

Estratto da:

OPERA IPOGEA

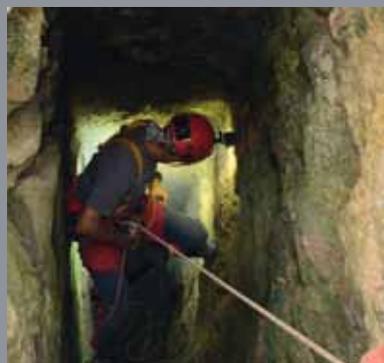
Journal of Speleology in Artificial Cavities

1-2 / 2020



IX Convegno Nazionale di Speleologia in Cavità Artificiali (Palermo) - 20 Marzo 2020

A cura di C. Galeazzi & P. Madonia



Rivista della Società Speleologica Italiana

Commissione Nazionale Cavità Artificiali



ISSN 1970-9692



IX CONVEGNO NAZIONALE SPELEOLOGIA IN CAVITÀ ARTIFICIALI

(Palermo) - 20 Marzo 2020



ISTITUTO NAZIONALE
DI GEOFISICA E VULCANOLOGIA
Sezione di Palermo

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PALERMO



Dipartimento di Scienze della Terra e del Mare



Federazione
Speleologica
Regionale Siciliana

HYPOGEA



IX Convegno Nazionale di Speleologia in Cavità Artificiali

(Palermo) 20 Marzo 2020

SOCIETÀ SPELEOLOGICA ITALIANA (SSI)
COMMISSIONE NAZIONALE CAVITÀ ARTIFICIALI (CNCA)

Comitato organizzatore

Paolo Madonia (Presidente)

Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, Palermo; CNCA SSI

Carla Galeazzi

Egeria Centro Ricerche Sotterranee, Roma; Hypogea; CNCA SSI

Michele Betti

Commissione Nazionale Cavità Artificiali della Società Speleologica Italiana

Marcello Panzica La Manna

Società Speleologica Italiana

Elena Alma Volpini

Hypogea Ricerca e Valorizzazione Cavità Artificiali

Enti Promotori

Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia

Università degli Studi di Palermo, Dip.di Scienze della Terra e del Mare

Società Italiana di Geologia Ambientale

Hypogea Ricerca e Valorizzazione Cavità Artificiali

Patrocini istituzionali

Federazione Speleologica Regionale Siciliana

Comitato Scientifico

Michele Betti

CNCA SSI

Roberto Bixio

Centro Studi Sotterranei, Genova; CNCA SSI

Vittoria Caloi

Egeria Centro Ricerche Sotterranee, Roma; CNCA SSI

Marianna Cangemi

Università degli Studi di Palermo, Dipartimento di Scienze della Terra e del Mare

Andrea De Pascale

Direttore Editoriale Opera Ipogea; Centro Studi Sotterranei, Genova; CNCA SSI

Sossio Del Prete

CNCA SSI

Carla Galeazzi

Egeria Centro Ricerche Sotterranee, Roma; Hypogea; CNCA SSI

Carlo Germani

Egeria Centro Ricerche Sotterranee, Roma; Hypogea; CNCA SSI

Giuliana Madonia

Università degli Studi di Palermo, Dipartimento di Scienze della Terra e del Mare

Massimo Mancini

Università degli Studi del Molise, Campobasso; CNCA SSI

Mario Parise

Università Aldo Moro, Dipartimento Scienze della Terra e Geoambientali, Bari

Stefano Saj

Direttore Responsabile Opera Ipogea; Centro Studi Sotterranei, Genova; CNCA SSI

Pietro Todaro

Società Italiana di Geologia Ambientale

Marco Vattano

Università degli Studi di Palermo, Dipartimento di Scienze della Terra e del Mare

- pag. 9 **Prefazione**
Carla Galeazzi, Paolo Madonia

OMAGGIO ALLA CITTÀ DI PALERMO E A SANTA ROSALIA SUA PATRONA

- pag. 13 **Le più antiche mappe geografiche del sottosuolo. Le incisioni dei rilievi delle grotte di Santa Rosalia a Palermo e a Santo Stefano Quisquina (Agrigento)**

The oldest underground geographical maps. The engravings of the maps of the caves of Santa Rosalia in Palermo and in Santo Stefano Quisquina (Agrigento province, Sicily, Italy)

Massimo Mancini, Paolo Forti

ANTICHE OPERE IDRAULICHE, SISTEMI DI RACCOLTA DELLE ACQUE METEORICHE

- pag. 29 **Attualità dei sistemi idrici ipogei di raccolta delle acque piovane**

Modernity of rain harvesting underground systems

Paolo Madonia, Marianna Cangemi, Ygor Oliveri

- pag. 35 **La pratica dei sistemi d'acqua sotterranei "ingruttati" nella Piana di Palermo e analisi della terminologia di riferimento**

The practice of the underground water systems *ingruttati* of the Piana di Palermo (Sicily, Italy) and analysis of reference terminology

Pietro Todaro

- pag. 45 **Il *qanat* di Villa Riso (Palermo, Sicilia)**

The Villa Riso *qanat* (Palermo, Sicily, Italy)

Giuseppe Avellone, Marco Vattano, Giuliana Madonia, Cipriano Di Maggio

- pag. 53 **Indagini preliminari sui sistemi di approvvigionamento idrico nell'area dell'*Insula I* di Capo Boeo (Marsala, Sicilia occidentale)**

Preliminary investigations on water supply systems in the *Insula I* area of Capo Boeo (Marsala, Western Sicily, Italy)

Laura Schepis, Pietro Valenti, Marco Vattano

- pag. 59 **Paolazzo: un acquedotto a tre strati (Noto - Canicattini Bagni, Siracusa)**

Paolazzo: a three layers aqueduct (Noto - Canicattini Bagni, Siracusa province, Italy)

Paolo Cultrera, Luciano Arena

- pag. 67 **Antiche strutture di trasporto idrico nel sottosuolo etneo (Catania, Sicilia)**

Ancient water pipes in Etna's underground (Catania province, Sicily, Italy)

