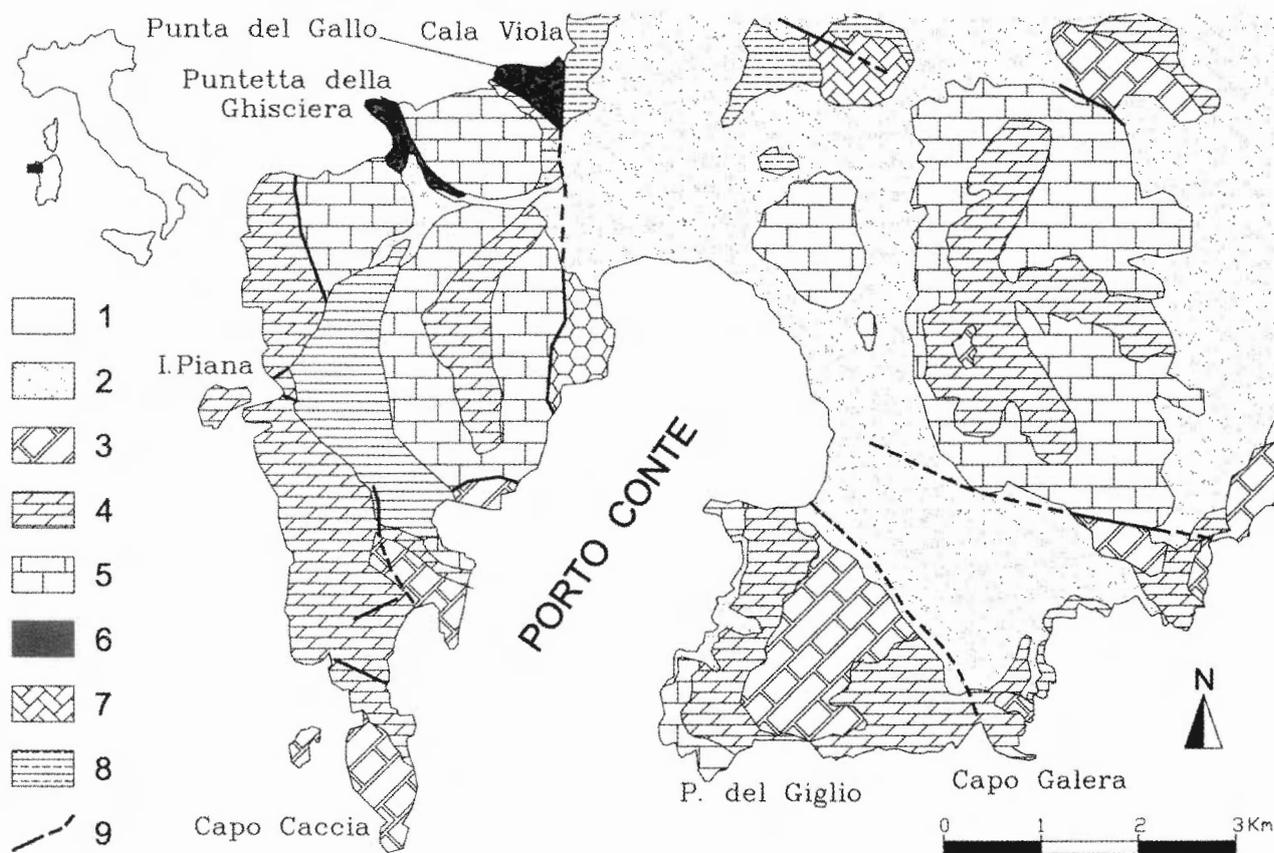


Fig. 1- Legenda Capo Caccia - Punta Giglio

1: Alluvioni recenti (Olocene); 2: Arenarie eoliche (Pleistocene); 3: Marne e calcari marnosi (Cretaceo sup.); 4: Calcari e dolomie (Cretaceo inf.-Giurese sup.); 5: Calcari e dolomie (Giurese inf.); 6: Dolomie e gessi (Keuper); 7: Calcari (Muschelkalk); 8: Arenarie rosse (Buntsandstein); 9: Faglie e faglie presunte.

