

Alcune considerazioni sulle cave sotterranee in Puglia e sulle relative problematiche

Mario Parise¹

Riassunto

La presenza di ambienti ipogei al di sotto di aree urbanizzate comporta un'evidente situazione di rischio potenziale per le infrastrutture e abitazioni sovrastanti. Tale rischio rimane ignoto se non si ha conoscenza dell'effettivo sviluppo dei vuoti sotterranei, della tipologia degli stessi e delle condizioni di stabilità in cui si trovano. Recenti studi svolti sul territorio regionale pugliese hanno evidenziato che, tra le numerose tipologie di cavità artificiali presenti, le cave sotterranee costituiscono di gran lunga la più pericolosa in termini di instabilità e di potenziali conseguenze per l'antropizzato. Partendo da tale dato, il presente lavoro esamina alcune problematiche connesse alla presenza di cave sotterranee in Puglia, a partire dalla necessità di studi volti alla conoscenza del territorio (incluso il sottosuolo), sino ad alcuni aspetti normativi e legislativi, ed alla gestione del territorio, non solo nelle fasi di emergenza ma soprattutto in termini di prevenzione. Al fine di trattare i suddetti temi, saranno descritti alcuni casi di studio che hanno originato la formazione di sprofondamenti negli ultimi anni in diverse aree del territorio regionale.

PAROLE CHIAVE: cavità artificiali, cave sotterranee, pericolosità, rischio, Puglia.

Abstract

SOME CONSIDERATIONS ON UNDERGROUND QUARRIES IN APULIA, AND RELATED PROBLEMS

Presence of underground cavities beneath built-up areas implies situations of potential risk for all the man-made infrastructures and constructions above. Nevertheless, such a risk remains unknown until a knowledge about the real extension, the typology, and the stability conditions of the caves is reached. Recent researches carried out in the territory of Apulia region pointed out that underground quarries are by far the most dangerous typology of artificial cavity as regards instability phenomena and the likely effects on the human society. Starting from this consideration, the present work deals with analysis of several issues related to the presence of underground quarries: the need to carry out detailed studies devoted to acquire a good understanding of the geological features of the territory (both at the surface and underground), legislative aspects, land management (prevention vs. emergency), etc. Several case studies that have recently caused the formation of sinkholes in different sectors of the region will be illustrated to highlight the main points above.

KEY WORDS: artificial caves, underground quarry, hazard, risk, Apulia.

INTRODUZIONE

In Puglia (fig. 1) le caratteristiche geologiche e morfologiche di gran parte del territorio regionale si prestano particolarmente alla realizzazione di cavità artificiali di varia tipologia. Le gravine dell'arco ionico tarantino ospitano, ad esempio, una miriade di grotte artificiali che, nel corso del Medioevo, sono divenute sede della ben nota "civiltà rupestre" (FONSECA, 1980). Altre diffusissime tipologie di cavità sono rappresentate dagli opifici (*in primis*, i frantoi ipogei, in una delle regioni

italiane a maggiore produzione di olio d'oliva di elevata qualità; MONTE, 1995; DE MARCO et al., 2004), i luoghi di culto (DELL'AQUILA & MESSINA, 1998), le opere idrauliche (PARISE et al., 2009), gli insediamenti ad uso civile (abitazioni, cantine, ecc.; CASAVOLA, 2006).

In un contesto così vario e complesso, esiste poi una tipologia di cavità scavate dall'uomo che, a causa del notevole sviluppo lineare e delle modalità di realizzazione, nonché dell'utilizzo e della evoluzione successiva al termine dell'attività lavorativa, pone seri problemi dal punto di vista della pianificazione territoriale e

¹ Consiglio Nazionale delle Ricerche, Istituto di Ricerca per la Protezione Idrogeologica, Via Amendola 122-I, 70126, Bari; tel. 0805929587, m.parise@ba.irpi.cnr.it



Fig. 1 - Inquadramento geografico e ubicazione delle località citate nel testo.

Fig. 1 - Geographic setting, showing location of the sites cited in the text.

della sicurezza: le cave sotterranee. Un recente studio (BARNABA et al., 2010) ha infatti evidenziato come le cave sotterranee rappresentino di gran lunga la tipologia a maggiore pericolosità in Puglia, oltre a essere diffusa praticamente in tutto il territorio regionale (CALÒ et al., 1992; SANNICOLA, 1997; BRUNO & CHERUBINI, 2005; PARISE, 2010a).

Nel presente lavoro si descrivono pertanto alcune situazioni di dissesto connesse alla presenza di cave sotterranee in Puglia, e si presentano alcune riflessioni ai fini della mitigazione del relativo rischio.

ATTIVITÀ ESTRATTIVA IN SOTTERRANEO

In Puglia, cave sotterranee sono state scavate da tempo immemore, e la loro realizzazione ha avuto un notevole impulso nel secolo scorso, allorchando si sono manifestate due distinte ma complementari esigenze: da un lato, connessa alla crescente espansione urbana, la necessità di reperire materiale con buone caratteristiche di resistenza (ANDRIANI et al., 2006), da utilizzare a fini costruttivi, ma che allo stesso tempo fosse di facile lavorabilità, anche con l'esecuzione di scavi a mano (DEL PRETE & PARISE, 2007).

