

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 supratrassiaca, 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 supratrassiaca 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-

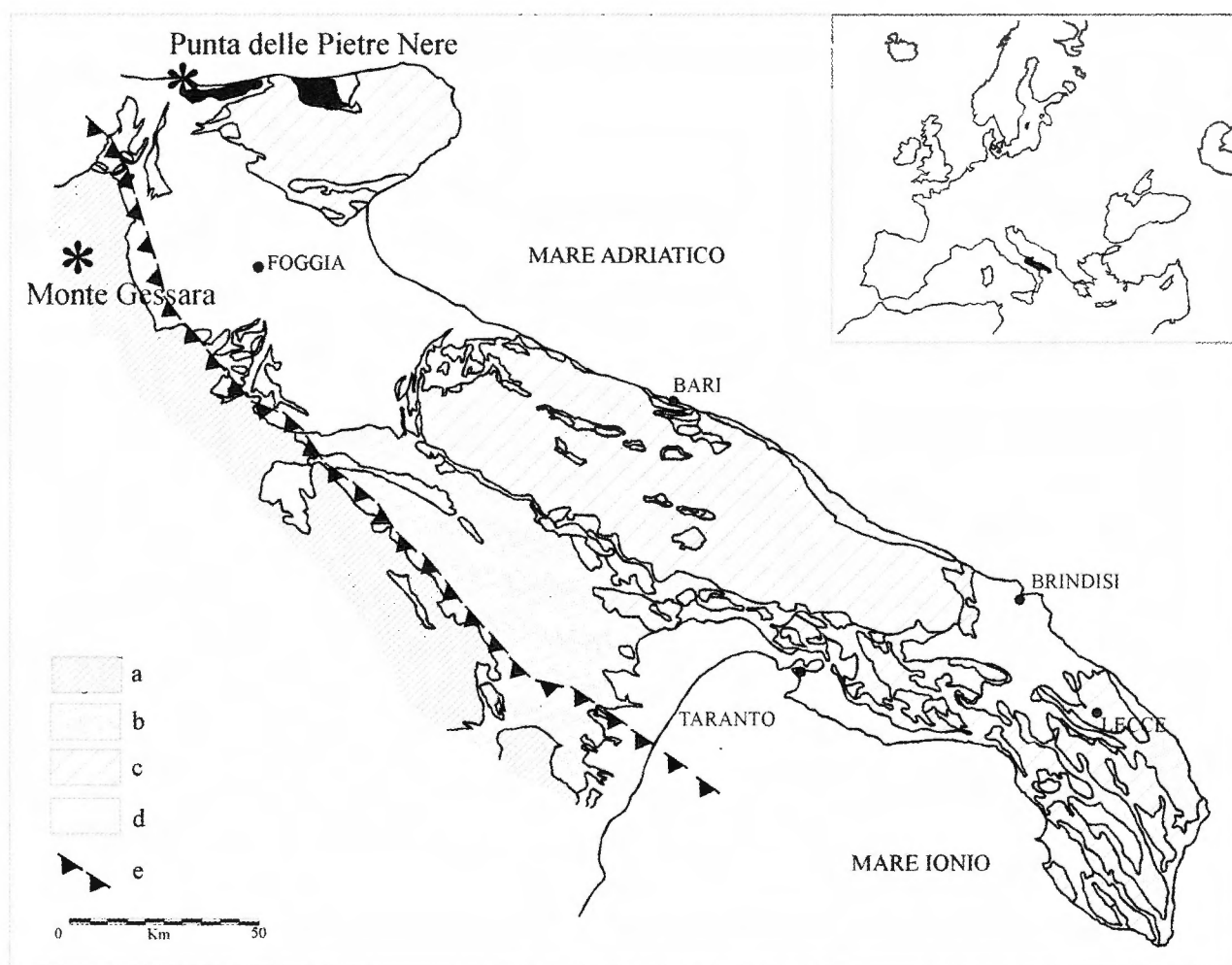


Fig. 1 – Schema geologico della Puglia ed ubicazione geografica delle aree di affioramento di evaporiti. a: Unità della catena appenninica; b: Unità dell'Avanfossa; c: Unità carbonatiche dell'Avampaese; d: coperture plio-pleistoceniche ed oloceniche; e: limite esterno della falda appenninica.