Gaetano Giudice, Francesco Politano, Alfio Cariola

- pag. 75 **Indagini speleologiche preliminari sui sistemi di approvvigionamento idrico di acque meteoriche nell'area dell'ex ospedale psichiatrico di Agrigento (Sicilia)**
Preliminary speleological investigations on the water supply systems of rainwater in the area of the former psychiatric hospital in Agrigento (Sicily, Italy)
Giuseppe Lombardo, Giovanni Noto, Marco Interlandi, Elisabetta Agnello, Eugenio Vecchio, Giovanni Buscaglia
- pag. 83 **Roma: la valle del Velabro, il Tevere e il canale idraulico dei Tarquini prima della Cloaca Massima**
Rome: the Velabrum valley, the Tiber and the Tarquini's hydraulic canal before the Cloaca Maxima
Elisabetta Bianchi, Piero Bellotti
- pag. 91 **Sedici ponti-acquedotto romani appartenenti ai quattro acquedotti anienesi siti tra Galliciano nel Lazio, San Gregorio da Sassola e San Vittorino di Roma (Roma, Lazio)**
Sixteen Roman aqueduct-bridges belonging to the four Anienesi aqueducts located between Galliciano nel Lazio, San Gregorio da Sassola and San Vittorino di Roma (Roma province, Latium, Italy)
Luigi Casciotti
- pag. 101 **Sistema di drenaggio artificiale dei bacini vulcanici Albano e Turno (Lazio): analisi delle modificazioni nel corso dei secoli**
Artificial drainage system of the volcanic basin of Albano and Turno (Latium, Italy): analysis of the modifications of the hydraulic environment over the centuries
Carlo Germani, Carla Galeazzi, Vittoria Caloi, Sandro Galeazzi
- pag. 109 **Anagni (Frosinone, Lazio): antichi sistemi di captazione delle vene d'acqua sotterranee, loro canalizzazione e immagazzinamento**
Anagni (Frosinone province, Latium, Italy): ancient collection systems of underground water veins, their ducting and storage
Mara Abbate, Carla Galeazzi, Carlo Germani, Andreas Schatzmann, Elena Alma Volpini
- pag. 119 **L'approvvigionamento idrico nelle aree vulcaniche dei Monti Cimini (Viterbo, Lazio) nell'antichità: nuove acquisizioni**
Water supply in volcanic areas of Cimini Mountains (Viterbo province, Latium, Italy) during ancient times: new data
Andrea Sasso, Gabriele Trevi
- pag. 129 **Nuovi ritrovamenti e studio del tracciato dell'Acquedotto Augusteo che costeggia il versante occidentale della collina di Posillipo (Napoli, Campania)**
New discoveries and research of the route of the Augustan aqueduct that follows the western slopes of the Posillipo hill (Naples, Campania, Italy)
Mauro Palumbo, Mario Cristiano, Luigi De Santo, Marco Ruocco
- pag. 137 **Aqua Augusta Campaniae: il doppio speco di via Olivetti (Pozzuoli, Napoli)**
Aqua Augusta Campaniae: the twin channels in Olivetti road (Pozzuoli, Naples province, Italy)
Graziano Ferrari, Raffaella Lamagna, Elena Rognoni
-

- pag. 145 Parco delle terme di Baia (Bacoli, Napoli): le cisterne del settore dell' *Ambulatio***
Baia baths archaeological Park (Bacoli, Naples province, Italy): the water tanks in the *Ambulatio* sector
Graziano Ferrari, Daniele De Simone, Raffaella Lamagna, Elena Rognoni
- pag. 153 Le monumentali neviere del Materano (Basilicata)**
The majestic ice-houses in the Matera area (Basilicata, Italy)
Raffaele Paolicelli, Francesco Foschino, Angelo Fontana
- pag. 159 Il censimento degli antichi acquedotti della provincia di Bologna**
Ancient aqueducts in the Bologna province (Italy): preliminary list
Danilo Demaria
- pag. 169 Il sistema di intercettazione e accumulo delle acque meteoriche nell'abitato rupestre della morgia di Pietravalle a Salcito (Campobasso, Molise)**
The system of interception and accumulation of rainwater in the cave settlement of the morgia of Pietravalle in Salcito (Campobasso province, Molise, Italy)
Carlo Ebanista, Andrea Capozzi, Andrea Rivellino, Fernando Nobile, Massimo Mancini
- pag. 179 Opere idrauliche a scopo di bonifica nel territorio Salentino (Puglia)**
Hydraulic works for land reclamation in Salento (southern Apulia, Italy)
Marcello Lentini, Mario Parise, Francesco De Salve
- pag. 187 Acquedotti romani in Sardegna, sintesi delle conoscenze e prospettive esplorative**
Roman aqueducts in Sardinia (Italy), synthesis of knowledge and exploration perspectives
Pier Paolo Dore, Marco Mattana
- pag. 197 L'antico acquedotto della seicentesca Fonte Cesia in Todi**
The ancient aqueduct of the 1600's Fonte Cesia in Todi (Perugia province, Italy)
Maurizio Todini

MONITORAGGIO E PREVENZIONE, CENSIMENTI E CATALOGAZIONE

- pag. 207 Strumentazione geofisica in cavità artificiali per il monitoraggio sismico e per lo studio di precursori sismici**
Geophysics instrumentation in artificial cavities for seismic monitoring and for the study of seismic precursors
Paolo Casale, Adriano Nardi, Alessandro Pignatelli, Elena Spagnuolo, Gaetano De Luca, Giuseppe Di Carlo, Marco Tallini, Sandro Rao
- pag. 215 Individuazione di cavità attraverso tomografie elettriche e sismiche**
Cavity detection using seismic refraction and electrical resistivity tomographies
Alessandra Carollo, Patrizia Capizzi, Raffaele Martorana, Marco Vattano
- pag. 221 Applicazione di una procedura per la valutazione della suscettibilità a crolli di cavità artificiali**
Implementing a procedure for the assessment of the susceptibility to collapse in artificial cavities
Antonio Gioia, Mario Parise

- pag. 229 Modello geologico tridimensionale del sottosuolo e dello sviluppo delle cavità in un'area fortemente urbanizzata della Campania settentrionale**
3D geological underground model and artificial caves development in a northern Campania highly urbanized area (Italy)
Daniela Ruberti, Paolo Maria Guarino, Salvatore Losco, Marco Vigliotti
- pag. 237 Le cavità nel sottosuolo del territorio di Sant'Arpino (Caserta, Campania): catalogazione in ambiente GIS**
The underground cavities in the territory of Sant'Arpino (Caserta province, Campania, Italy): a GIS-based register
Marco Vigliotti, Luca Dell'Aversana, Daniela Ruberti
- pag. 245 Cavità artificiali nel centro storico di Ginosa (Taranto, Puglia) e relative problematiche di dissesto geo-idrologico**
Artificial cavities in the historical center of Ginosa (Taranto province, Apulia, Italy) and related geo-hazard issues
Mario Parise
- pag. 253 Cavità artificiali nel Parco di Portofino (Genova, Liguria): censimento e classificazione**
Artificial cavities in Portofino Park (Metropolitan City of Genoa, Liguria, Italy): inventory and classification
Francesco Faccini, Lara Fiorentini, Martino Terrone, Luigi Perasso, Stefano Saj
- pag. 263 Le cavità antropiche di Gravina in Puglia (Bari, Puglia): aspetti storici e geotecnici**
Historical and geotechnical aspects of the artificial caves in the urban settlement of Gravina in Puglia (Bari province, Apulia, Italy)
Alessandro Parisi, M. Dolores Fidelibus, Valeria Monno, Michele Parisi, Natale Parisi, Vito Specchio, Giuseppe Spilotro