Dall'altro, la necessità di conservare l'utilizzo agricolo del suolo, in una terra a preminente vocazione agricola, e in cui la produzione di olive e vino ha da sempre un ruolo fondamentale.

Entrambe le esigenze sono in qualche modo state salvaguardate mediante la realizzazione di cave in sotterraneo, tramite le quali si raggiungeva il livello litologico oggetto di estrazione e si scavavano al suo interno gallerie più o meno regolari, secondo tecniche che a partire dallo scavo manuale si sono poi evolute verso quello meccanizzato (TONI & QUARTULLI, 1986; TONI, 1990; MAINARDI, 1999; FORMIGLIA, 2006; TARANTINI, 2007; MARTIMUCCI et al., 2010).

L'accesso alle cave avveniva secondo due modalità: lo scavo dall'alto (fig. 2), mediante pozzi che attraversa-

vano i depositi di copertura, eventualmente prevedendo, in base alle caratteristiche di questi ultimi, opportuni rivestimenti o sostegni del pozzo; oppure l'accesso laterale, sfruttando l'affioramento del livello nel quale procedere con l'estrazione lungo i fianchi di valli o pareti rocciose.

Cave sotterranee sono presenti in tutte le province pugliesi, dal promontorio del Gargano all'estremo Salento (D'APOLITO, 1972; DEL VECCHIO et al., 1991; CHERUBINI & PAGLIARULO, 2006; WAGENSOMMER, 2007; PARISE et al., 2008; PARISE, 2010a). In molti casi esse sono ora ubicate all'interno di aree urbane, o nelle immediate periferie di queste, spesso in zone di futura espansione edilizia. Ciò determina un serio rischio per la privata e pubblica incolumità, come più volte evidenziato negli ultimi anni da ripetuti eventi di sprofondamento (fig. 3), che solo per caso fortuito non hanno provocato alcuna vittima (DELLE ROSE, 2007; DE DONATIS, 2007; DE PASCALIS et al., 2010; DE GIOVANNI et al., presente volume).

In Tabella 1 sono riportati gli eventi di sprofondamento, relativamente alla presenza di cave sotterranee, per i quali è stata reperita documentazione o sono disponibili dati inediti dell'autore. Con l'esclusione delle date più antiche, tutte riguardanti la città di Canosa di Puglia, storicamente nota per tali problemi e che per questo fu poi soggetta a un intenso programma di bonifica (SOCIETÀ ITALIANA PER CONDOTTE D'ACQUA S.P.A., 1989; CHERUBINI et al., 1993), si osserva un preoccupante aumento nella frequenza di casi di sprofondamento negli ultimi anni. A partire dal 2006 sono avvenuti

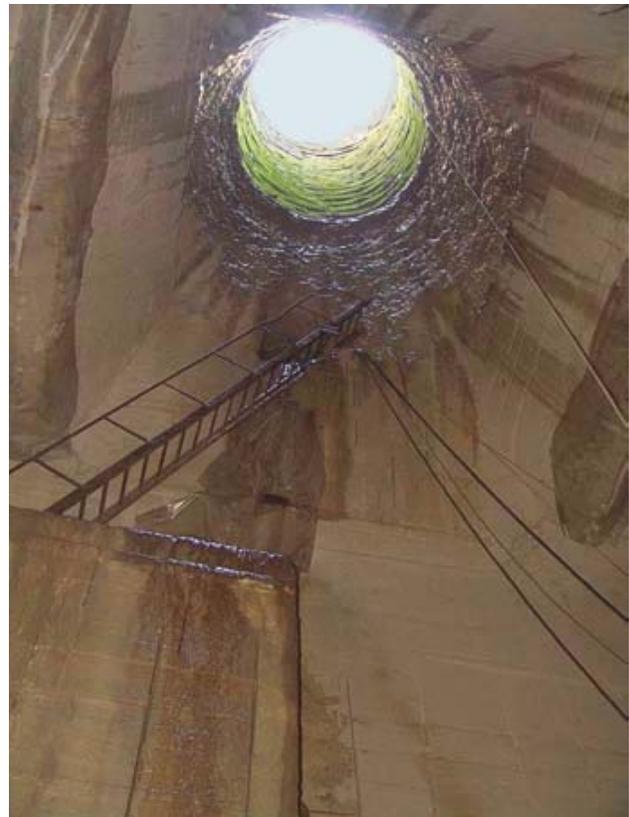


Fig. 2 - Vista dal basso di uno dei pozzi di accesso alle cave sotterranee di Cutrofiano.

