

# "CARSISMO E GROTTE NELLE EVAPORITI DELL'APPENNINO SETTENTRIONALE", *un nuovo sito UNESCO per l'Italia*

a cura di Stefano Lugli

**I**l nuovo sito UNESCO costituisce l'esempio più completo, straordinario e facilmente accessibile di fenomeni carsici nelle rocce gessose in condizioni di clima umido subtropicale.

Il bene riunisce le aree più studiate al mondo per quanto riguarda l'idrogeologia, la mineralogia e la speleologia nelle evaporiti, fin dal XVI secolo. Grazie alla complessa relazione tra evoluzione geologica e condizioni climatiche umide subtropicali, il sito ospita diverse fasi della evoluzione mineralogica del gesso e molti speleotemi e minerali del tutto peculiari.

Più di 900 grotte, con uno sviluppo totale di oltre 100 km, sono presenti in un'area relativamente ristretta, incluse la grotta in gesso più profonda del mondo, la grotta epigenetica più lunga del mondo e le sorgenti carsiche salate più copiose d'Europa.

Molte grotte sono state frequentate fin dalla preistoria e sono diventate aree di scavo del *lapis specularis*, gli splendidi cristalli trasparenti utilizzati al posto del vetro in epoca romana.



Milioni di cristalli a coda di rondine luccicano lungo le pareti della Risorgente di Rio Basino nella Vena del Gesso Romagnola (foto P. Lucci).



### Keywords

- Carsismo
- Gesso
- Patrimonio dell'Umanità
- UNESCO

## IL NUOVO SITO UNESCO

Il 19 settembre 2023 la 45° sessione dell'*UNESCO World Heritage Committee* riunita a Riyadh (Arabia Saudita) ha iscritto nella lista del Patrimonio Mondiale il “Carsismo e Grotte nelle Evaporiti dell'Appennino Settentrionale” (*Evaporitic Karst and Caves of Northern Apennines*, acronimo *EKCNA*).

Sui 59 siti UNESCO in Italia, diventano così sei quelli naturali: Isole Eolie (2000), Dolomiti (2009), Monte San Giorgio (Varese, estensione del sito fossilifero del Mesozoico svizzero, 2010), Monte Etna (2013) e Faggete primarie e vetuste dei Carpazi e di altre regioni d'Europa (estensione con otto componenti in Italia, 2017).

Ben cinque dei sei siti naturali sono di primario interesse geologico e sono stati iscritti nella lista del Patrimonio Mondiale facendo riferimento al criterio VIII di UNESCO, in quanto “testimonianza straordinaria dei principali periodi dell'evoluzione della Terra, comprese testimonianze della Vita, di processi geologici in atto nello sviluppo delle caratteristiche fisiche della superficie terrestre o di caratteristiche geomorfiche o fisiografiche significative”.

Si tratta di un sito naturale seriale, costituito cioè da sette componenti separate: Alta Valle Secchia, Bassa Collina Reggiana, Gessi di Zola Predosa, Gessi Bolognesi, Vena del Gesso Romagnola, Evaporiti di San Leo e Gessi di Onferno. Le aree carsiche ricadono interamente nei confini della Regione Emilia-Romagna e coinvolgono 19 comuni (Fig. 1).