OPERE INSEDIATIVE CIVILI, ESTRATTIVE, BELLICHE E DI TRANSITO

- pag. 275 Il complesso rupestre della Théotokos Kilise (Göreme, Cappadocia, Turchia)**
The Théotokos Kilise rupestrian complex (Göreme province, Cappadocia, Turkey)
Carmela Crescenzi
- pag. 285 Riscoperta di alcuni ipogei artificiali nel Comune di Sutera (Caltanissetta, Sicilia centrale)**
Re-discovery of some man-made cavities in the Sutera Municipality (Caltanissetta province, central Sicily, Italy)
Marco Vattano, Nino Pardi, Antonio Domante, Pietro Valenti, Giuliana Madonna
- pag. 293 Sistemi ipogei di Massa Martana (Perugia) in Umbria. Indagini preliminari**
Hypogean systems at Massa Martana in Umbria (Perugia province, Italy). Preliminary investigations
Giulio Foschi, Gianluigi Guerriero Monaldi, Virgilio Pendola

- pag. 303 Insedimenti rupestri dell'Alto Crotonese (Calabria)**
Cave settlements in the "Alto Crotonese" (Crotona province, Calabria, Italy)
Felice Larocca, Francesco Breglia, Katia Rizzo
- pag. 311 Molarice, la miniera dimenticata (Schilpario, Bergamo)**
Molarice, the forgotten mine (Schilpario, Bergamo province, Italy)
Giovanni Belvederi, Maria Luisa Garberi, Guglielmo Sarigu
- pag. 321 Le latomie ipogee del Plemmirio (Siracusa, Sicilia sud-orientale)**
The hypogean Quarries of *Plemmirio*, (Siracusa, South-eastern Sicily, Italy)
Luciano Arena, Corrado Marziano
- pag. 329 Le cave di "ghiara" nella provincia di Catania: aggiornamenti su recenti rinvenimenti (Catania e Pedara, Sicilia)**
"Ghiara" quarries in Catania province: news on recent discoveries (Sicily, Italy)
Gaetano Giudice, Francesco Politano, Alfio Cariola
- pag. 337 Le gallerie della ferrovia dimenticata che collegava Sasso Marconi a Lagaro (Bologna) e il più importante sito strategico italiano della Seconda Guerra Mondiale**
The tunnels of the forgotten railway Sasso Marconi-Lagaro (Bologna province, Italy) and the most important Italian strategic site in the Second World War
Danilo Demaria
- pag. 347 The underground shelters of Kanlısivri Mevkii in Göreme (Cappadocia, Turkey)**
I rifugi sotterranei di Kanlısivri Mevkii in Göreme (Cappadocia, Turchia)
Pierre Lucas, Roberto Bixio
- pag. 357 Ritrovamento di un ricovero antiaereo dell'isola di Malta. Quadro comparativo con i ricoveri antiaerei di Napoli (Campania)**
New discovery and research of an air-raid shelter in Malta island. Comparison with the air-raid shelters of Naples (Campania, Italy)
Mauro Palumbo, Mario Cristiano, Serena Russo, Marco Ruocco
- pag. 365 I rifugi antiaerei di Porto Torres (Sassari, Sardegna)**
The Porto Torres air-raid shelters (Sassari province, Sardinia, Italy)
Pier Paolo Dore, Eleonora Dallochio
- pag. 373 Indice per autori**
-

OPERA IPOGEA

Memorie della Commissione Nazionale Cavità Artificiali
www.operaiipogea.it

Semestrale della Società Speleologica Italiana

Anno 22 - Numero 1/2 - Gennaio/Dicembre 2020

Autorizzazione del Tribunale di Bologna n. 7702 dell'11 ottobre 2006

Proprietario:

Società Speleologica Italiana

Direttore Responsabile:

Stefano Saj

Direttore Editoriale:

Andrea De Pascale

Comitato di Redazione:

*Michele Betti, Vittoria Caloi, Sossio Del Prete,
Carla Galeazzi, Carlo Germani, Mario Parise*

Sede della Redazione:

c/o Andrea De Pascale - Corso Magenta, 29/2 - 16125 Genova
andreadepascale@libero.it

Comitato Scientifico:

*Roberto Bixio, Elena Calandra, Franco Dell'Aquila, Carlo Ebanista,
Angelo Ferrari, Nakiş Karamağarali (TR), Aldo Messina, Roberto Nini, Mario Parise,
Mark Pearce (UK), Fabio Redi, Stefano Saj, Jérôme Triôlet (FR), Laurent Triôlet (FR)*

Recensioni:

Roberto Bixio - Via Avio, 6/7 - 16151 Genova
roberto_bixio@yahoo.it

Composizione e impaginazione:

Fausto Bianchi, Enrico Maria Sacchi

Foto di copertina:

Immagini tratte dagli articoli del presente numero doppio della rivista

Foto quarta di copertina:

Immagini tratte dagli articoli del presente numero doppio della rivista

La rivista viene inviata in omaggio ai soci sostenitori e ai gruppi associati alla SSI

Prezzo di copertina:

Euro 40,00

Tipografia:

A.G.E. s.r.l.

Via della Stazione, 41

61029 Urbino (PU)

Tel. 0722 328756

**Il contenuto e la forma degli articoli pubblicati impegnano esclusivamente gli autori.
Nessuna parte della presente pubblicazione può essere riprodotta in alcun modo
senza il consenso scritto degli autori.**

Cavit  artificiali nel centro storico di Ginosa (Taranto, Puglia) e relative problematiche di dissesto geo-idrologico

Artificial cavities in the historical center of Ginosa (Taranto province, Apulia, Italy) and related geo-hazard issues

Mario Parise

Riassunto

Il centro storico di Ginosa (provincia di Taranto, Puglia)   in anni recenti salito all'attenzione delle cronache per una serie di eventi di dissesto che hanno raggiunto il loro culmine in occasione degli eventi alluvionali dell'ottobre e dicembre 2013, e del successivo crollo lungo via Matrice, avvenuto il 21 gennaio 2014. Quest'ultimo   da mettere direttamente in relazione alla intricata rete di cavit  artificiali che caratterizza il sottosuolo della cittadina: distribuite su almeno 7 livelli sovrapposti, cavit  di diversa epoca e funzione si sviluppano praticamente su tutta l'area urbana, e lungo i fianchi del principale elemento morfologico del paesaggio, la Gravina di Ginosa. A seguito di quel tragico evento, sono state condotte due campagne di rilievo ed analisi preliminari di stabilit  per circa 200 cavit  nell'area urbana. Il presente contributo illustra i principali risultati di tali attivit , le problematiche incontrate nella raccolta dei dati e nella loro gestione.

