OPERA IPOGEA

Journal of Speleology in Artificial Cavities

2 / 2012

ISSN 1970-9692

Rivista della Società Speleologica Italiana

Commissione Nazionale Cavità Artificiali

Indicazioni per gli Autori

Sottomissione dei manoscritti
I manoscritti, inediti, dovranno essere redatti in italiano o in inglese ed essere inviati su supporto informatico completi di iconografie al Comitato di Redazione al seguente indirizzo: Sossio Del Prete, via Ferrarecce 7 - 81100 Caserta.

Indicazioni del Comitato di Redazione e istruzioni per gli Autori
- Gli articoli devono riguardare tematiche riguardanti la speleologia in Cavità Artificiali e studi e applicazioni ad essa attinenti.
- Gli autori dovranno indicare la loro afferenza (gruppo speleologico, struttura universitaria, etc.), che sarà riportata sulla prima pagina del manoscritto.
- Nel caso il manoscritto sia redatto da più Autori, specificare il nome dell'Autore di riferimento (nome, cognome, recapito postale e posta elettronica);
- La lunghezza dei lavori non deve superare le 50.000 battute, figure incluse salvo eccezioni da concordare con il CdR;
- Le didascalie delle figure devono essere bilingui (italiano ed inglese).

Organizzazione del testo
- A partire dalla prima pagina il lavoro deve contenere: Titolo del lavoro in italiano, titolo del lavoro in inglese, nome e cognome degli autori, indirizzi e afferenze degli Autori, riassunto in italiano, abstract esteso in inglese e termini chiave (italiano e inglese).
- Il manoscritto redatto in italiano deve essere preceduto da un riassunto in italiano e un abstract esteso in inglese che non devono superare rispettivamente le 1000 battute.
- Ogni pagina deve essere dattiloscritta soltanto sulla prima faccia con interlinea doppia, 12 pt, Arial o Times New Roman e deve essere numerata.
- Il titolo dell'articolo va scritto in **GRASSETTO MAIUSCOLO** con allineamento al centro. I titoli di paragrafo non vanno numerati e vanno scritti in **grassetto minuscolo** con allineamento a sinistra, mentre i titoli di eventuali sottoparagrafi vanno scritti in ***grassetto corsivo minuscolo*** sempre con allineamento a sinistra.
- Tutte le illustrazioni devono essere richiamate nel testo con numerazione araba progressiva fra parentesi tonde secondo la dicitura (Fig. 1, Tav. 1, Tab. 1), parti delle figure devono essere indicate nel testo con la dicitura (Fig. 1a). Nel contesto di una frase le figure possono essere indicate anche per esteso (es.: ….nella figura….).
- Eventuali note dovranno essere poste a piè di pagina.
- Le citazioni bibliografiche nel testo vanno indicate fra parentesi tonde: Nome dell'Autore, virgola, anno di edizione. Nel caso di più lavori citati in serie devono essere riportati in ordine cronologico separati da punto e virgola (es. Pisano & Sanna, 1999; Gortani et al., 2000). Più articoli dello stesso Autore pubblicati nello stesso anno vanno distinti con lettere minuscole dopo la data (es.:…1999a; …1999b).
- Nel caso di denominazioni lunghe e ricorrenti nel testo si consiglia di esplicitare la denominazione per esteso solo la prima volta, facendola seguire, tra parentesi tonde, dal suo acronimo che verrà utilizzato successivamente; es.: Tufo Giallo Napoletano (TGN).
- I punti cardinali vanno citati per esteso con la lettera minuscola (es.: a nord, a est sud est di Roma), mentre nel caso di direzioni essi vanno indicati con la sigla maiuscola (es.: N-S; ESE-WNW).
- Le unità di misura devono essere metriche del Sistema Internazionale (km, m, mm) o nel caso di antiche unità di misura deve essere indicato, tra parentesi tonde, l'equivalente in unità metriche. Per le unità di misura non va usato il punto.
- Gli Autori sono responsabili del testo inviato per la pubblicazione, e si assumono ogni responsabilità relativa a diritti di copyright su fotografie e immagini.

Ringraziamenti
- I ringraziamenti alla fine del testo vanno preceduti dalla dicitura **Ringraziamenti** allineata a sinistra, grassetto, 12 pt. (così come un titolo di paragrafo).