Fig. 2 - View from below of a access shaft to the underground quarries at Cutrofiano.

spfondamenti nei territori di varie cittadine pugliesi, in molti casi anche all'interno di aree urbane. È il caso, ad esempio, dei dissesti di Altamura (BERARDI et al., 2009; SPILOTRO et al., 2010), o dell'evento più eclatan-

Località	Data
Canosa di Puglia	1925
Canosa di Puglia	8 marzo 1955
Canosa di Puglia	7 aprile 1957
Canosa di Puglia	1986
Canosa di Puglia	4 maggio 1990
Canosa di Puglia	5 settembre 1999
Altamura	marzo 2006
Gallipoli	29 marzo 2007
Altamura	7 maggio 2007
Cutrofiano	15 luglio 2008
Altamura	3 dicembre 2008
Ginosa in Puglia	febbraio 2009
Cutrofiano	marzo 2010
Barletta	maggio 2010
Cutrofiano	maggio 2010
Cutrofiano	settembre 2010

Tab. 1 - Cronologia degli eventi di sprofondamento documentati, connessi a cave sotterranee in Puglia.

Tab. 1 - Chronology of documented sinkhole events in Apulia, related to underground quarries.



Fig. 3 - Recenti sprofondamenti connessi a cave sotterranee ad Altamura (foto: CARS) e in agro di Cutrofiano.

Fig. 3 - Recent sinkholes related to underground quarries at Altamura (photo: CARS) and outside Cutrofiano.

te, quello avvenuto a Gallipoli nel marzo 2007 (DELLE ROSE, 2007; PARISE, 2010b).

Ad Altamura, a partire dal 2006 si sono verificati eventi di sprofondamento nella zona di San Tommaso, dove sono presenti numerose cave sotterranee di calcareniti. Alcune cave sotterranee erano note sin dal 1992, grazie a esplorazioni di speleologi del Centro Altamurano Ricerche Speleologiche (CARS; MARTIMUCCI et al., 2010), ma solo dopo i primi dissesti, risalenti al marzo 2006 ed al 7 maggio 2007 (SPILOTRO et al., 2010), furono avviati rilievi sistematici delle stesse, anche mediante l'adozione di nuove tecniche per l'accesso in sicurezza alle cavità: tale sistema consiste nella trivellazione di un foro del diametro di 200 mm, poi allargato a 1000 mm, tranne che nella parte iniziale dove, a causa della presenza nei metri più superficiali di calcareniti poco cementate ed argilla, esso è allargato a 1200 mm e successivamente incamiciato con anelli in calcestruzzo. L'imbocco del pozzo così realizzato è attrezzato con un cavalletto di tipo edile per consentire la discesa del pozzo in sicurezza con tecniche speleologiche. Per garantire ulteriormente la sicurezza, a poca distanza viene poi eseguito un secondo pozzo al fine di consentire un accesso alternativo alle gallerie sotterranee (MARTIMUCCI et al., 2010). Oltre allo sviluppo di tali tecniche, che hanno consentito a tutt'oggi di cartografare svariati chilometri di gallerie nel sottosuolo altamurano, il Comune di Altamura ha provveduto ad aggiornare il PAI (Piano di Assetto Idrogeologico) con una prima perimetrazione nel 2007, e successive modifiche ed aggiornamenti, oltre a adottare un vero e proprio Catasto delle Cavità Sotterranee (fig. 4). Tutte tali attività, inclusi i verbali del Nucleo di Coordinamento Tecnico all'uopo istituito, sono disponibili in rete al sito <http://www.comune.altamura.ba.it/cn.html>.

Decisamente diverso invece l'approccio seguito nel caso di Gallipoli. La presenza di cave sotterranee nel territorio gallipolino, al di sotto di aree urbanizzate, e le precarie condizioni di stabilità in cui versavano le stesse, erano ben note al mondo speleologico, come ad esempio testimoniato dal lavoro di FIORITO & ONORATO (2004).

Ciò nonostante, nessuna azione fu intrapresa dalle locali autorità, che anzi tendevano a sminuire la portata dei possibili pericoli.