Parole chiave: cavit  artificiali, censimento, dissesto geo-idrologico, pericolosit .

Abstract

The historic center of Ginosa (Taranto province, Apulia) has recently been brought to the public attention, due to several geo-hydrological events that hit the area, with the strongest effects during the floods that occurred in October and December 2013, and the successive collapse at Via Matrice, on January 21, 2014. The latter must be linked to the complex network of artificial cavities beneath the town: located in at least 7 levels, cavities of different age and function interest in practice the whole urban area, as well as the flanks of the main morphological feature of the karst landscape, the Gravina di Ginosa. After that dramatic event, two survey campaigns have been carried out, that included preliminary evaluation of stability, for about 200 cavities within the urban area. The present contribution illustrates the main outcomes of these surveys, the problems encountered in the phases of data collection and in their management as well.

Keywords: artificial cavities, inventory, geo-hydrological issues, hazard.

Introduzione

Il territorio di Ginosa (provincia di Taranto, Puglia)   stato direttamente interessato negli ultimi anni da fenomeni alluvionali e di dissesto idrogeologico, le cui manifestazioni pi  importanti sono state registrate in occasione degli eventi del 7-8 ottobre 2013 e del 30 novembre – 1 dicembre 2013. Tali eventi hanno seriamente colpito vaste aree del territorio ginosino, tanto che   stato dichiarato lo stato di calamit  naturale con D.G.C. n  295/2013. In particolare, l'alluvione del 7

ottobre 2013 determin  a Ginosa 4 vittime e ingenti danni, con ulteriori situazioni di dissesto nei mesi successivi, allorquando un settore di Via Matrice, importante via di accesso al centro storico, croll  in data 21 gennaio 2014. A seguito di tale crollo, una significativa porzione del centro storico di Ginosa fu interdetta. Pi  di recente, il 3 dicembre 2017, il costone sinistro della Gravina di Ginosa   stato interessato da un ingente crollo in localit  "Lognone tondo" (fig. 1). Il crollo di Via Matrice del gennaio 2014, in particolare, evidenzi  in maniera drammatica la criticit 



Fig. 1 – Due tra i recenti dissesti avvenuti a Ginosa: il crollo del 21 gennaio 2014 a via Matrice (a sinistra) e quello sul fianco sinistro della Gravina di Ginosa avvenuto il 3 dicembre 2017 (a destra) (foto M. Parise).

Fig. 1 – Two of the most recent events at Ginosa: to the left, the collapse at via Matrice, on January 21, 2014; to the right, the rockfall on the left flank of the Gravina di Ginosa, that occurred on December 3, 2017 (photos M. Parise).

principale del centro abitato di Ginosa, fortemente interessato da fenomeni di instabilità da porre in relazione alla presenza di un elevato numero di cavità artificiali, spesso oggetto di incuria ed abbandono da decenni. Questa situazione si inserisce in un contesto geologico e morfologico assolutamente peculiare, quello delle gravine dell'arco ionico tarantino, a cavallo tra Puglia e Basilicata.

Si tratta del principale elemento morfologico del paesaggio epigeo in tale zona, costituito da profonde valli erosive di origine carsica, a fondo generalmente piatto, tramite le quali si realizza il raccordo tra l'altopiano delle Murge e la piana costiera. Il termine gravina deriva etimologicamente dal pre-latino *grava* e dal termine di origine messapica *graba*, che designano elementi del paesaggio caratterizzati da approfondimento, in contrasto ad altra tipologia di valle, pur di origine carsica, appena accennata sul territorio e con blando raccordo con i pendii circostanti, denominata *lama* (si veda per la provenienza etimologica dei termini Parise *et al.*, 2003). Le gravine sono fortemente soggette a fenomeni di dissesto idrogeologico, che includono varie tipologie di movimenti di versante ed eventi alluvionali (Parise, 2007) a causa della configurazione geologica e morfologica, nonché per il carattere impulsivo dei regimi idrici in ambiente carsico. Queste dinamiche di evoluzione morfologica si inseriscono pertanto in un contesto già profondamente fragile e vulnerabile (Parise, 2008, 2012c; De Waele *et al.*, 2011).

La naturale propensione al dissesto dei fianchi delle gravine risulta ulteriormente accentuata allorquando è presente una notevole concentrazione di cavità antropiche, il cui sviluppo interessa il substrato calcarenitico per parecchi metri. La disponibilità della tenera calcarenite, un litotipo che ben si presta allo scavo manuale (Del Prete & Parise, 2007) ma che, allo stesso tempo, presenta buone caratteristiche di resistenza (Lagioia, 1996; Cherubini *et al.*, 2007; Andriani & Walsh, 2010), ha consentito lo sviluppo della cultura rupestre e caratterizzato il paesaggio delle

gravine, divenuto così un esempio di ideale connubio tra la natura e l'uomo (Fonseca, 1970, 1980; Parise, 2012a). Il degrado dell'ammasso roccioso, derivante da naturali fenomeni di erosione e disgregazione, favoriti da infiltrazioni di acque e dalla mancata manutenzione e/o abbandono dei siti da parte dell'uomo, possono condurre però a situazioni di notevole pericolosità, causando collassi parziali o totali delle cavità (fig. 2), e producendo potenzialmente veri e propri sprofondamenti (sinkholes) in superficie (Gutierrez *et al.*, 2014). Nel caso specifico di Ginosa, la diffusa presenza di insediamenti rupestri è da sempre uno degli elementi caratterizzanti il locale paesaggio, come dimostra l'ambientazione di uno dei più noti appuntamenti religiosi e turistici della cittadina, la *Passio Christi*, lungo lo scenario in sponda sinistra della gravina. Nonostante l'importanza della civiltà rupestre, gran parte delle cavità artificiali presenti a Ginosa risulta in grave stato di abbandono, colme di rifiuti e lasciate all'incuria. Non è infatti un caso che situazioni di instabilità connesse a cavità antropiche siano qui storicamente note: ad esempio, il 28 febbraio 2009, alla periferia settentrionale del centro abitato, in destra idrografica del Torrente Lagnone si verificò il crollo della porzione di accesso a una sottostante cava sotterranea per l'estrazione della calcarenite. Le cave sotterranee rappresentano notoriamente la tipologia di cavità artificiale che ha determinato il maggior numero di sprofondamenti nel territorio della Regione Puglia (De Giovanni *et al.*, 2011; Parise, 2012b, 2015; Fiore & Parise, 2012). Il crollo del 2009 a Ginosa interessò la Via Pescarella (Calabrese, 2009; Parise, 2017), giungendo a lambire una palazzina posta a lato della strada, che fu di conseguenza sgomberata; nei dintorni del crollo l'ammasso roccioso presenta ancora oggi evidenti sistemi di discontinuità che lo interessano in tutto il suo spessore, isolando porzioni di roccia (cunei, pilastri) potenzialmente soggetti ad ulteriori crolli e distacchi. Analoghe situazioni sono presenti in molti altri siti, tra cui quelli dal lato opposto della gravina,