Citazioni bibliografiche
- Nell'elenco bibliografico finale vanno riportati solo i riferimenti citati nel testo;
- Non sono ammesse citazioni di lavori in preparazione mentre possono essere fatti riferimenti a lavori effettivamente in corso di stampa;
- La letteratura citata va elencata alla fine del manoscritto in ordine alfabetico e preceduta dalla dicitura **Bibliografia** allineata a sinistra, grassetto, 12 pt. Vanno riportati solo i riferimenti citati nel testo e la lista va compilata in ordine alfabetico per Autore del tipo: Cognome Nome, anno di pubblicazione, titolo, rivista, volume, pagine, editore, altro. Esempio: Ietto A., Sgrosso I., 1963, *Sulla presenza di una stazione paleolitica in un riparo sotto roccia nei dintorni di Cicciano (Nola).* Boll. Soc. Nat. in Napoli, vol. 2, pp. 26-30.

Figure e disegni
- Disegni (in formato massimo A4), foto e diapositive devono essere numerati progressivamente ed essere accompagnati dalle relative didascalie bilingui stampate separatamente dal testo e scritte nelle stesse caratteristiche del testo (file .doc).
- Le foto dovranno essere di ottima qualità. Nel caso di foto storiche saranno accettate immagini a stampa, di qualsiasi formato. È possibile consegnare foto digitali, ottenute con fotocamere di qualità professionale, in risoluzioni che consentano una resa di 300 dpi.
- Le lettere ed i numeri in stampa, dopo la riduzione, dovranno essere compresi tra 1 e 5 mm. Si consigliano i caratteri Arial o Helvetica con dimensioni non inferiori a 6-8 pt.
- Tutte le mappe o i rilievi topografici devono riportare una scala metrica e indicazione del Nord.
- Nel caso in cui si utilizzino illustrazioni tratte da lavori già pubblicati va sempre indicata la fonte da cui è tratta.
- Il CdR si riserva comunque la facoltà di modificare le dimensioni proposte dall'Autore.
- Indicare sempre nelle relative didascalie l'autore della foto o del disegno, ovvero la fonte da cui è tratta.

Copie su supporto informatico
Gli articoli devono essere elaborati in MS Word per Windows 95 o successivi (file **.**doc), senza impaginazione (evitando quindi rientri, interlinea diversificata, tabulazioni, bordi, sfondi). Eventuali esigenze di particolari impaginazioni dovranno essere descritte a parte sulle versioni a stampa. I lavori completi (testi, disegni, fotografie e scansioni con risoluzione minima di 300 dpi) vanno inviati **esclusivamente** su supporto informatico: CD-Rom, ovvero DVD-Rom.
Per foto e figure predisposte con il computer devono essere inviati i file in formato .Tif o .Jpeg con risoluzione non inferiore a 300 dpi.

Il materiale va inviato **esclusivamente** al responsabile del CdR Sossio Del Prete all'indirizzo sotto indicato:
Sossio Del Prete, Via Ferrarecce 7, 81100 Caserta (CE), cell. 338.7621231, mail: dpsossio@alice.it

Tutti i manoscritti che non si atterranno alle presenti norme saranno rispediti agli Autori per il necessario adeguamento.

Indice

L'habitat rupestre in Molise: il caso di Pietra Martino a Salcito (Campobasso, Molise) 3
Carlo Ebanista, Stefania D'Amico

L'insediamento rupestre di Pietravalle a Salcito (Campobasso, Molise) 13
Carlo Ebanista, Andrea Rivellino

Le cavità artificiali di Macchia Valfortore (Campobasso, Molise) 21
Carlo Ebanista, Massimo Mancini, Ilenia Cincindella

Aqua Augusta Campaniæ. Speco a La Pietra (Pozzuoli) 31
Graziano Ferrari, Raffaella Lamagna

Mappatura delle cavità artificiali del sottosuolo cagliaritano (Sardegna) 43
Cristiana Cilla, Marcello Vargiu, Aldo Migliorini, Lara Sarritzu, Roberto Sanna, Francesco Randaccio, Giuseppe Piras

Trasformare le immagini in modelli tridimensionali. Il rilievo delle facciate rupestri attraverso la fotomodellazione 57
Beniamino Polimeni

Segnalibri *63*

OPERA IPOGEA

Memorie della Commissione Nazionale Cavità Artificiali
www.operaipogea.it

Semestrale della Società Speleologica Italiana

Anno 14 - Numero 2 - Luglio/Dicembre 2012
Autorizzazione del Tribunale di Bologna n. 7702 dell'11 ottobre 2006