Legend Capo Caccia-Punta Giglio

1: Recent Alluvium (Holocene); 2: Aeolian sandstones (Pleistocene); 3: Marls and marly limestones (Upper Cretaceous); 4: Limestones and dolostones (Lower Cretaceous-Upper Jurassic); 5: Limestones and dolostones (Lower Jurassic); 6: Dolostones and gypsum (Keuper); 7: Limestones (Muschelkalk); 8: Red sandstones (Buntsandstein); 9: Faults and uncertain faults.

dio franoso. Anche OOSTERBAAN (1936) e SERRA (1938) descrivono i gessi di Ghisciera Mala e li attribuiscono al Keuper. Di fatto, le evaporiti risultano comprese tra le arenarie rosse del Buntsandstein di Cala Viola, dalle quali sono separati da un contatto tettonico, e i calcari dolomitici del Lias della Punta del Gallo, anch'essi in contatto per faglie. Per chiarezza l'intera sequenza viene qui descritta dal basso verso l'alto.

Le arenarie rosse a stratificazione incrociata di Cala Viola, inclinate di 30° verso Nord-Ovest, sono riferibili ad una deposizione in ambiente fluviale-tidale, come testimoniano i resti di piante e animali d'acqua dolce, avvenuta durante il Triassico inferiore (Buntsandstein) (PECORINI, 1962; POSENATO, 2002) e Triassico medio (Muschelkalk) (SCIUNNACH, 2001). Proseguendo verso Nord si incontrano diverse faglie dirette che aumentano l'inclinazione degli strati (da 30° alla verticale) cui segue una spessa sequenza, riferibile al Keuper inferiore (Carnico) grazie al contenuto palinologico (PITTAU DEMELIA & DEL RIO, 1980), con una serie di 20 metri di dolomie cariate e argille gessifere; il contatto risulta parzialmente nascosto da arenarie eoliche quaternarie che purtroppo non consentono di bene definire i rapporti stratigrafici tra Buntsandstein e Keuper. Segue una sequenza di 100 metri di gessi multicolori e ben stratificati, dapprima privi di intercalazioni argillose, talvolta compatti e di colore che va dal grigio nerastro-grigio chiaro al bianco e con alcuni livelli rosati e arancioni, ma sempre microcristallini (fig. 2). All'interno di alcuni di questi strati si possono trovare dei cristalli biterminati di quarzo di colore giallo-bruno che rimangono in rilievo (fig. 5).

La successione diviene poi meno visibile ed evidente, coperta da frane, depositi di argille residuali e blocchi carbonatici giurassici caduti dalle falesie soprastanti, per un tratto di altri 150 metri. Qui i gessi affiorano in modo discontinuo mostrando spesso caratteristiche simili a quelli descritti prima, ma con sempre

più frequenti livelli d'argilla. Seguono una trentina di metri di argille rossastre, nuovamente coperte da 20 metri di gessi alternati a sottili livelli di argilla, confinati verso l'alto da una breccia argillosa di frizione che precede l'inizio delle rocce carbonatiche del Lias, attribuibili con buona probabilità al Sinemuriano-Pliensbachiano inferiore (Lias medio) (CHERCHI & SCHROEDER, 1985) e forse al Hettangiano (Lias inferiore) (FAURÉ & PEYBERNÈS, 1983).

Breve storia delle esplorazioni

L'area paracarsica di Ghisciera Mala fa parte dell'importante sequenza geologica della Nurra, che da Nord verso Sud comprende rocce dell'Ordoviciano fino ai calcari del Cretaceo di Capo Caccia ed è stata studiata soprattutto da geologi e stratigrafi. Vere e proprie ricerche speleologiche non si sono mai svolte, escludendo alcuni sopralluoghi eseguiti dal sottoscritto con Danilo Demaria nel 2001 e con il Dott. Franco Frau nel 2002, durante i quali sono state studiate le micro-morfologie carsiche, la mineralogia e la geologia della zona senza rinvenire cavità carsiche accessibili all'uomo. Nonostante l'attuale assenza di cavità naturali in evaporiti della Sardegna, FORTI & SAURO (1996) citano il gesso triassico sardo nel loro capitolo sul carsismo nei gessi d'Italia.