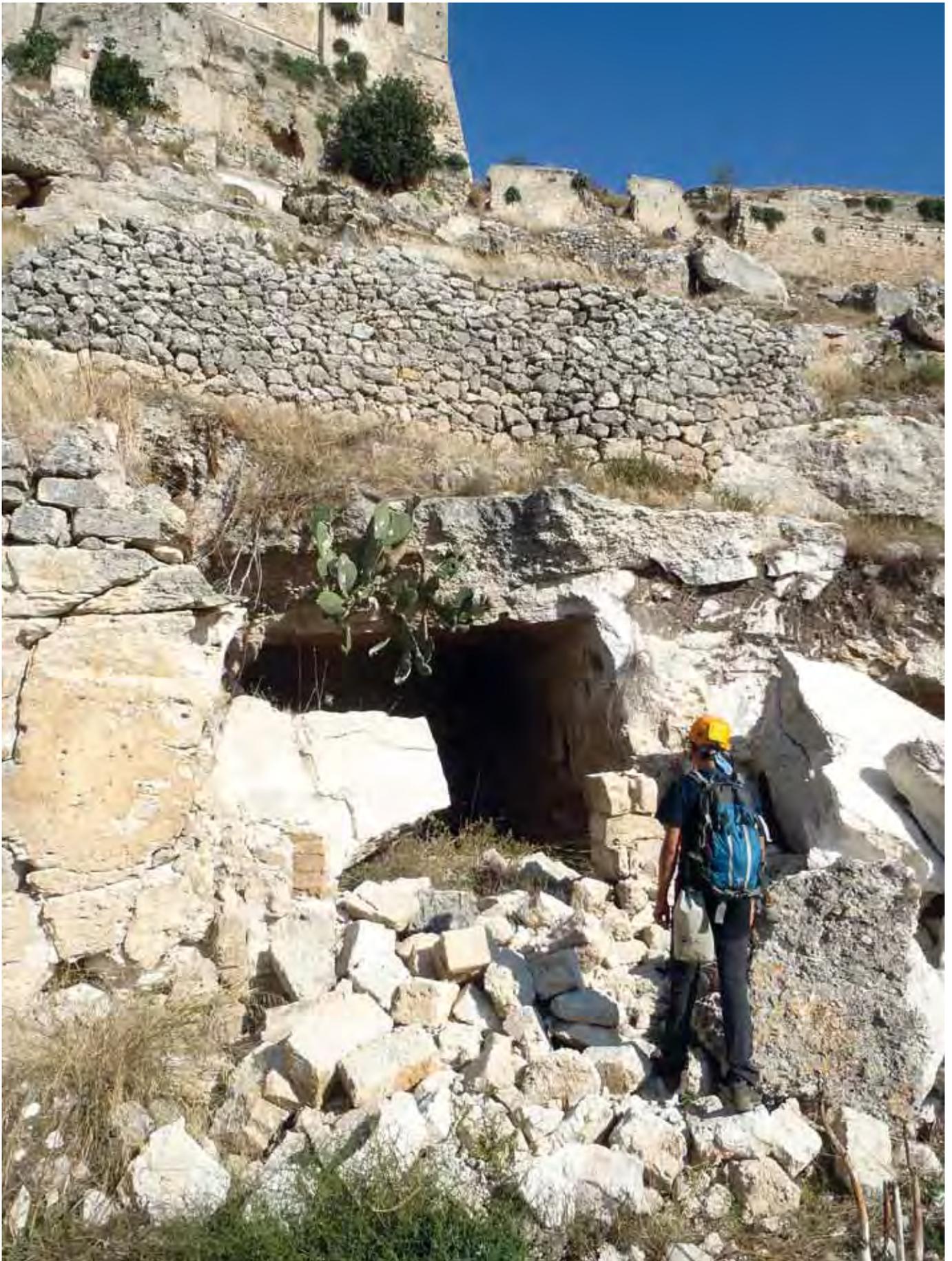


Fig. 2 – Crollo dell'accesso di una cavità artificiale sul fianco sud-orientale della collina del Castello (foto M. Parise).
Fig. 2 – Fall of the access of an artificial cavity on the south-eastern slope of the Castello hill (photo M. Parise).

in prossimità della stessa via Pescarella, sia all'esterno che all'interno dei sistemi caveali (fig. 3).

Cavità censite

Nel corso delle due campagne di rilievi, eseguite successivamente alle fasi di dissesto su richiamate, sono state esaminate 199 cavità artificiali e, più precisa-

mente, 92 nella campagna 2014-15 e 107 nella campagna 2018-19. Esse rientrano in tutte le categorie (ad eccezione della D, Opere belliche) della suddivisione tipologica a cura della Commissione Nazionale Cavità Artificiali (CNCA) della Società Speleologica Italiana (SSI) (Galeazzi, 2013), anche adottata a livello internazionale dalla analoga commissione della *International Union of Speleology* (UIS) (Parise *et al.*, 2013). Nel dettaglio, vi è una netta prevalenza (tab. 1) della

Tipologia	Sotto-categoria	n. cavità	Susceptibilità			
			B	M	M-A	A
A Opere idrauliche	A1 Regimazione, bonifica					
	A2 Captazione					
	A3 Trasporto					
	A4 Cisterne	27	13	8	2	5
	A5 Pozzi	1	1			
	A6 Distribuzione					
	A7 Fognature					
	A8 Canali navigabili					
	A9 Ghiacciaie, neviere					
	A10 Funzione sconosciuta					
B Insediative civili	B1 Stabili abitativi	73	31	16	11	18
	B2 Ricoveri temporanei	58	12	10	9	28
	B3 Opifici	27	10	9	5	6
	B4 Magazzini	46	16	10	6	12
	B5 Silos	2			1	2
	B6 Stalle	39	18	6	6	10
	B7 Colombari	1				1
	B8 Altri insediamenti	29	8	6	4	11
C Opere di culto	C1 Luoghi di culto	7	1	2		4
	C2 Sepolcrali					
D Opere belliche	D1 Difensive					
	D2 Camminamenti					
	D3 Gallerie di mina					
	D4 Postazioni sparo					
	D5 Depositi					
	D6 Rifugi per militari					
	D7 Rifugi per civili					
E Opere estrattive	E1 Cave inerti	5		3		2
	E2 Miniere metallifere					
	E3 Miniere (altro)					
	E4 Sondaggi					
	E5 Coltivazioni					
F Opere di transito	F1 Gallerie stradali					
	F2 Cunicoli transito	1			1	
	F3 Gallerie su rotaia					
	F4 Pozzi e discenderie					
G Altre opere		1				1

Tab. 1 – Suddivisione tipologica delle 199 cavità censite, in base alla classificazione CNCA SSI (Galeazzi, 2013; Parise *et al.*, 2013). Legenda per la colonna della suscettibilità: B = bassa; M = media; M-A = medio-alta; A = alta.