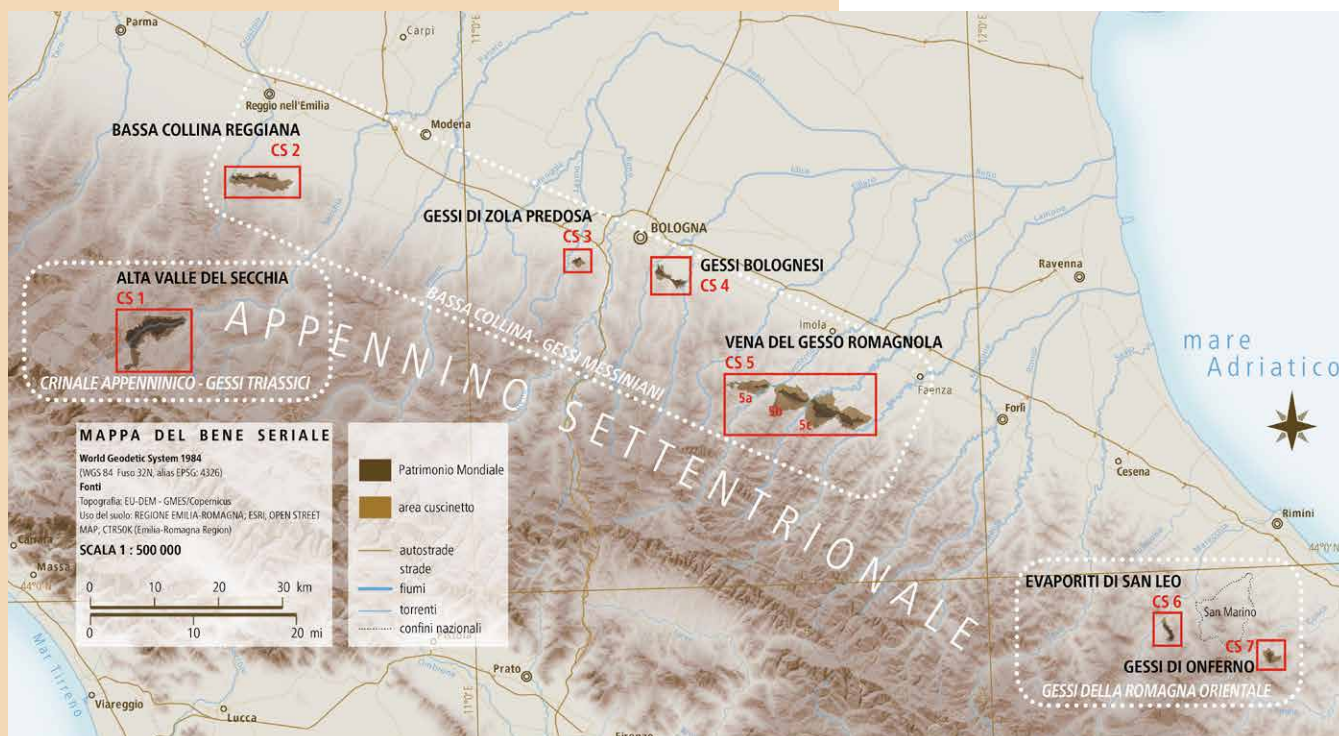


Fig. 1 - Le sette aree che costituiscono il sito seriale UNESCO del Carsismo e grotte nelle evaporiti dell'Appennino settentrionale.

## IL VALORE UNIVERSALE DEI GESSI E DEL CARSISMO

Il nuovo sito UNESCO colma un vuoto nella Lista del Patrimonio Mondiale, che comprendeva numerosi siti carsici in rocce carbonatiche, ma nessuno in rocce evaporitiche.

Un aspetto fondamentale che contribuisce al valore universale di queste aree carsiche è l'altissimo livello di conoscenza scientifica. Le esplorazioni e le scoperte avvenute in quest'area, descritte in pubblicazioni speleologiche pionieristiche, sono considerate pietre miliari nello sviluppo delle geoscienze. I fenomeni di dissoluzione e numerosi minerali (Forti, 2017) sono stati descritti qui fin dal XVI secolo e il loro studio ha contribuito a formare la nomenclatura internazionale del carsismo evaporitico, ancora oggi utilizzata in tutto il mondo. In una fascia di ridotta estensione, costituita da scarpate verticali che emergono dalle argille circostanti, è possibile studiare l'evoluzione dei depositi evaporitici triassici e miocenici, con la stessa facilità di accesso che ha favorito la loro esplorazione fin dall'epoca pre-scientifica.

Qui troviamo più di 900 grotte per uno sviluppo complessivo di oltre 100 km, la grotta in gesso più profonda del mondo, il sistema di M. Caldina che raggiunge 265 m di profondità, la grotta epigenetica più lunga del mondo, il sistema Acquafredda-Spipola-Prete Santo, che raggiunge 11,5 km di lunghezza e la più grande sorgente carsica salata d'Europa, le sorgenti di Poiano con portata media di 400 L/s (AA.VV., 2022).

I fenomeni carsici e le grotte del nuovo sito UNESCO si sono sviluppati in due formazioni geologiche evaporitiche, le Anidriti di Burano risalenti al Triassico Superiore (230-203 milioni di anni fa) nella zona del crinale appenninico e la Gessoso-Solfifera del Messiniano (Miocene, 5,96-5,60 milioni di anni fa) nella fascia collinare. La deposizione di queste rocce rappresenta fasi importanti nella storia del nostro pianeta: la disgregazione del supercontinente Pangea e la catastrofe ecologica che ha interessato il Mar Mediterraneo quasi 6 milioni di anni fa.



Fig. 2 - Roccia anidritica deformata da pieghe (grigio, al centro) in via di gessificazione (foto S. Lugli).