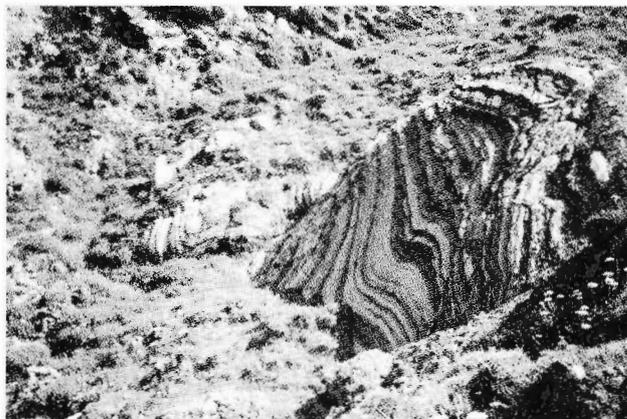


Fig. 2 - Gessi multicolori microcristallini e ben stratificati con rare intercalazioni argillose ed evidenti piegamenti sinsedimentari.

Multicoloured micritic and well stratified gypsum with rare clayey intercalations and evident syndepositional folding.



Fig 3 - Affioramento di gesso rosato compatto sormontato da sottili livelli di gesso bianco ed attraversato da venature bianche. Si notano le scannellature (Rillenkarren) subverticali, composte da solchi assai stretti (circa 1 cm), profondi mezzo cm circa e lunghi fino a un metro.

Outcrop of compact pinkish gypsum covered with thin beds of white gypsum and crossed with white veins. Vertical solution flutes (Rillenkarren), composed of relatively thin channels (about 1 cm) with a depth of half centimetre and length that reaches a metre, can be observed.

Le forme superficiali

I gessi di Ghisciera Mala, in particolare negli strati più compatti e più puri, mostrano varie microforme carsiche superficiali quali scannellature (Rillenkarren) e microscannellature (Microrillen), minispitz (o minispike) karren, karren d'esfoliazione (Splitkarren) ed impronte di goccia (Raincraters e Mini-raincraters). Le meso- e macroforme, come solchi (o docce) (Rinnenkarren), impronte (Trittkarren), depressioni di tipo vaschetta, grike e trench, tumuli e doline non sono presenti a Ghisciera Mala, sia per l'esiguità e l'esposizione (su versante ripido) dell'affiora-

mento, che per la scarsa omogeneità del gesso stesso, composto da strati più o meno spessi di gessi puri intervallati da livelli argillosi.

Le forme in assoluto più abbondanti sono le scannellature (Rillenkarren), composte da solchi assai stretti (circa 1 cm), profondi mezzo cm circa e lunghi fino a un metro. Questa forma, correlata direttamente all'azione dissolvvente dell'acqua piovana, è tra le prime generate sul gesso microcristallino e si trova soltanto sulle superfici più estese, in assenza dei livelli più argillosi. Talvolta associati a queste scannellature, ma anche su superfici prive di altre microforme, si possono trovare morfologie minori (Microrillen) di dimensioni millimetriche, formate dall'azione congiunta delle acque piovane con acque capillari richiamate dall'intensa evaporazione sulla superficie dell'affioramento.

Nelle porzioni dell'affioramento gessoso più macrocristallino si trovano micromorfologie dovute all'esfoliazione (Splitkarren), spesso associate a microscannellature, con piani di sfaldatura che dipendono generalmente dalla struttura cristallina (010, 111) (FORTI, 1996). Spesso la formazione di questa morfologia è anche aiutata dalla presenza di argilla all'interno dei piani di esfoliazione che, espandendosi, accelerano notevolmente il processo.

Sulle porzioni di gesso più pulverulenti si trovano tracce di impatto diretto delle gocce di pioggia (raincraters), mentre sui gessi microcristallini puri, spesso associati ad altre microforme, si possono notare piccoli (fino al centimetro) crateri di dissoluzione (mini-raincraters) generalmente raggruppati e posizionati lungo la cresta a monte delle scannellature. Dalla combinazione di raincraters e scannellature, nei punti di più alta energia (e quindi pendenza) si formano minispitz (o minispike) karren, caratterizzati da bordi ripidissimi e taglienti.

Un'ultima parola va spesa per il solco di battente, rilevabile in corrispondenza dell'attuale livello del mare in una piccola falesia di gesso bianco-roseo compatto, più o meno a

metà sequenza evaporitica. Questo solco, frequente nelle rocce calcaree di molte aree carsiche costiere isolate (Golfo di Orosei, Capo Caccia ecc.) mostra, come succede nei calcari, il massimo incavo circa 15 cm più in alto del livello medio del mare, corrispondente al livello delle maree.