Tab. 1 – Typology of the 199 artificial cavities, classified according to the CNCA SSI classification (Galeazzi, 2013; Parise *et al.*, 2013). Key to susceptibility column: B = low; M = moderate; M-A = moderate-high; A = high.

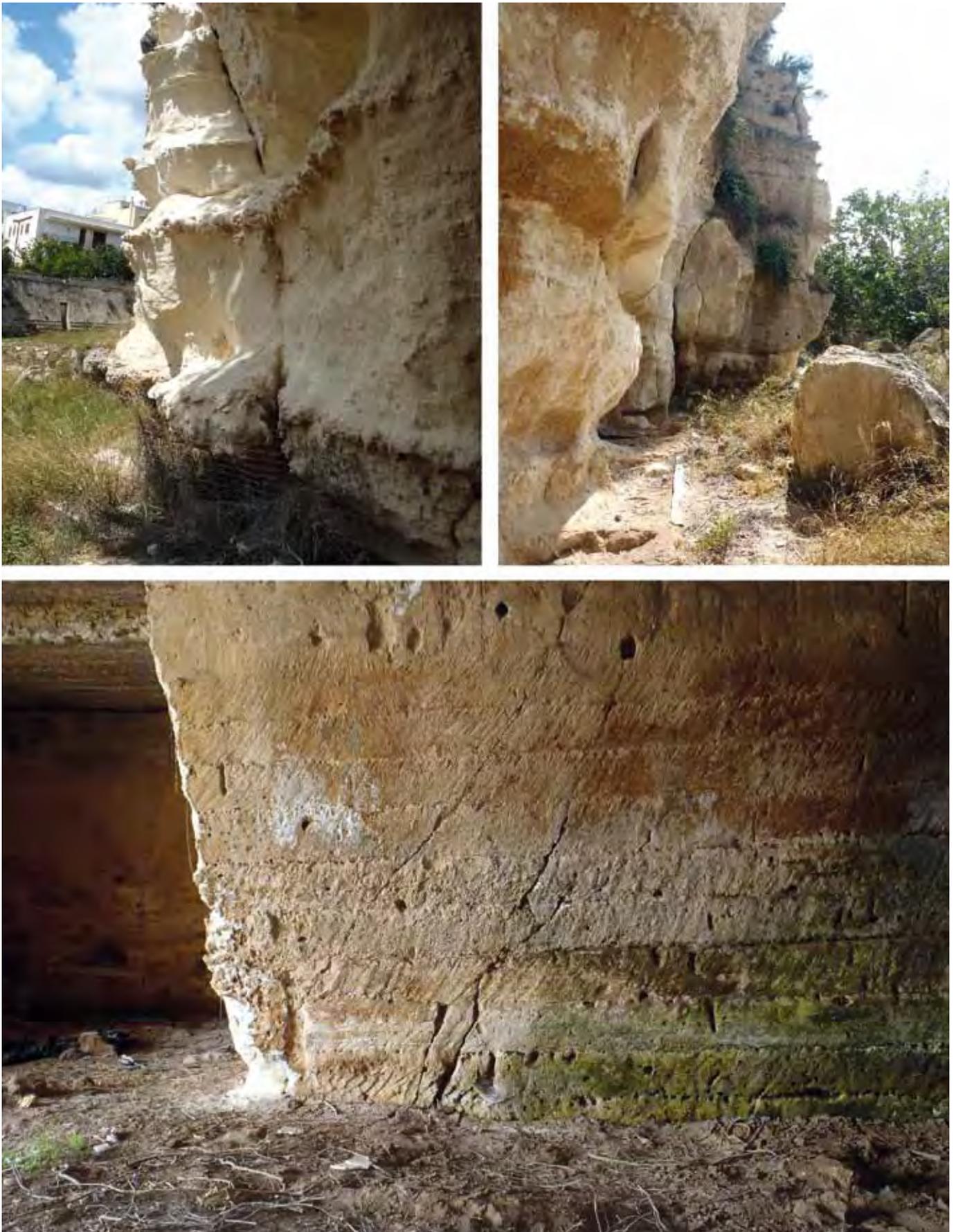


Fig. 3 – Evidenze di crolli, dissesti e esteso sviluppo di discontinuità all'esterno ed all'interno di una cavità artificiale (foto M. Parise).
Fig. 3 – Falls and development of discontinuity systems in an artificial cavity, both at its entrance and within the system (photos M. Parise).