I gessi del Messiniano conservano le caratteristiche deposizionali primarie mentre i gessi triassici e quelli messiniani della Romagna orientale portano i segni delle complesse trasformazioni dei minerali solfatici. A causa di variazioni della temperatura, i cristalli primari di gesso, come la selenite, si trasformano in anidrite e poi di nuovo in gesso, formando l'alabastro gessoso, roccia microcristallina dal caratteristico colore biancastro. La prima fase della trasformazione si è verificata durante il seppellimento, provocata dall'aumento geotermico della temperatura in profondità nella crosta terrestre. Già a 500 m di profondità il gesso non è più stabile e si trasforma in anidrite. Con l'orogenesi appenninica le rocce evaporitiche sono state esumate e si trovano oggi in affioramento, dove l'anidrite non è più stabile e si idrata a formare gesso grazie all'infiltrazione delle acque piovane e al contatto con le acque di falda. L'idratazione produce cristalli di gesso microscopici formando la roccia alabastrina (Fig. 2), che solo nel caso delle Evaporiti di San Leo conserva le tracce degli originari cristalli a coda di rondine trasformati in una massa di gesso

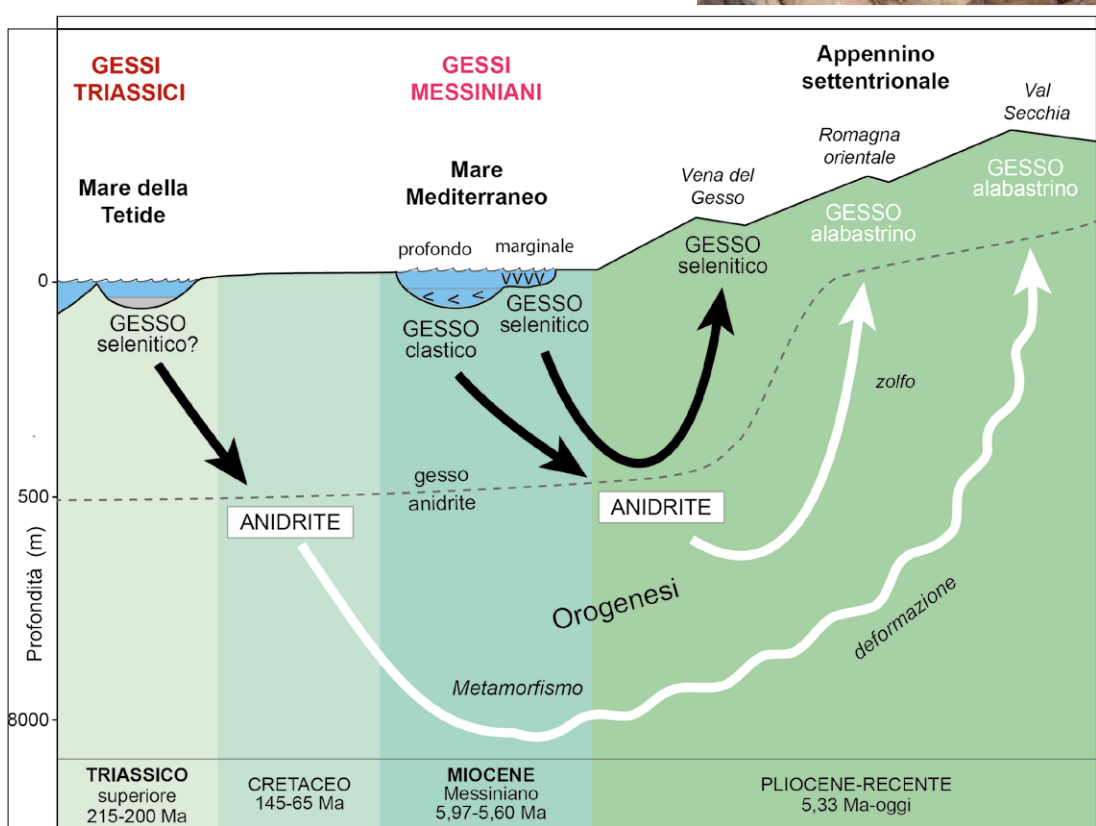
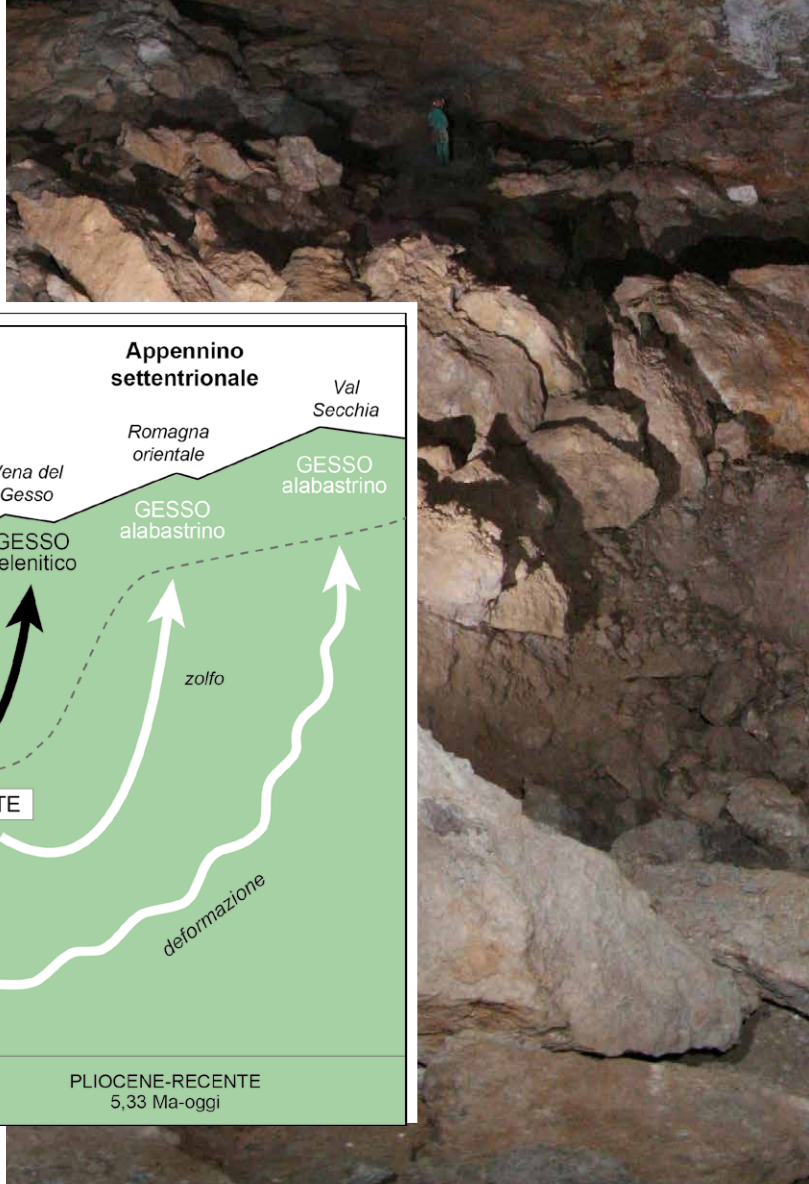