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,

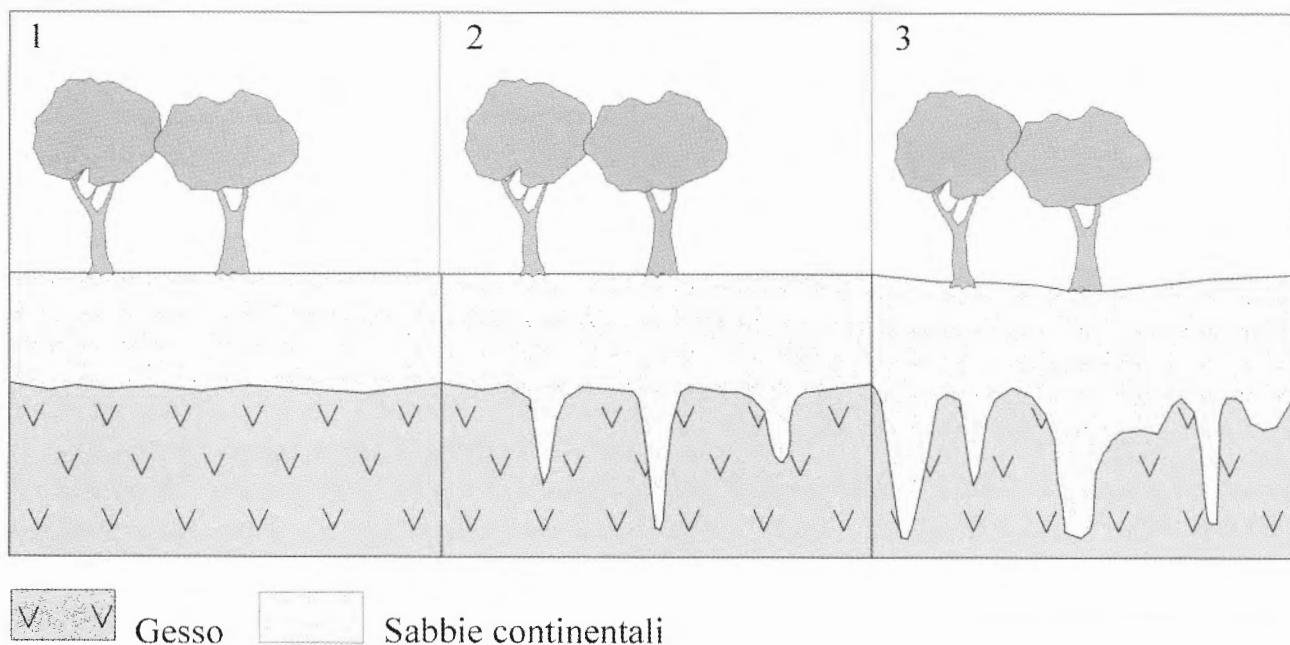


Fig. 4 – Schema evolutivo di carsismo sotto copertura presso Marina di Lesina.
Sketch of Marina di Lesina covered karst evolution.

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

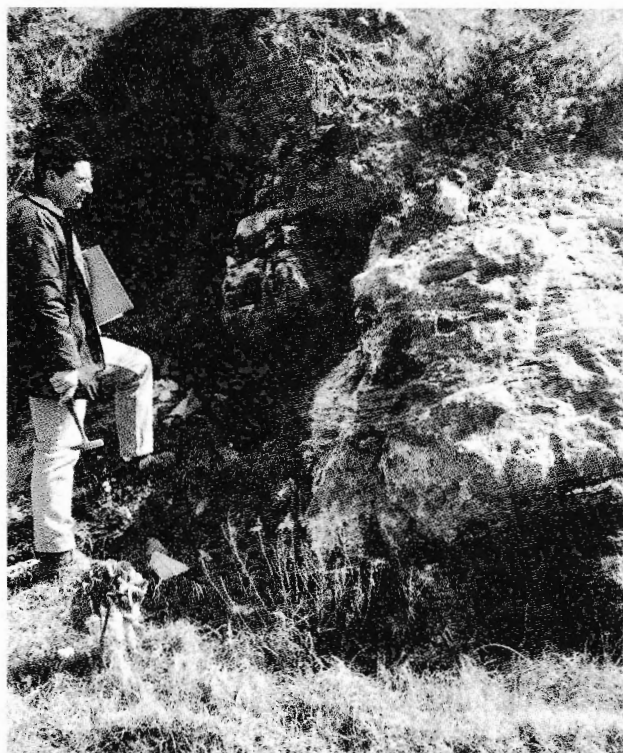


Fig. 5 – Forme di dissoluzione sotto copertura nei gessi di Marina di Lesina.
Covered dissolution forms in the gypsum of Marina di Lesina.

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.