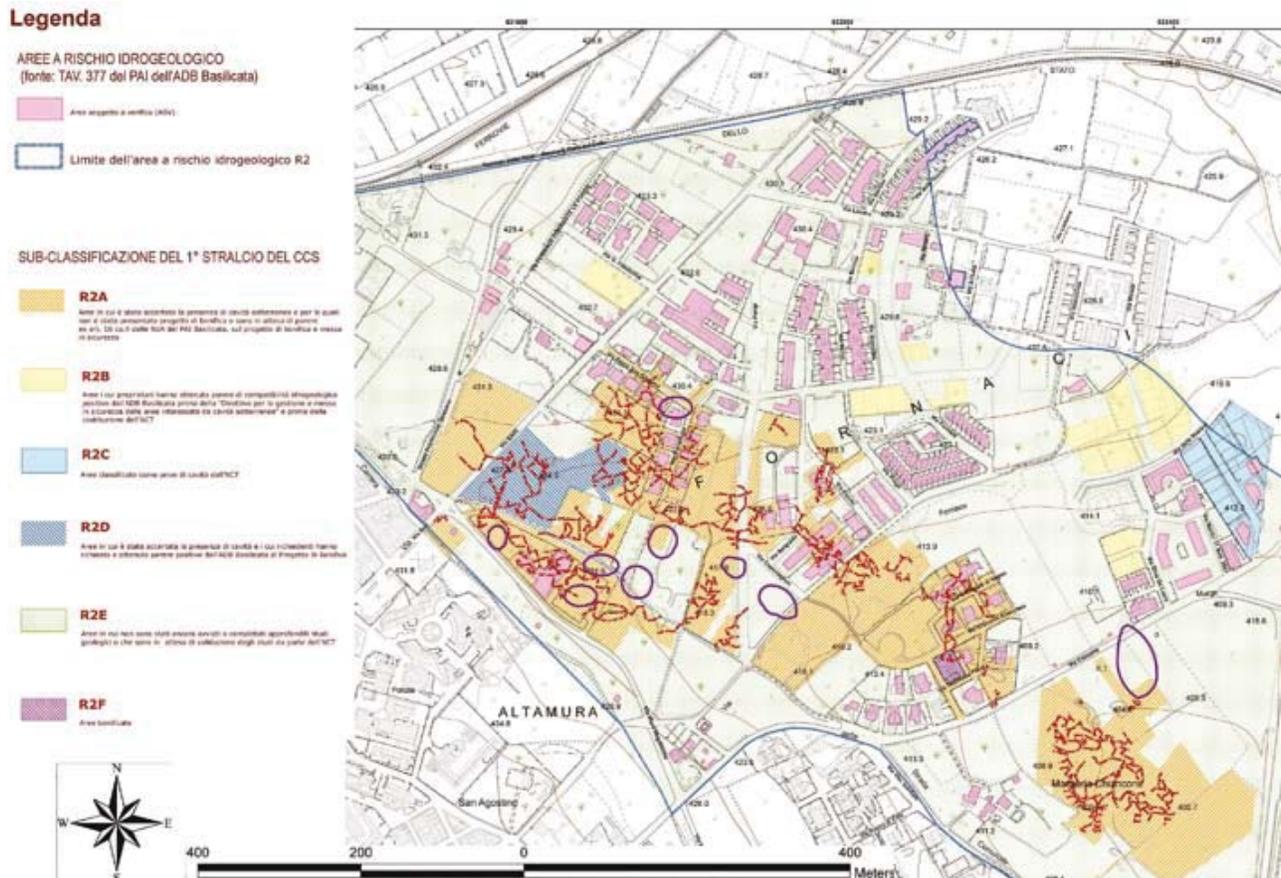


Fig. 4 - Stralcio della cartografia prodotta ad Altamura nell'ambito degli studi sulle locali cave sotterranee (da <http://www.comune.altamura.ba.it/ccn.html>).

Fig. 4 - Extract of the cartography realized at Altamura within the framework of the studies about the underground quarries (after <http://www.comune.altamura.ba.it/ccn.html>).

Il 29 marzo 2007, alle ore 19.10 all'incrocio tra Via Firenze e Via Galatina, si apre una voragine ampia 12 x 18 m e profonda 10 m, al cui interno vengono inghiottite tre autovetture, fortunatamente senza il coinvolgimento di alcuna persona. Le fasi successive all'evento risultano alquanto convulse, anche a seguito del parziale allargamento della parte nord-occidentale della voragine, avvenuto alle ore 17.00 circa del 30 marzo, e che determinò lo sgombero di ulteriori famiglie dagli edifici limitrofi (DELLE ROSE, 2007).

Nonostante le indicazioni fornite dai tecnici presenti, e senza che fosse stata eseguita una completa mappatura delle cavità sotterranee, il giorno 31 marzo viene presa la decisione di colmare la voragine con inerti e cemento. Nel corso delle operazioni, alle 6.00 del 1 aprile, avviene però che i sovraccarichi derivanti dal trasporto e dallo scarico dei materiali provocano un ulteriore peggioramento della situazione, con allargamento della voragine che giunge a lambire uno degli edifici più prossimi. Ancora una volta, fortunatamente, nessuna persona è coinvolta nell'ampliamento della voragine.

Va segnalato che soltanto due anni dopo, su iniziativa dell'Autorità di Bacino della Puglia, in collaborazione con il CNR-IRPI (BARNABA et al., 2010), è stato eseguito un rilievo completo, nonché redatta la relativa cartografia, della cava sotterranea, e se ne è potuto accertare il reale sviluppo al di sotto dell'urbanizzato.

Operazione questa che sarebbe dovuta avvenire ben prima, immediatamente dopo l'occorrenza del *sinkhole*, al fine di accertare con reali dati di fatto la possibilità di ulteriori dissesti, e individuare le zone potenzialmente interessate. In definitiva, appare chiaro che solo per casi fortuiti l'evento di Gallipoli non si è trasformato in tragedia, sia a seguito del primo sprofondamento che, soprattutto, per i successivi ampliamenti, l'ultimo dei quali chiaramente derivante da una non felice scelta di intervento, peraltro non suffragata dalle osservazioni dei tecnici che avevano avuto modo di visionare direttamente i luoghi.