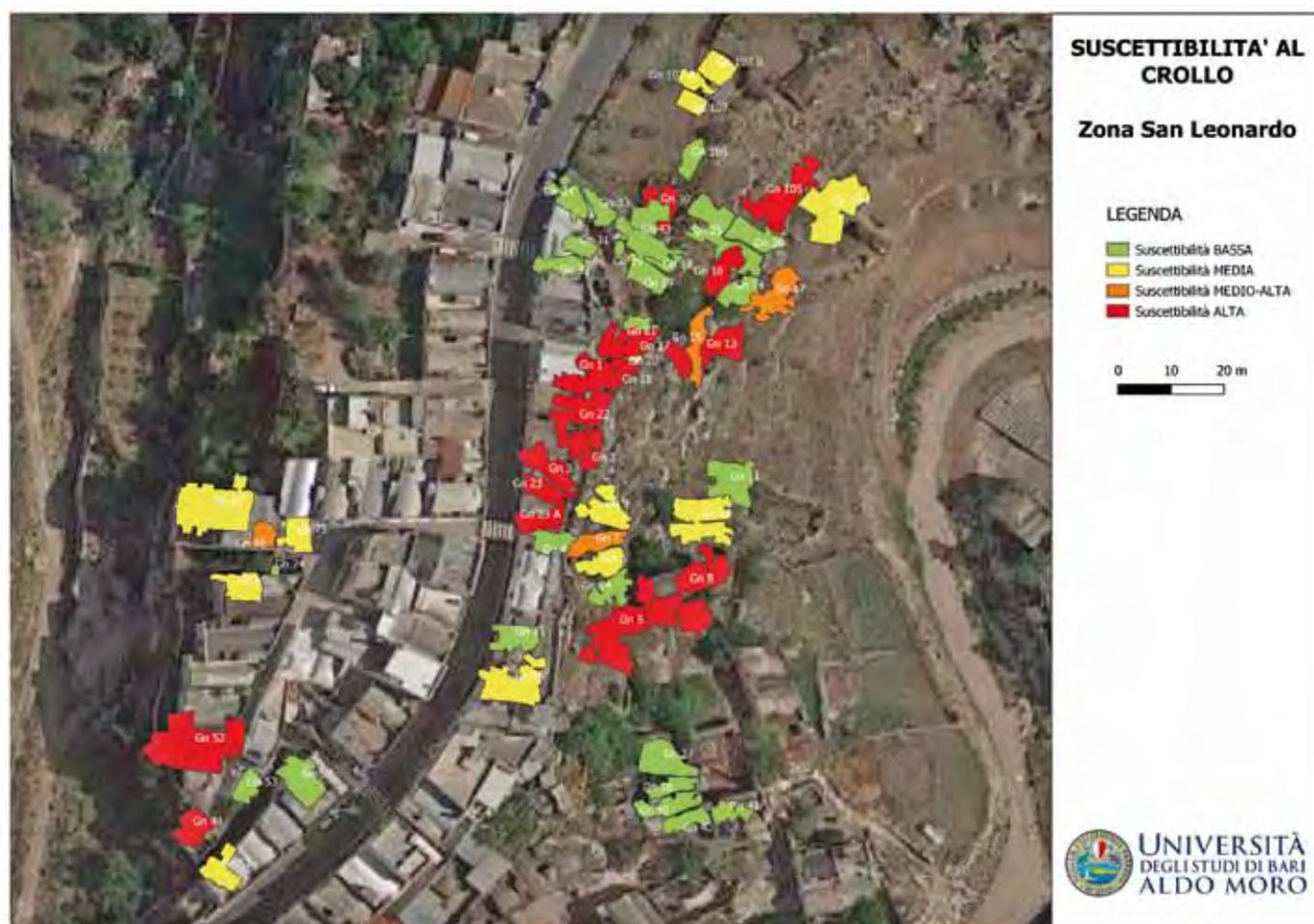


Fig. 4 - Zonazione della suscettibilità al crollo in un settore del centro abitato (elaborazione M. Parise).

Fig. 4 - Susceptibility zonation map in a sector of the town (graphic elaboration M. Parise).

categoria B “Opere insediative civili”, che corrisponde all’87% delle cavità censite, per la quale sono rappresentate tutte le sub-categorie, pur se con netta prevalenza delle sotto-categorie B1 Stabili abitativi (26% della categoria B) e B2 Ricoveri temporanei (22% della categoria B). Nell’analisi dei dati in tabella 1, va precisato che molte cavità sono state classificate come appartenenti a più di una tipologia, a causa della presenza di tipologie diverse in un singolo ambiente ipogeo (ad es., opificio con presenza di cisterne e silos), o di più funzioni diverse alle quali è stata adibita nel tempo la cavità stessa (ad es., stabile abitativo con pozzo). Una volta individuata e rilevata con tecniche topografico-speleologiche (fase condotta in stretta collaborazione con la Federazione Speleologica Pugliese), ciascuna cavità è stata esaminata nel dettaglio, seguendo una procedura per la valutazione della suscettibilità a crolli (Parise, 2015; Parise *et al.*, 2019)

che consente di esaminare i principali fattori condizionanti la instabilità e di assegnare a ciascun ipogeo un valore qualitativo di suscettibilità, tenendo in particolare conto la presenza e lo sviluppo dei sistemi di discontinuità dell’ammasso roccioso (Bieniawski, 1973; International Society of Rock Mechanics, 1978). Il risultato finale di tale analisi consiste nella redazione di una carta della suscettibilità ai crolli, dove si rappresentano con colori diversi i vari livelli di suscettibilità.

La figura 4 mostra un esempio di tale zonazione per un settore di Ginosa interessato dalla campagna di rilievo del 2018-19.

In tale campagna, le 107 cavità esaminate sono risultate avere una suscettibilità alta nel 31% dei casi, medio-alta per il 14% e media nel 21%; le cavità a suscettibilità bassa rappresentano la percentuale maggiore, corrispondente al 34%.

Conclusioni

I territori carsici possono essere interessati, per le peculiarità geologiche, morfologiche e idrauliche che li contraddistinguono, da diverse tipologie di pericoli geologici: eventi alluvionali rapidi (flash floods), sprofondamenti, movimenti in massa, altre tipologie di dissesto geo-idrologico, ecc. (Delle Rose & Parise, 2010; Gutierrez,

2010; Parise, 2010; Martinotti *et al.*, 2017); a questi si aggiunge in maniera più che significativa, nel caso di una diffusa presenza di cavità scavate dall'uomo, il pericolo connesso a crolli e collassi di tali vuoti ipogei, soprattutto se abbandonati e destinati all'incuria. La gestione di territori carsici risulta pertanto particolarmente delicata (Assan & Jordan, 1994; Fleury, 2009), ed andrebbe affrontata con una piena conoscenza dei potenziali pericoli che insistono in ciascun ambiente, caso per caso.

La situazione di Ginosa è eclatante in tal senso e mette in luce tutte le criticità di un territorio di enorme fascino paesaggistico e culturale che, però, va necessariamente curato dall'uomo, con attenzione al monitoraggio delle situazioni di pericolo e particolare cura ad azioni di salvaguardia del territorio. In contesti così complessi, caratterizzati da cavità affiancate le une alle altre, e disposte su multipli livelli, l'analisi della cavità singola ha poco senso, essendo la stabilità di ogni ipogeo derivante anche e soprattutto da quella dell'intero contesto, a livello di versante, o di successione di cavità limitrofe.

Studi come quello qui presentato contribuiscono a un duplice obiettivo: 1) incrementare la conoscenza sulla diffusione e distribuzione spaziale dei vuoti sotterranei, contribuendo anche ad incrementare in maniera significativa il Catasto delle Cavità Artificiali; 2) fornire uno strumento di lavoro preliminare alle amministrazioni ed ai privati, al fine di individuare le prioritarie azioni di intervento, ed i siti che necessitano con urgenza di azioni di mitigazione del rischio.