Fig. 3 - La storia geologica di seppellimento e esumazione dei gessi messiniani a confronto con quella dei gessi triassici.

microcristallino di colore bianco. Evoluzione simile, anche se molto più intensa e tormentata, hanno avuto i gessi triassici della Formazione di Burano nel Parco nazionale dell'Appennino toso-emiliano. Nella Fig. 3 viene messa a confronto l'evoluzione geologica dei gessi Triassici della Val Secchia e quella dei gessi messiniani della Vena del Gesso e della Romagna orientale. A causa di questi complessi fenomeni, nelle due aree appenniniche i gessi hanno sviluppato caratteristiche carsiche completamente diverse. Il gesso del Triassico Superiore è stato interessato da forti deformazioni che contribuiscono a determinare spettacolari processi geologici in rapida evoluzione, come la formazione di doline di sfondamento, le frane per crollo, l'apertura di nuove grotte e la scomparsa di vecchi sistemi carsici. Questi fenomeni si sviluppano con una rapidità non riscontrabile in nessuna altra area carsica evaporitica del mondo.

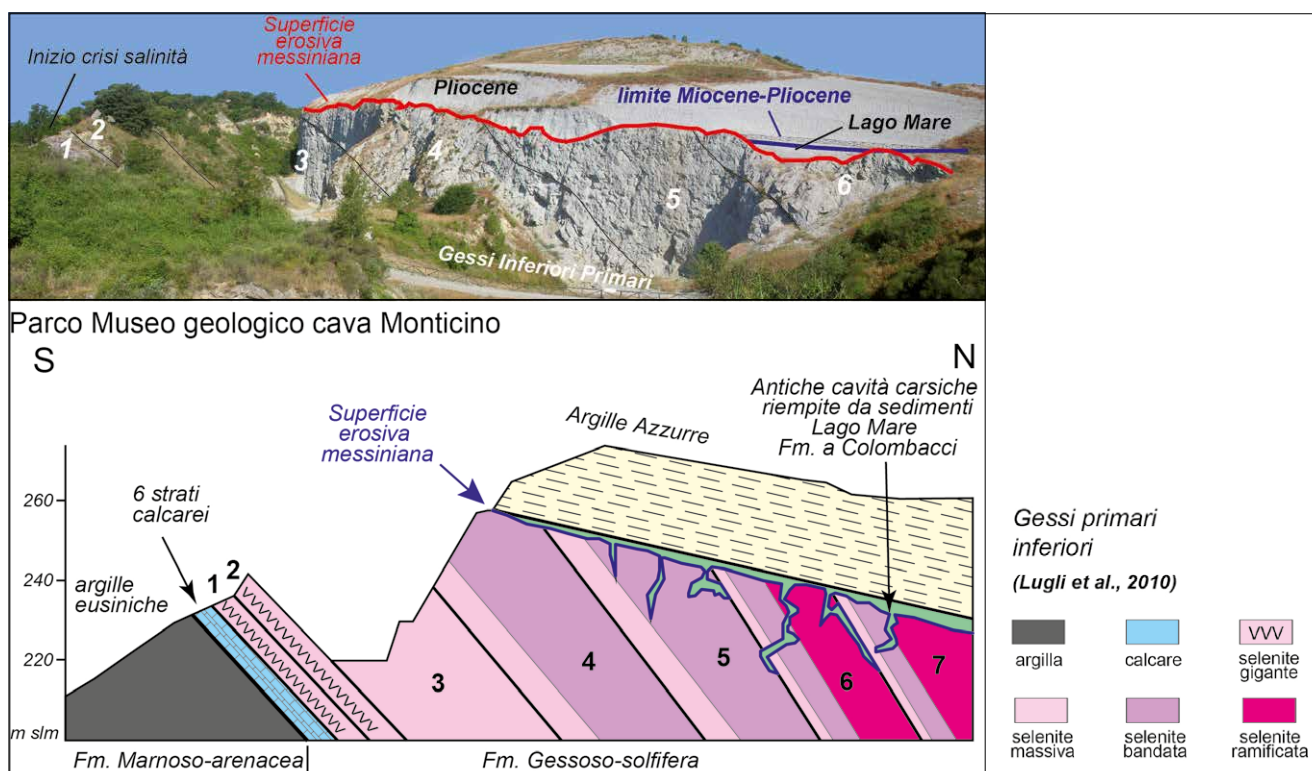
Le grotte nel gesso appaiono piuttosto spoglie rispetto a quelle nel calcare dato che il gesso presenta una bassa tendenza a formare concrezioni come le stalattiti e le stalagmiti. È questo uno degli aspetti più affascinanti di questo tipo di grotte: le pareti appaiono lisce, raramente decorate da concrezioni calcaree o gessose. E così le pareti dei condotti delle grotte nei gessi messiniani scintillano a causa dei milioni di cristalli geminati a coda di rondine, lunghi fino alcuni metri, i cui piani di sfaldatura brillano come specchietti. Nelle grotte dei gessi triassici e nei gessi alabastrini messiniani (Evaporiti di San Leo, Rimini) le pareti dei condotti appaiono invece candide. Le grotte nelle rocce evaporitiche triassiche sono praticamente prive di resti fossili, a causa della rapidissima evoluzione dei condotti anche per crollo (Fig. 4), ma le rocce gessose messiniane conservano un significato paleontologico molto importante, sia a livello deposizionale, per lo sviluppo

di sistemi paleocarsici di età intramessiniana nei Gessi di Zola Predosa (De Waele & Pasini, 2013) e della Vena del Gesso Romagnola, con abbondanti resti fossili tra i quali iene, mastodonti, antilopi, scimmie, coccodrilli (Fig. 5, AA.VV., 2021), sia per fasi carsiche successive di età pleistocenica caratterizzati da resti di bisonti, megaceri, marmotte, tassi, caprioli, lupi e altri animali rinvenuti all'interno di un paleo-inghiottitoio (Gessi Bolognesi, AA.VV., 2018). Le grotte dei gessi messiniani videro anche una stabile frequentazione umana a partire dal tardo Neolitico-inizio Età del Rame e furono poi sfruttate per cavare gli spettacolari cristalli di gesso trasparenti (*lapis specularis*), che furono utilizzati dai Romani come sostituti del vetro nei telai delle finestre. Queste caratteristiche eccezionali e uniche sono splendidamente esposte e facilmente leggibili nelle colline e nelle aree di crinale dell'Appennino settentrionale.

**"CARSISMO E GROTTI NELLE EVAPORITI DELL'APPENNINO SETTENTRIONALE"**  
*un nuovo sito UNESCO per l'Italia*



**Fig. 4** - Il salone di crollo nel sistema dei Tanoni nei gessi triassici del crinale reggiano (foto P. Lucci.)



**Fig. 5** - Schema stratigrafico del Parco museo geologico della cava del Monticino presso Brisighella (RA). Notare la spettacolare discordanza angolare tra i depositi gessosi e i sedimenti sovrastanti (modificato da Marabini & Vai, 1985).