Le descrizioni dei casi di Altamura e Gallipoli consentono di fare alcune considerazioni sulla gestione del territorio in Puglia, in merito all'occorrenza di sprofondamenti connessi a cavità antropiche. Innanzitutto, va detto che, in una regione dove pressoché la totalità dei comuni ha nel sottosuolo una rete più o meno complessa di cavità prodotte dall'uomo, non esiste una sensibilità, né a livello dei singoli cittadini né delle amministrazioni comunali, rivolta a salvaguardare tali cavità (se di interesse storico, o di altra natura) e a garantire la sicurezza di quanto insiste al di sopra di esse.

In genere si preferisce "ignorarne" l'esistenza, almeno fino a quando non si manifestano problemi o emergenze tali da doverne necessariamente occupare. Si tratta chiaramente di un atteggiamento poco lungimirante,

e che comporta notevoli spese a carico della comunità, dati i finanziamenti che in genere risultano necessari per le fasi di emergenza successive ad eventi catastrofici. Ai fini della gestione e pianificazione territoriale, l'elemento più preoccupante è probabilmente la perdita della memoria storica delle cave sotterranee e l'assenza di una specifica documentazione presso gli Enti locali. Come se, una volta che le cave vengono abbandonate, scomparissero dai ricordi di ciascuno, specialmente se poi l'area interessata diviene sede di abitazioni o infrastrutture.

Conseguenza di tutto ciò è l'immane interazione tra il nuovo costruito in superficie e le antiche cave nel sottosuolo: in queste ultime di frequente si osserva la presenza di pali di fondazione dei sovrastanti edifici (fig. 5), o si è testimoni dell'utilizzo delle cave per scarico illegale di rifiuti, sia solidi che liquidi (fig. 6).

L'assoluta carenza di informazioni più volte riscontrata da parte dei tecnici delle locali amministrazioni, congiuntamente alla frammentarietà delle poche notizie che si raccolgono, ed alla difficoltà nel valutarne appieno l'attendibilità, rendono estremamente difficoltosa l'analisi della situazione regionale.

Eppure è noto come, ai fini della valutazione della pericolosità e del rischio (VARNES, 1984; EINSTEIN, 1988) sia fondamentale conoscere i luoghi potenzialmente interessati da dissesti (nel caso specifico, essere a conoscenza della localizzazione delle cave sotterranee) e, allo stesso tempo, avere dati sulla ricorrenza temporale degli stessi. Per gli sprofondamenti connessi a vuoti presenti nel sottosuolo, è poi di fondamentale importanza la verifica delle condizioni di stabilità, con

periodici controlli che siano in grado di attestare una possibile evoluzione in senso negativo.

Altro elemento preoccupante, da non sottovalutare, è la approssimazione e superficialità con cui di frequente si gestiscono le fasi emergenziali e i relativi interventi di consolidamento. In più di una occasione, gli interventi non hanno fatto altro che accrescere i problemi, talora aggravando notevolmente le situazioni di criticità, fino a sfiorare la tragedia.

ASPETTI NORMATIVI E CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Nonostante la peculiarità dei territori carsici, che imporrebbero regolamentazioni specifiche, basate sulle reali caratteristiche geologiche e idrologiche dei luoghi, al fine di salvaguardarne le risorse naturali in esse contenute (*in primis*, le risorse idriche) sono ben pochi i casi di normative che tengano in conto tali aspetti. Ciò è stato ben evidenziato, ad esempio, da LAMOREAUX et al. (1997), i quali, in un lavoro dedicato all'analisi di aspetti ambientali e normativi in aree carsiche, chiaramente indicano la necessità di dotarsi, per un'effettiva salvaguardia delle risorse naturali dell'ambiente carsico, di strumenti legislativi che tengano conto delle peculiarità di tale ambiente, soprattutto per quanto riguarda i caratteri idrologici ed idrogeologici. Anche in molti paesi in cui esistono specifiche leggi indirizzate alla protezione del carso, ed in particolar modo delle grotte, non sempre la realtà dei fatti corrisponde a quanto stabilito dalla normativa (NORTH et al., 2009; PARISE, 2010a). Molte leggi restano tali solo sulla carta,



Fig. 5 - Pali di fondazione rinvenuti all'interno di cave sotterranee.
Fig. 5 - Foundation piles found within underground quarries.



Fig. 6 - Situazioni di degrado in cave sotterranee: a) tracce di scarichi fognari illegali a Gallipoli; b, c, d) cumuli di spazzatura a Cutrofiano (foto b,c: G. Donno).

Fig. 6 - Degradation of underground quarries: a) illegal discharge of sewers at Gallipoli; b,c, d) solid wastes at Cutrofiano (photos b,c: G. Donno).

ma non vengono in realtà attuate, o lo sono soltanto parzialmente.