Le grotte

Attualmente non si conoscono grotte nell'area gessosa di Ghisciera Mala, anche se non è da escludere che vi possano essere piccole cavità di dissoluzione carsica, in particolare in corrispondenza di alcune vene d'acqua selenitosa che possano aver allargato fratture nella roccia. Lungo la scogliera e sui versanti ripidi si notano diverse zone di frana che testimoniano il crollo di vuoti sotterranei, infatti rimangono crepe e fessure attraverso le quali è possibile notare dei piccoli ambienti d'interstrato, purtroppo non accessibili all'uomo sia per le dimensioni troppo ristrette, sia per la loro franosità. Inoltre alcuni strati di gesso contengono molta argilla che, dopo dissoluzione, rimangono in loco creando superfici di instabilità e riempiendo i vuoti creati dalla stessa azione carsica.

Il paesaggio

L'area di Ghisciera Mala è caratterizzata a Nord dall'affioramento di rocce clastiche



Fig. 4 - Alternanza di gesso bianco e grigio scuro microcristallino compatto con evidenti scannellature (Rillenkarren). *Succession of compact micritic white and dark greyish gypsum with evident solution flutes (Rillenkarren).*

triassiche di tipo "germanico" o "iberico", tipicamente colorate di rosso-viola e, a Sud, dai sedimenti evaporitici di colorazione bianco-grigiastro fino al rosato cui seguono i banchi carbonatici bianco-giallastri del Lias. L'affioramento gessoso, che si estende per quasi 300 metri lungo la costa, è facilmente individuabile dal mare e caratterizzato da versanti instabili, franosi e contenenti molta argilla. L'area paracarsica di Ghisciera Mala è inserita in un contesto paesaggistico-geologico di grande pregio, comprendenti la Torre del Porticciolo, che chiude la Cala Viola a Nord e poggia su una *cuesta* composta da sedimenti a tonalità rosse del Buntsandstein, la Puntetta della Ghisciera, dove gli strati carbonatici decimetrici del Lias, formanti una falesia ripida, sono separati da una faglia dai gessi del Keuper, e i rilievi calcarei giurassici di Punta Cristallo e Punta Ghisciera Mala. Le falesie calcaree ospitano numerose specie di uccelli marini mentre alcune coppie di grifoni sono tornati a frequentare la zona grazie all'installazione di alcuni carnai nella zona di Punta Cristallo.

Anche se l'impronta del carsismo sul paesaggio è pressoché trascurabile, escludendo le micromorfologie che rendono particolare quest'area a livello regionale, l'insieme delle forme e delle morfologie rendono l'area prospiciente Cala Viola certamente tra le più suggestive della Sardegna.

Conservazione e valorizzazione

L'affioramento dei gessi di Ghisciera Mala, conosciuta da molti anni, è stato al centro dell'attenzione per il suo valore economico-industriale una trentina di anni fa. In tale periodo, infatti, fu proposta l'apertura di una cava per la coltivazione di un milione di metri cubi di gessi da utilizzare nell'industria del cemento. Tale progetto, già allora, fu respinto dalle Autorità competenti per motivi paesaggistici, essendo Cala Viola località costiera di grande potenziale turistico. Oggi il settore costiero