## I GESSI TRIASSICI E LE GROTTTE

Il gesso è un minerale più solubile della calcite e quindi le grotte nei gessi si sviluppano più velocemente di quelle nei calcari. Ma in Val Secchia, nell'Appennino reggiano, le grotte evolvono ancora più velocemente a causa dei crolli. La roccia evaporitica triassica è fortemente instabile perché profondamente deformata e smembrata da complessi processi geologici. Deposta nell'antico mare della Tetide, oltre 200 milioni di anni fa, per evaporazione in una serie di lagune e poi sepolte a vari chilometri di profondità, durante l'evoluzione della catena appenninica ha agito come livello di scollamento delle falde in accavallamento. Alle deformazioni tettoniche si è poi sommata la ancora più rapida dissoluzione del salgemma nel sottosuolo che ha scompaginato ulteriormente gli strati in enormi blocchi contrapposti (*cap rock*, Lugli, 2001). Ulteriore instabilità è legata al fenomeno dell'idratazione dell'anidrite a formare gesso che avviene con significativo aumento di volume contribuendo a frammentare le rocce nella zona più superficiale di affioramento.

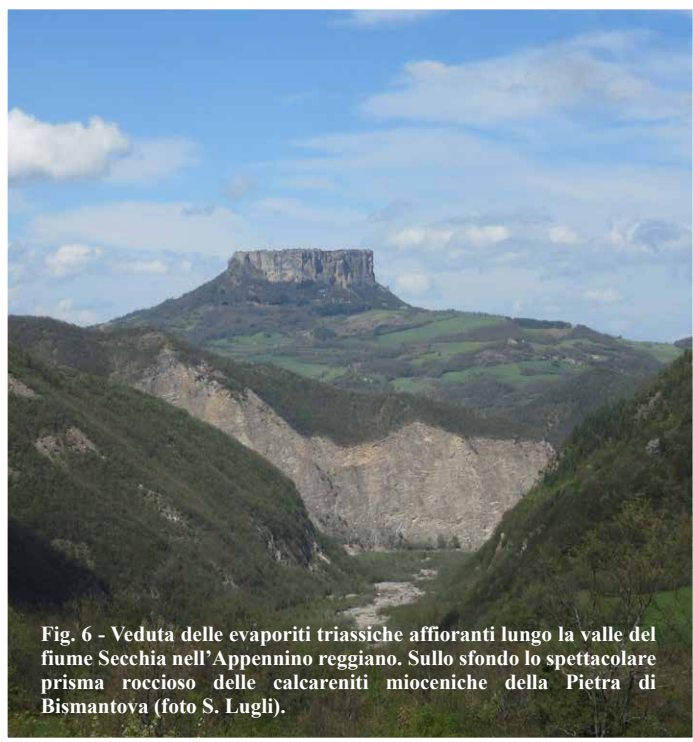


Fig. 6 - Veduta delle evaporiti triassiche affioranti lungo la valle del fiume Secchia nell'Appennino reggiano. Sullo sfondo lo spettacolare prisma roccioso delle calcareniti mioceniche della Pietra di Bismantova (foto S. Lugli).

Queste particolari caratteristiche hanno determinato lo sviluppo di una tipologia di carsismo unica al mondo, le "anse ipogee" (Lugli, 1993). I torrenti che vengono inghiottiti nelle montagne non attraversano il nucleo dei rilievi gessosi, come accade per i gessi messiniani della zona collinare, ma compiono un percorso sotterraneo esclusivamente nella fascia più esterna dei rilievi, dove domina il gesso e non l'anidrite. Le rocce anidritiche infatti sono meno solubili del gesso e sono praticamente impermeabili.

Non esistono al mondo altre rocce carsiche che presentino una evoluzione così complessa e drammaticamente veloce come in Val Secchia. Non appena un torrente sotterraneo si è aperto la via dissolvendo le rocce, grandi blocchi si staccano dalle pareti e dal soffitto dei condotti e il torrente li scioglie velocemente lasciando spazio per nuovi crolli. In questo modo si è formata la spettacolare sala nel sistema carsico dei Tanoni, lunga 100 m, larga 28 m e alta 18 m (salone M. Bertolani Fig. 4).

E così alcune grotte scompaiono, come il Tanone di Secchia oggi ufficialmente estinto, e questa è il destino che toccherà in un futuro più o meno prossimo anche al suggestivo ingresso del Tanone grande della Gaggiolina, modellato da recenti crolli. Allo stesso modo nuove grotte si aprono per poi richiudersi, come la Grotta della frana sopra le Sorgenti di Poiano, apertasi nel 1942 e oggi estinta (Lugli et al., 2022a). Anche all'esterno le scenografiche pareti rocciose verticali della Valle del Secchia sono continuamente solcate da nuovi crolli (Figg. 6 e 7).