In merito alle cavità sotterranee presenti in regione, nel luglio 2006 l'Autorità di Bacino della Puglia ha provveduto a redigere l' "Atto di indirizzo per la messa in sicurezza dei territori a rischio cavità sotterranee", in base al quale, attesa la presenza in Puglia di diversi casi, più o meno gravi, di dissesto idrogeologico legato al possibile sprofondamento di cavità naturali ed antropiche presenti nel sottosuolo, si definiscono gli interventi per la disciplina, il controllo, la salvaguardia e la sistemazione delle aree instabili o potenzialmente instabili a protezione degli abitati e delle infrastrutture (FIORE, 2006; CAGGIANO et al., 2007).

Si è trattato di un primo tentativo per spingere le amministrazioni comunali ad attivarsi in merito al pro-

blema delle cavità sotterranee. Basandosi sui dati all'epoca disponibili all'Autorità di Bacino della Puglia, tale Atto considerava un numero estremamente limitato di comuni (appena 38 in Puglia) rispetto a quelli effettivamente interessati da presenza di cavità. Successivamente, nel 2009, a seguito di una convenzione tra Autorità di Bacino della Puglia e CNR-IRPI, è stata effettuata una prima ricognizione delle 516 cavità artificiali elencate nel Catasto gestito dalla Federazione Speleologica Pugliese (FSP), al fine di aggiornare l'elenco dei Comuni regionali interessati da cavità antropiche, verificarne lo sviluppo planimetrico, nonché le aree che potrebbero eventualmente essere coinvolte a causa di dissesti. Tale studio, pur costituendo un primo tentativo a livello regionale per affrontare il tema, è chiaramente da considerarsi preliminare, e andrebbe

necessariamente seguito da ulteriori approfondimenti, in particolare in riferimento alla tipologia per la quale sono state osservate le maggiori situazioni di rischio, appunto quella delle cave sotterranee.

In conclusione, va rimarcato come si sia attualmente ancora in uno stato iniziale nel processo di acquisizione delle conoscenze sulle cavità sotterranee, e sugli effetti che queste potrebbero avere in superficie. Di sicuro andrebbe fatto tesoro dei dati (per quanto parziali) esistenti nel Catasto delle Grotte Naturali e nel Catasto della Cavità Artificiali a cura della FSP, per approfondire scientificamente tali banche dati, al fine di raccogliere le informazioni indispensabili alla specifica mo-

dellazione dei siti di studio (LOLLINO & PARISE, 2010), ed alla valutazione dei pericoli e rischi esistenti (WALTHAM et al., 2005; WALTHAM & LU, 2007). Risulta pertanto necessario avviare al più presto sinergie tra gli enti istituzionalmente deputati alla gestione e controllo del territorio, gli istituti di ricerca competenti in materia e il mondo speleologico. La frequenza di eventi di sprofondamento registrati negli ultimi anni in Puglia impone di avviare in tempi rapidi tali studi, per operare effettivamente in termini di prevenzione del rischio, anziché attendere, come purtroppo costume nel nostro paese, situazioni catastrofiche di dissesto che comportano ben più ingenti danni alla società civile.