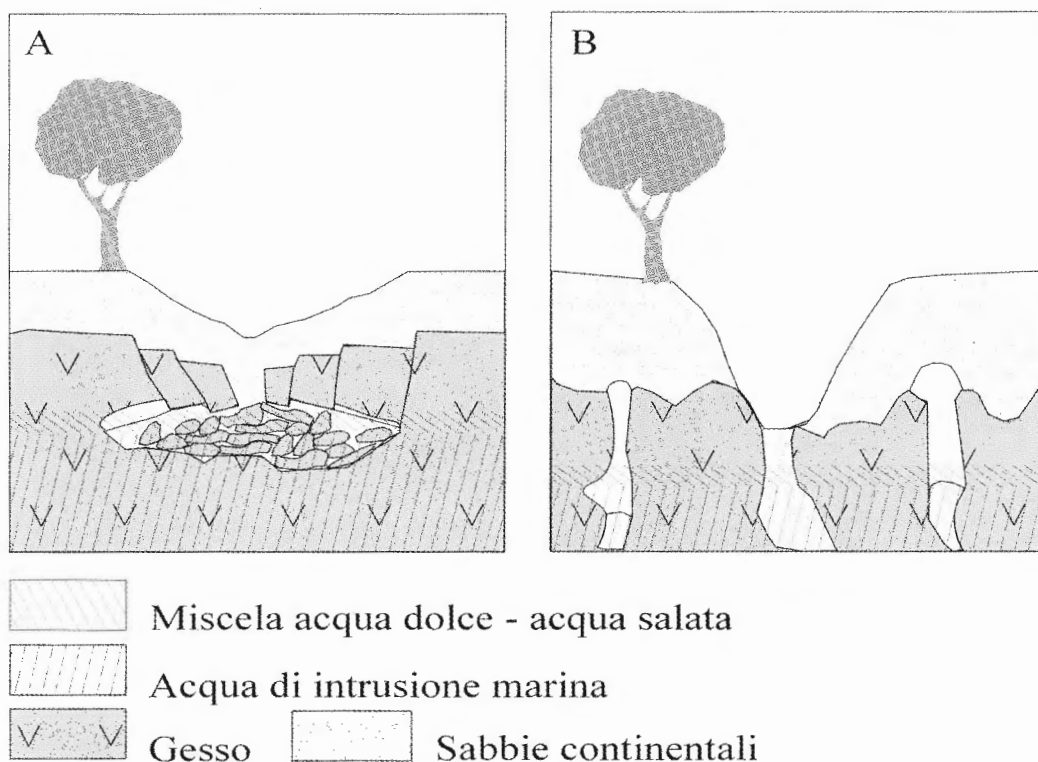


Fig. 6 – Possibili schemi evolutivi dei sinkholes nei gessi di Marina di Lesina.
Two different evolutionary sketches of the sinkholes in the gypsum of Marina di Lesina.

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

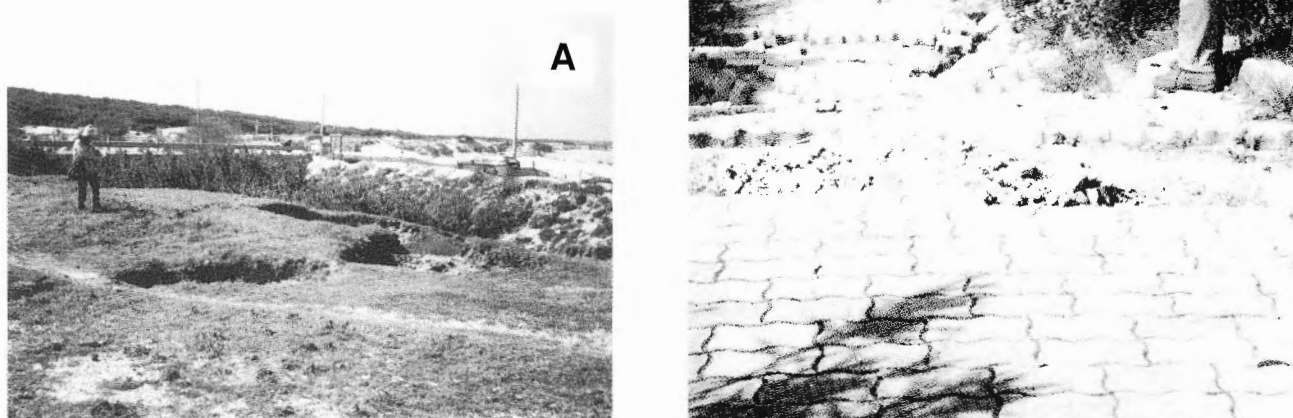


Fig. 7 – Sinkholes lungo le sponde del Canale d'Acquarotta presso la foce a mare (a) e a margine dell'area urbanizzata di Marina di Lesina (b).
Sinkholes along the Canale d'Acquarotta: near the mouth seaside (a) and near the urbanised area of Marina di Lesina (b).



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-marnose 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 (Province 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.