Bibliografia

- Andriani G.F. & Walsh N., 2010, *Petrophysical and mechanical properties of soft and porous building rocks used in Apulian monuments (south Italy)*. Geological Society, London, special publication n. 333, pp. 129-141.
- Assad F.A. & Jordan H., 1994, *Karst terranes and environmental aspects*. Environ. Geol., vol. 23, pp. 228-237.
- Bieniawski Z.T., 1973, *Engineering Classification of Jointed Rock Masses*. Transactions. South African Institution of Civil Engineers, vol. 15, pp. 335-344.
- Cherubini C., Reina A. & Bruno D., 2007, *Le rocce tenere del Salento: proposta di classificazione con l'uso delle caratteristiche tecniche e meccaniche*. Geologi e Territorio, n. 2, pp. 37-47.
- Calabrese S., 2009, *Relazione geologica sui fenomeni di dissesto per crollo avvenuti fra Via Pescarella e Via Il Fornace*. Relazione tecnica per il Comune di Ginosa, marzo 2009, 20 pp.
- De Giovanni A., Martimucci V., Marzulli M., Parise M., Pentimone N. & Sportelli D., 2011, *Operazioni di rilievo e analisi preliminare dello sprofondamento in località San Procopio (Barletta) del 2-3 maggio 2010*. Atti VII Convegno Nazionale di Speleologia in Cavità Artificiali, Urbino, 4-8 dicembre 2010. Opera Ipogea, n. 1/2, pp. 151-158.
- Delle Rose M. & Parise M., 2010, *Water management in the karst of Apulia, southern Italy*. 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 n. 2, pp. 33-40.
- Del Prete S. & Parise M., 2007, *L'influenza dei fattori geologici e geomorfologici sulla realizzazione di cavità artificiali*. Opera Ipogea, anno 9, n. 2, pp. 3-16.
- De Waele J., Gutierrez F., Parise M. & Plan L., 2011, *Geomorphology and natural hazards in karst areas: a review*. Geomorphology, vol. 134 (1-2), pp. 1-8.
- Fiore A. & Parise M., 2012, *Sprofondamenti connessi a cavità di origine antropica in Puglia*. Geologia dell'Ambiente, n. 2, suppl., Atti Convegno Nazionale "Dissesto Idrogeologico. Il pericolo geoidrologico e la gestione del territorio in Italia", Roma, 10 giugno 2011, pp. 41-45.
- Fleury S., 2009, *Land use policy and practice on karst terrains. Living on limestone*. Springer, 187 pp.
- Fonseca C. D., 1970, *Civiltà rupestre in terra ionica*. Ed. Bestetti, Roma.
- Fonseca C. D., 1980, *La civiltà rupestre in Puglia*. In: AA.VV., *La Puglia tra Bisanzio e l'Occidente*. Milano, pp. 36-116.
- Galeazzi C., 2013, *The typological tree of artificial cavities: a contribution by the Commission of the Italian Speleological Society*. Opera Ipogea, n. 1, pp. 9-18.
- Gutiérrez F., 2010, *Hazards associated with karst*. In: Alcántara I. & A. Goudie (Eds.), *Geomorphological Hazards and Disaster Prevention*. Cambridge Univ. Press, Cambridge, pp. 161-175.
- Gutiérrez F., Parise M., De Waele J. & Jourde H., 2014, *A review on natural and human-induced geohazards and impacts in karst*. Earth Science Reviews, vol. 138, pp. 61-88.
- International Society of Rock Mechanics, 1978, *Suggested methods for the quantitative description of discontinuities in rock masses*. Int. J. Rock Mech. Mining Sc. & Geomech. Abs., vol. 15, pp. 319-368.
- Lagioia R., 1996, *Comportamento meccanico di una calcarenite di Gravina di Puglia*. Rivista Italiana di Geotecnica, vol. 4, pp. 96-84.
- Martinotti M.E., Pisano L., Marchesini I., Rossi M., Peruccacci S., Brunetti M.T., Melillo M., Amoroso G., Loiacono P., Vennari C., Vessia G., Trabace M., Parise M., Guzzetti F., 2017, *Landslides, floods and sinkholes in a karst environment: the 1-6 September 2014 Gargano event, southern Italy*. Natural Hazards and Earth System Sciences, vol. 17, pp. 467-480.
- Parise M., 2007, *Pericolosità geomorfologica in ambiente carsico: le gravine dell'arco ionico tarantino*. Atti e Memorie Commissione Grotte "E. Boegan", vol. 41, pp. 81-93.
- Parise M., 2008, *Rock failures in karst*. In: Cheng Z., Zhang J., Li Z., Wu F. & Ho K. (Eds.), *Landslides and Engineered Slopes*. Proc. 10th International Symposium on Landslides, Xi'an (China), June 30 - July 4, 2008, vol. 1, pp. 275-280.

- 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 n. 2, pp. 155-162.
- Parise M., 2012a, *Lo sviluppo degli insediamenti rupestri in funzione delle caratteristiche fisiografiche del territorio*. Atti Seminario Internazionale CRHIMA "Rupestrian settlements in the Mediterranean region", Massafra, Aprile-Maggio 2011, ISBN 978-88-96080-06-1, pp. 133-138.
- Parise M., 2012b, *A present risk from past activities: sinkhole occurrence above underground quarries*. Carbonates and Evaporites, vol. 27 (2), pp. 109-118.
- Parise M., 2012c, *Il dissesto idrogeologico in ambiente carsico*. Geologia dell'Ambiente, n. 2, suppl., Atti Convegno Nazionale "Dissesto Idrogeologico. Il pericolo geoidrologico e la gestione del territorio in Italia", Roma, 10 giugno 2011, pp. 242-246.
- Parise M., 2015, *A procedure for evaluating the susceptibility to natural and anthropogenic sinkholes*. Georisk, vol. 9 (4), pp. 272-285.
- Parise M., 2017, *Il caso di Ginosa nel lavoro dell'IRPI*. In: Parisi N. (Ed.), Il Parco delle eccellenze artigiane di Puglia. Un progetto per Ginosa. Adda editore, ISBN9788867173181, pp. 24-35.
- Parise M., Federico A., Delle Rose M. & Sammarco M., 2003, *Karst terminology in Apulia (southern Italy)*. Acta Carsologica, vol. 32, pp. 65-82.
- Parise M., Galeazzi C., Bixio R. & Dixon M., 2013, *Classification of artificial cavities: a first contribution by the UIS Commission*. In: Filippi M. & Bosak P. (Editors), Proceedings 16th International Congress of Speleology, Brno, 21-28 July 2013, vol. 2, pp. 230-235.
- Parise M., Derazza A., Garziano G., Gentile M., Lagna F., Sannicola G., Santarcangelo S., Viva M., 2019, *Knowing the underground, as the first step for hazard management: an experience in southern Italy, in the aftermath of a catastrophic collapse*. In: Zhalov A., Gyorev V. & Delchev P. (Eds.), *Hypogea 2019*, Proceedings International Congress of Speleology in Artificial Caves, Dobrich (Bulgaria), 20-25 May 2019, pp. 59-64.