Bibliografia

- ANDRIANI G.F., BALDASSARRE G., WALSH N., 2006, *Porosità e permeabilità delle calcareniti di Pietra Caduta*. Atti del Convegno "Le risorse lapidee dall'antichità ad oggi in area mediterranea" - Canosa di Puglia (Bari), 25-27 Settembre 2006, GEAM, pp. 113-116.
- BARNABA F., CAGGIANO T., CASTORANI A., DELLE ROSE M., DI SANTO A.R., DRAGONI V., FIORE A., LIMONI P.P., PARISE M., SANTALIOIA F., 2010, *Sprofondamenti connessi a cavità antropiche nella regione Puglia*. Atti 2° Workshop Int. "I sinkholes. Gli sprofondamenti catastrofici nell'ambiente naturale ed in quello antropizzato", Roma, 3-4 dicembre 2009, pp. 653-672.
- BERARDI C., CAGGIANO T., FIORE A., 2009, *Pericolosità geomorfologica da sprofondamenti. L'attività estrattiva storica in sotterraneo: il caso di Altamura (BA)*. 3° Congresso Nazionale AIGA, San Giovanni Valdarno (AR), 25-27 febbraio 2009.
- BRUNO G., CHERUBINI C., 2005, *Subsidence induced by the instability of weak rock underground quarries in Apulia*. *Giornale di Geologia Applicata*, vol. 1, pp. 33-39.
- CAGGIANO T., DI SANTO A.R., FIORE A., PALUMBO N., 2007, *Attività dell'Autorità di Bacino della Puglia per l'individuazione, il censimento e la pianificazione degli interventi per la messa in sicurezza dei territori a rischio sprofondamento per la presenza di cavità sotterranee*. *Geologi & Territorio*, n. 4-2006/1-2007, pp. 32-34.
- CALÒ G.C., MELIDORO G., MONTERISI L., 1992, *Recupero tecnico-economico di cave sotterranee in rocce calcarenitiche nella Provincia di Lecce*. Atti 1° Conferenza Europea sulle Cave "Eurocave 92", Courmayeur.
- CASAVOLA E., 2006, *Le cavità artificiali del centro antico di Laterza. Indagine geotecnica*. *Cultura Ipogea*, pp. 31-40.
- CHERUBINI C., PAGLIARULO R., 2006, *L'attività estrattiva a Canosa di Puglia*. Atti Convegno "Le risorse lapidee dall'antichità ad oggi in area Mediterranea", Canosa di Puglia, 25-27 settembre 2006, GEAM, pp. 183-187.
- CHERUBINI C., GERMINARIO S., PAGLIARULO R., RAMUNNI F.F., 1993 *Caratterizzazione geomeccanica delle calcareniti di Canosa in relazione alla stabilità degli ipogei*. Atti I Conv. Naz. "Le pietre da costruzione in Puglia: il Tufo Calcareaio e la Pietra Leccese", Bari, pp. 221-230.
- D'APOLITO M., 1972, *Cave di rena e tufare sotterranee nel Gargano*. *Sottoterra*, vol. 11, pp. 37-39.
- DE DONATIS M., 2007, *La voragine di Gallipoli: primi risultati delle prospezioni geofisiche (GPR) eseguite nell'area*. *Geologi e Territorio*, n. 4/2006-1/2007, pp. 21-24.
- DE GIOVANNI A., MARTIMUCCI V., MARZULLI M., PARISE M., PENTIMONE N., SPORTELLI D., 2010, *Operazioni di rilievo e analisi preliminare dello sprofondamento in località San Procopio (Barletta) del 2-3 maggio 2010*. Presente volume.
- DELL'AQUILA F., MESSINA A., 1998, *Le chiese rupestri di Puglia e Basilicata*. Mario Adda edit., Bari, 277 pp.
- DELLE ROSE M., 2007, *La voragine di Gallipoli e le attività di Protezione Civile dell'IRPI-CNR*. *Geologi e Territorio*, n. 4/2006-1/2007, pp. 3-12.
- DEL PRETE S., PARISE M., 2007, *L'influenza dei fattori geologici e geomorfologici sulla realizzazione di cavità artificiali*. *Opera Ipogea*, n. 2, pp. 3-16.
- DEL VECCHIO F., RIZZI I., GRECO A., 1991, *Canosa underground: ipogei, catacombe, insediamenti in grotta, gallerie e grandi sistemi sotterranei presenti nel sottosuolo di Canosa di Puglia*. Atti 3rd International Symposium on Underground Quarries, Napoli, 10-14 luglio 1991, pp. 110-122.
- DE MARCO M., FUCCIO M., SANNICOLA G.C., 2004, *Archeologia industriale: i frantoi ipogei nel territorio di Grottaglie (Taranto, Puglia)*. *Grotte e Dintorni*, n. 8, pp. 25-44.
- DE PASCALIS A., DE PASCALIS F., PARISE M., 2010, *Genesi ed evoluzione di un sinkhole connesso a cavità antropiche sotterranee nel distretto estrattivo di Cutrofiano (prov. Lecce, Puglia)*. Atti 2° Workshop Int. "I