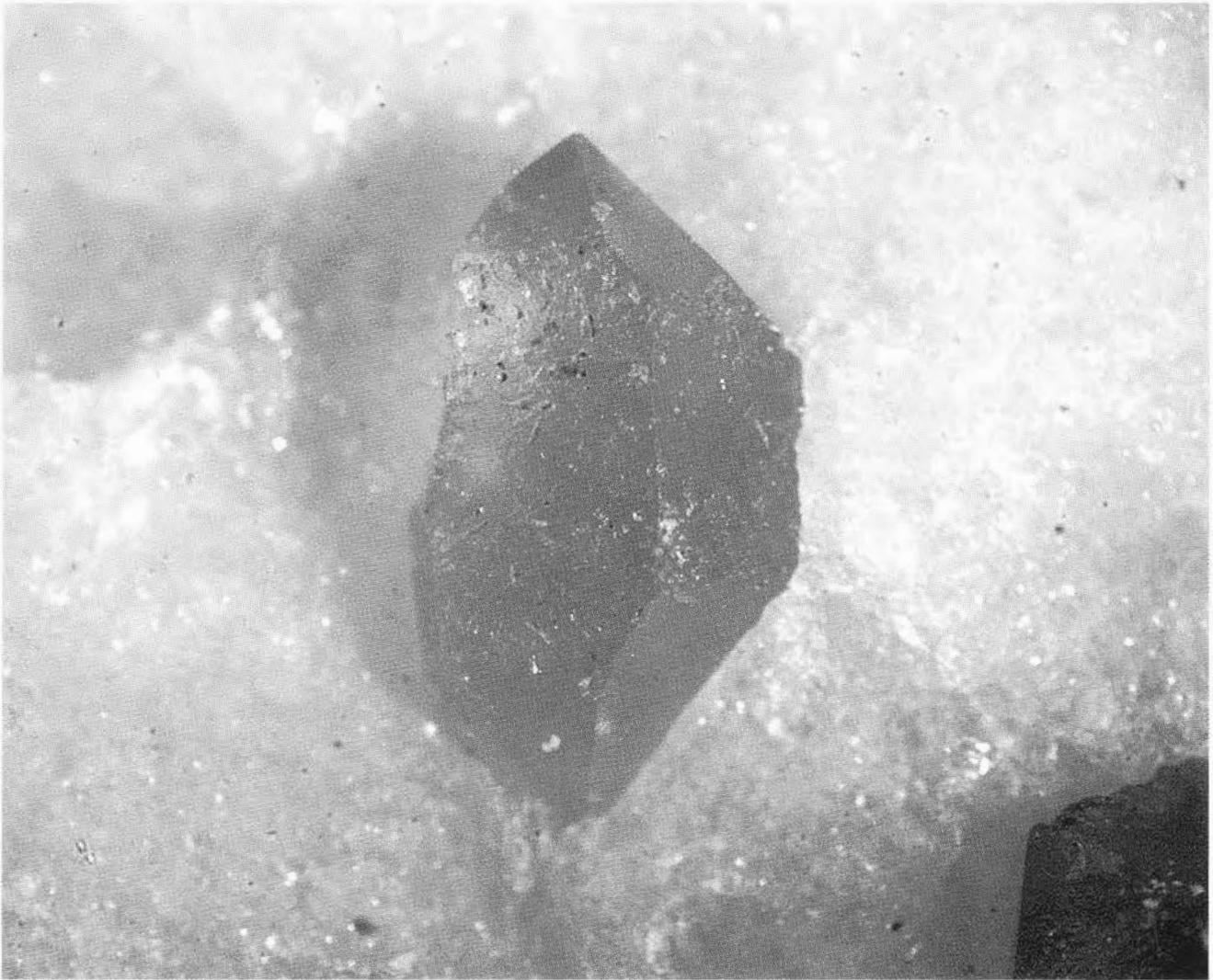


Fig. 5 - Cristallo di quarzo biterminato formatosi all'interno del gesso microcristallino nelle fasi tardive della sedimentazione evaporitica.

Biterminate quartz crystal grown inside micritic gypsum in the late phases of the evaporitic sedimentation.

nel quale è inserito l'affioramento evaporitico di Ghisciera Mala è tutelato da numerose leggi e direttive comunitarie, nazionali e regionali. Inoltre, l'area è inserita nell'elenco dei Siti di Interesse Comunitario (S.I.C.) (ITB000042 Capo Caccia-Isola Foradada-Isola Piana-Punta Giglio) sia per la presenza di numerose specie di uccelli, sia per la grande varietà botanica (SOCIETÀ BOTANICA ITALIANA, 1971). Nella zona infatti si trovano numerose specie endemiche (*Centaurea horrida*, *Genista sardoa*, *Pancratium illyricum*, *Erodium corsicum* ssp. *praecox*, *Galium schmidii*) e di interesse fitogeografico (*Chamaerops humilis*, *Anthyllis barba-jovis*) (CASSOLA & TASSI, 1973). Infine l'intera zona è parte integrante dell'area n°6 del Parco Geominerario

Storico ed Ambientale della Sardegna, di recente istituzione.