Fig. 7 - Le pareti verticali dei gessi triassici di Monte Rosso lungo la valle del fiume Secchia nel Parco nazionale dell'Appennino tosco-emiliano. Sullo sfondo la Pietra di Bismantova (foto P. Lucci).



**Fig. 8** - Successione stratigrafica della Vena del Gesso vista dal castello di Tossignano (BO), con indicata la numerazione progressiva degli strati gessosi (foto S. Lugli).

## I GESSI MESSINIANI E LE GROTTI

I gessi messiniani si sono formati in seguito alla “crisi di salinità”, l’evento più drammatico della storia del Mare Mediterraneo. Tra 5.97 e 5.33 milioni di anni fa (Messiniano, Miocene superiore) il Mediterraneo si trasformò in una di enorme salina. Si tratta di una vera e propria catastrofe ecologica che provocò la scomparsa di quasi tutte le forme di vita dal mare. La riduzione degli scambi idrici nell’area dello stretto di Gibilterra e il bilancio idrico negativo, che ancora oggi caratterizza il nostro mare, provocò un drastico aumento della salinità fino alla cristallizzazione dei minerali evaporitici e in particolare di gesso e sale.

I cristalli di gesso della Vena presentano numerosi aspetti straordinari. Primo tra questi è la notevole dimensione, che negli strati basali supera il metro. Il secondo aspetto straordinario è la presenza di filamenti all’interno dei cristalli, è questo un caso eccezionale di fossilizzazione in gesso di batteri

(Panieri et al., 2010).

Altro aspetto è la presenza di cristalli secondari di gesso perfettamente trasparenti nelle fratture che attraversano gli strati, il *lapis specularis*. I Romani allargavano le grotte naturali per poter raggiungere le vene con i cristalli aprendo anche nuovi condotti artificiali. La proprietà mineralogica dei cristalli di gesso di essere separati lungo piani perfettamente lisci e regolari lungo i piani di sfaldatura fu sfruttata dai Romani per suddividere facilmente i cristalli in lastre sottilissime, addirittura inferiori a 2 mm di spessore, per poi utilizzarle delle finestre al posto del vetro.

Uno degli aspetti che salta subito all’occhio osservando la Gessoso-Solfifera, e in particolare lungo la scarpata della Vena del Gesso Romagnola, è l’organizzazione in spessi strati separati da sottili livelli di argilla (Fig. 8). Sono 16 gli strati di gesso che furono depositi durante la “crisi di

salinità” secondo una organizzazione ciclica che dipende dalle variazioni climatiche naturali provocate da cause astronomiche e in particolare dalla precessione degli equinozi (Lugli et al., 2010). I gessi si sono formati nelle fasi climatiche aride, quando la forte evaporazione dell’acqua marina favoriva la cristallizzazione dei minerali evaporitici. L’argilla che separa gli strati gessosi è invece riferibile alle fasi climatiche umide, quando piogge intense provocavano il ruscellamento delle aree emerse. Ciascuna coppia di strati gesso/argilla registra la deposizione avvenuta nell’arco di circa 21.000 anni. Ne consegue che i 16 strati della Vena del Gesso sono stati depositi in circa 340.000 anni.

Le caratteristiche più spettacolari dei fenomeni carsici nei gessi messiniani sono visibili nell’area dei Gessi Bolognesi e nella Vena del Gesso Romagnola (Lugli et al., 2022b).

Nei Gessi Bolognesi tra i fenomeni



carsici superficiali sono da annoverare la spettacolare dolina della Spipola, larga 500 m e profonda 100 m, le erosioni a candela, cavità carsiche tubiformi a sviluppo verticale descritte qui per la prima volta al mondo, e le bolle di scollamento. Qui sono presenti oltre 160 cavità con uno sviluppo complessivo che supera 20 km. Il sistema Acquafredda-Spipola-Prete Santo raggiunge ben 11,5 km di sviluppo, record mondiale per le grotte epigenetiche in gesso (AA.VV., 2022).

Nella Vena del Gesso Romagnola sono presenti oltre 200 grotte per uno sviluppo totale di più di 40 km. Gli speleotemi più antichi sono stati datati a circa 580,000 anni fa, suggerendo che le prime grotte si siano formate nella fase climatica fredda risalente a 640,000 anni fa (Chiarini et al., 2019). La spettacolare sequenza di grandi doline nell'area di Monte Mauro (Fig. 9) ospita la più grande concentrazione in Italia di cave romane di *lapis specularis* (Lugli et al., 2019).