- sinkholes. Gli sprofondamenti catastrofici nell'ambiente naturale ed in quello antropizzato", Roma, 3-4 dicembre 2009, pp. 703-718.
- EINSTEIN H.H., 1988, *Special lecture: landslide risk assessment procedure*. Proc. 5th Int. Symp. Landslides, Lausanne (Switzerland), vol. 2, pp. 1075-1090.
- FIGLIORE A., 2006, *Pericolosità geologica connessa alla presenza di cavità sotterranee. Atto di indirizzo dell'Autorità di Bacino della Puglia*. Geologi & Territorio, n. 1-2-3, pp. 3-11.
- FIORITO F., ONORATO R., 2004, *Le cave ipogee di Colle S. Lazzaro - Gallipoli. Primi studi*. Atti Spelaion 2004, Lecce, 10-12 dicembre 2004, pp. 125-136.
- FONSECA C.D., 1980, *La civiltà rupestre in Puglia*. In: AA.VV., *La Puglia tra Bisanzio e l'Occidente*, pp. 36-116. Milano.
- FORMIGLIA A., 2006, *L'estrazione del tufo a Canosa di Puglia: tecniche antiche e moderne*. Atti Convegno "Le risorse lapidee dall'antichità ad oggi in area Mediterranea", Canosa di Puglia, 25-27 settembre 2006, GEAM, pp. 83-88.
- LAMOREAUX P.E., POWELL W.J., LEGRAND H.E., 1997, *Environmental and legal aspects of karst areas*. Environ. Geol., vol. 29, pp. 23-36.
- LOLLINO P., PARISE M., 2010, *Analisi numerica di processi di instabilità di cavità sotterranee e degli effetti indotti in superficie*. Atti 2° Workshop Int. "I sinkholes. Gli sprofondamenti catastrofici nell'ambiente naturale ed in quello antropizzato", Roma, 3-4 dicembre 2009, pp. 803-816.
- MAINARDI M., 1999, *Cave e cavamonti*. FENEAL-UIL Lecce, Edizioni Del Grifo, 135 pp.
- MARTIMUCCI V., RAGONE G., DENORA A., CRISTALLO F., 2010, *Le cave di tufo di Altamura - Prime relazioni e notizie sulle esplorazioni*. Atti del XII Incontro Regionale di Speleologia "Spelaion 07", Altamura, 7-9 dicembre 2007, pp. 91-102.
- MONTE A., 1995, *Frantoi ipogei del Salento*. Edizioni del Grifo.
- NORTH L.A., VAN BEYNEN P.E., PARISE M., 2009, *Interregional comparison of karst disturbance: west-central Florida and southeast Italy*. J. Environ. Management, vol. 90 (5), pp. 1770-1781.
- PARISE M., 2010, *The impacts of quarrying in the Apulian karst*. In: CARRASCO F., LA MOREAUX J.W., DURAN VALSERO J.J., ANDREO B. (eds.), *Advances in research in karst media*. Springer, pp. 441-447.
- PARISE M., 2010, *Hazards in karst*. In: BONACCI O. (Ed.), *Proceedings International Interdisciplinary Scientific Conference "Sustainability of the karst environment. Dinaric karst and other karst regions"*, Plitvice Lakes (Croatia), 23-26 September 2009, IHP-UNESCO, Series on Groundwater no. 2, pp. 155-162.
- PARISE M., DE PASCALIS A., DE PASCALIS F., DONNO G., INGUSCIO S., 2008, *Cavità sotterranee a fini estrattivi, e loro connessione con fenomeni di sprofondamento e subsidenza in agro di Cutrofiano (Lecce)*. Atti "Spelaion 2006", Borgo San Celano (FG), pp. 55-69.
- PARISE M., BIXIO R., BURRI E., CALOI V., DEL PRETE S., GALEAZZI C., GERMANI C., GUGLIA P., MENEGHINI M., SAMMARCO M., 2009, *The map of ancient underground aqueducts: a nation-wide project by the Italian Speleological Society*. Proc. Int. Congr. Speleology, Kerrville (Texas, USA), 19-26 July 2009, vol. 3, pp. 2027-2032.
- SANNICOLA G., 1997, *Li Tagghiati e li Zuccaturi. Le cave ed i cavatori (Archeologia industriale a Grottaglie)*. Lu Lampiune, n. 2, pp. 103-107.
- SOCIETÀ ITALIANA PER CONDOTTE D'ACQUA S.P.A., 1989, *Interventi urgenti a salvaguardia della pubblica e privata incolumità. Rilevamento cavità sotterranee della città, studi e indagini geognostiche del territorio. Relazione generale*. Comune di Canosa di Puglia, 170 pp.
- SPILOTRO G., SPECCHIO V., PEPE P., 2010, *L'evento del 07.05.2007 di Via Barcellona, Altamura. Il contributo del CARS alle strategie d'intervento di valutazione del rischio connesso (Provincia di Bari, Puglia)*. Atti del XII Incontro Regionale di Speleologia "Spelaion 07", Altamura, 7-9 dicembre 2007, pp. 103-107.
- TARANTINI M., 2007, *Le miniere preistoriche di selce del Gargano (5.500-2.500 a.C.)*. Atti I Conv. Reg. Speleol. in Cavità Artificiali, Castellana-Grotte, 24-25 marzo 2007, Grotte e Dintorni, anno VI, n. 12, pp. 99-110.
- TONI L., 1990, *Le cave in sotterraneo di Cutrofiano*. Edizioni Del Grifo, 125 pp.
- TONI L., QUARTULLI S., 1986, *Coltivazione di calcareniti in sotterraneo nel comune di Cutrofiano (Lecce)*. Quarry and Construction, febbraio 1986, pp. 23-26.
- VARNES D.J., 1984, *Landslide hazard zonation - a review of principles and practice*. UNESCO, Paris, 63 pp.
- WAGENSOMMER A., 2007, *Censimento delle tufare ipogee del Gargano*. Atti del I Convegno Regionale di Speleologia in Cavità Artificiali, Castellana-Grotte, 24-25 marzo 2007, Grotte e Dintorni, anno VI, n. 12, pp. 111-120.
- WALTHAM T., BELL F., CULSHAW M., 2005, *Sinkholes and subsidence: karst and cavernous rocks in engineering and construction*. Springer, 382 pp.
- WALTHAM T., LU Z., 2007, *Natural and anthropogenic rock collapse over open caves*. In: PARISE M., GUNN J. (a cura di), *Natural and anthropogenic hazards in karst areas: recognition, analysis, and mitigation*. Geological Society of London, sp. publ., 279, pp. 13-21.