Ringraziamenti

Si ringraziano il Dott. Franco Frau del Dipartimento di Scienze della Terra di Cagliari e Danilo Demaria del Gruppo Speleologico Bolognese per l'aiuto fornitomi durante le ricerche sul campo. Un particolare ringraziamento va al Prof. Giuseppe Pecorini del Dipartimento di Scienze della Terra di Cagliari per le numerose e valide notizie sui gessi nel Nord Sardegna ed al Prof. Alfredo Loi per la fotografia del quarzo riprodotta in questo lavoro.

Bibliografia

- ALTEA G., 1980 - *I giacimenti di gesso nel Trias della Nurra*. Tesi di Laurea, Ist. Geol., Univ. Cagliari, A.A. 1979-1980, 82 pp.
- CASSOLA F., TASSI F., 1973 - *Proposta per un sistema di Parchi e Riserve Naturali in Sardegna*. Boll. Soc. Sarda Sci. Nat., 13, pp. 51-129.
- CHERCHI M.A., SCHROEDER R., 1985 - *Mesozoic of Northwestern Sardinia. Stratigraphy*. 19th European Microplaeontological Colloquium, Guide Book, AGIP, Cagliari, pp. 44-56.
- COSTAMAGNA L.G., BARCA S., 2002 - *The "Germanic" triassic of Sardinia (Italy): a stratigraphic, depositio-
nal and palaeogeographic review*. Riv. Ital. Paleont. Strat., 108 (1), pp. 67-100.
- DE WAELE J., 2003 - *Inventario delle aree carsiche della Sardegna*. Atti XIX Cong. Naz. Spel., Bologna (in stampa).
- DELLA MARMORA A., 1857 - *Voyage en Sardaigne: parte terza (Description géologique)*. Librairie Arthus Bertrand, Paris e Libreria G. Bocca, Torino, 410 + 494 + 556 + 620 pp.
- FAURÉ PH., PEYBERNÈS B., 1983 - *Le Lias de la Nurra (Sardaigne Nord-Occidentale). Implications paléogéographiques*. Comptes-Rendus Académie des Sciences Paris 296, pp. 1799-1802.
- FORTI P., 1996 - *Erosion rate, crystal size and exokarst microforms*. Int. Symp. on Karren Landforms, Univ. Illes Balears, pp. 261-276.
- FORTI P., SAURO U., 1996 - *The gypsum karst of Italy*. Intern. Journ. Spel., 25 (3-4), pp. 239-250.
- OOSTERBAAN A.M., 1936 - *Etude géologique et paléontologique de la Nurra (Sardaigne) avec quelques notes sur le Permien et le Trias de la Sardaigne méridionale*. Tesi Univ. Utrecht, 136 pp.
- PECORINI G., 1962 - *Nuove osservazioni sul Permico della Nurra (Sardegna nord-occidentale)*. Atti Accademia Nazionale dei Lincei, Rend. Cl. Sc. Fis. Mat. e Nat., 32, pp. 377-380.
- PITTAU DEMELIA P., DEL RIO M., 1980 - *Pollini e spore del Trias medio e del Trias superiore negli affioramenti di Campumari e di Ghisciera Mala (Sardegna)*. Boll. Soc. Paleont. It., 19 (2), pp. 241-249.
- POSENATO R., 2002 - *The Triassic of the Nurra region (Northwestern Sardinia, Italy)*. Rend. Soc. Paleont. It., 1, pp. 111-118.
- SCIUNNACH D., 2001 - *Heavy mineral provinces as a tool for palaeogeographic reconstruction: a case study from the Buntsandstein of Nurra (NW Sardinia, Italy)*. Eclogae geol. Helv., 94, pp. 197-211.
- SERRA A., 1938 - *Osservazioni sul gesso delle regioni di Alghero (Sardegna) e di Narbonne (Francia)*. Studi Sassaesi, 16 (1), pp. 1-4.
- SOCIETÀ BOTANICA ITALIANA, 1971 - *Censimento dei biotopi di rilevante interesse vegetazionale meritevoli di conservazione in Italia. Sardegna*. Cap. 20-15, Capo Caccia e P.ta del Giglio.

*finito di stampare nel Luglio 2003 presso
le Grafiche A&B - Bologna*