Fig. 9 - La grande densità di doline sul lato settentrionale della Vena del Gesso a Monte Mauro, non lontano da Brisighella, RA (foto P. Lucci).

## BIBLIOGRAFIA

AA.VV. (2018). *Geopaleontologia dei gessi bolognesi. Nuovi dati sui depositi carsici del Pleistocene Superiore*. G. Nenzioni e F. Lenzi (a cura di) in: Memorie dell'Istituto Italiano di Speleologia, serie II, volume XXXII, Bologna.

AA.VV. (2021). *La fauna messiniana di Cava Monticino (Brisighella, RA)*. Rook L. (a cura di), Memorie dell'Istituto Italiano di Speleologia, s. II, vol. 37.

AA.VV. (2022). *Nomination Dossier – Proposal of the 'Evaporitic Karst and Caves of Northern Apennines' for inscription on the UNESCO Natural world heritage list*. Emilia-Romagna Region (ed.), Bologna.

Chiarini V., Columbu A. & De Waele J. (2019). *Datazioni di speleotemi carbonatici: implicazioni speleogenetiche e paleoclimatiche nell'area di Monte Mauro*. In: M. Costa, P. Lucci, S. Piastra (a cura di), I Gessi di Monte Mauro. Studio multidisciplinare di un'area carsica nella Vena del Gesso romagnola. Memorie dell'Istituto Italiano di Speleologia, s. II, vol. XXIV, Faenza.

De Waele J. & Pasini G. (2013). *Intra-Messinian gypsum palaeokarst in the northern Apennines and its palaeogeographic implications*. Terra Nova, 25, 199-205.

Forti P. (2017). *Chemical deposits in evaporite caves: an overview*. International Journal of Speleology, 46(2), 109-135.

Lugli S. (1993). *Considerazioni geologiche sulla genesi delle cavità ad "ansa ipogea" nelle evaporiti triassiche dell'alta val di Secchia*. - Atti XVI Congresso Nazionale di Speleologia, Le Grotte D'Italia, (4) XVI, 257-266.

Lugli S. (2001). *Timing of post-depositional events in the Burano Formation of the Secchia Valley (Upper Triassic, northern Apennines), clues from gypsum-anhydrite transitions and carbonate metasomatism*. Sedimentary Geology, 140(1-2), 107-122.

Lugli S., Costa M., Forti P., Piastra S., De Waele J., Grimandi P., Nenzioni G., Bianco D., Lucci P., Curotti A. & Furin S. (2022a). *Geological field trip guidebook, proposal for the 'Evaporitic Karst and Caves of Northern Apennines' for inscription on the UNESCO Natural world heritage list*. Emilia-Romagna Region (ed.), Bologna.

Lugli S., Manzi V. & Roveri M. (2015). *Geologia dei Gessi di Brisighella e Rontana*. In: "I gessi di Brisighella e Rontana - Studio multidisciplinare di un'area carsica nella vena del gesso romagnola" a cura di P. Lucci e S. Piastra. Memorie dell'Istituto Italiano di Speleologia, 28, 17-26.

Lugli S., Manzi V. & Roveri M. (2022b). *I Gessi di Tossignano, una storia straordinaria*. In: "I Gessi di Tossignano, studio multidisciplinare di un'area carsica nella Vena del gesso romagnola", Lucci P. e Piastra S. (a cura di), Memorie dell'Istituto Italiano di Speleologia s. II, 40, 13-24.

Lugli S., Manzi V., Roveri M. & Schreiber B.C. (2010). *The Primary Lower Gypsum in the Mediterranean: A new facies interpretation for the first stage of the Messinian salinity crisis*. Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology, 297, 83-99.

Lugli S., Reghizzi M., Ercolani M., Lucci P. & Sansavini B. (2019). *Il lapis specularis a Monte Mauro: la più grande concentrazione di cave romane fuori della Spagna*. In: I gessi di Monte Mauro, studio multidisciplinare di un'area carsica nella Vena del Gesso romagnola, Costa M., Lucci P. e Piastra S. (a cura di). Memorie dell'Istituto Italiano di Speleologia, s. II, v. 34, 583-595.

Marabini S. & Vai G.B. (1985). *Analisi di facies e macrotettonica della Vena del Gesso in Romagna*. Bollettino della Società Geologica Italiana, 104, 21-42.

Panieri G., Lugli S., Manzi V., Roveri M., Schreiber C.B. & Palinska K.A. (2010). *Ribosomal RN A gene fragments from fossilized cyanobacteria identified in primary gypsum from the late Miocene, Italy*. Geobiology, 8, 101-111.