Proprietario: *Società Speleologica Italiana*

Direttore Responsabile: *Stefano Saj*

Comitato Scientifico: *Roberto Bixio, Giulio Cappa, Roberto Caprara, Franco Dell'Aquila, Carlo Ebanista, Angelo Ferrari, Nakiş Karamağarali (TR), Aldo Messina, Roberto Nini, Mario Parise, Mark Pearce (UK), Fabio Redi, Jérome Triôlet (FR), Laurent Triôlet (FR), Vittorio Castellani †*

Redazione:
Annalisa Basili, Vittoria Caloi, Andrea De Pascale, Sossio Del Prete, Carla Galeazzi, Carlo Germani, Mario Parise

Sede della Redazione:
c/o Sossio Del Prete - Via Ferrarecce, 7 - 81100 Caserta
operaipogea@ssi.speleo.it

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

Composizione e impaginazione:
Franco Gherlizza, Pasquale Monaco - Trieste

Foto di copertina:
Salcito, Morgia di Pietravalle (Campobasso - Molise)
(Foto Massimo Mancini)

Foto quarta di copertina:
Tomba di Atilia Pompilia, detta Grotta della Vipera (Cagliari - Sardegna)
(Foto Marcello Vargiu)

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

Prezzo di copertina:
Euro 15,00

Forme di pagamento:
Bonifico bancario a favore della Società Speleologica Italiana
Banca di Bologna - Filiale di Bologna - Mazzini - via Bellaria, 32 - 40139 Bologna
C/C intestato a Società Speleologica Italiana - codice IBAN: IT22S 08883 02402 CC0200202447
SWIFT/BIC: BDBOIT21BOM
Versamenti su CCP n. 58504002
intestato a Società Speleologica Italiana - Via Zamboni, 67 - 40126 Bologna
Carta di credito inviare un fax al numero 051250049
indicando numero della carta, scadenza, e nome dell'intestatario, importo da trattenere e causale.

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.

*L'habitat rupestre in Molise: il caso di Pietra Martino a Salcito (Campobasso, Molise)**

Carlo Ebanista[1], *Stefania D'Amico*[2]

Riassunto

Nell'agro del comune di Salcito (Campobasso), in contrada Fontelefrassi*, sorge uno sperone roccioso (morgia) che è denominato* Pietra Martino*. Sul versante sud è presente una parete perpendicolare a ridosso della quale è stato realizzato un abitato rupestre parzialmente scavato nella roccia. Gli ambienti (abitazione, locali di deposito, vasche, stalla ipogea), ubicati su quote diverse, sono delimitati da un recinto in muratura. Considerata la rilevante importanza del sito nell'ambito della diffusione del fenomeno rupestre in Molise, sono state effettuate indagini finalizzate a metterne in luce e approfondirne le caratteristiche attraverso il rilievo grafico, lo studio dei materiali raccolti in superficie e la ricerca d'archivio. La lettura stratigrafica delle strutture architettoniche e la presenza di elementi d'arredo tipici dell'architettura rupestre, tra cui un'ampia cavità-camino e un impianto per la lavorazione delle derrate agricole o del latte, hanno consentito di ricostruire una cronologia relativa del processo insediativo. Il sito, che le fonti scritte dal XII a XIX secolo indicano come* Pietra Giannizzera*, è stato interessato da una lunga frequentazione favorita dalla posizione strategica, a pochi metri dal tratturo Celano-Foggia, e dalla conformazione litologica e geomorfologica dell'area. Dapprima ricovero temporaneo, presumibilmente legato alla transumanza, si è progressivamente trasformato in dimora stabile fino al definitivo abbandono verificatosi dopo la Seconda Guerra Mondiale.*

Parole chiave: abitazioni rupestri, Molise Medievale, Pietra Martino, Salcito.

Abstract

The rupestrian habitat in Molise: the case of Pietra Martino in Salcito (Campobasso, Molise - Italy)

A rocky outcrop, so called morgia and named Pietra Martino*, is located in the countryside of Salcito (Campobasso), in the locality* Fontelefrassi*. In the south wall of the morgia there is a settlement partially excavated in the rock: dwellings, stores and stables, located on different levels, are enclosed by a boundary wall.*
In relation to the great importance of the site, we have drawn the plans and sections of the cavities, the prospects of building structures and have studied the archaeological finds collected during the survey and the archival documents.
The stratigraphic analysis of the architectural structures and cavities (including a large fireplace and a plant for the production of wine, oil or cheese) allowed to reconstruct a chronology of the settlement. The site, that the written sources indicate as Pietra Giannizzera *from the twelfth to the nineteenth century AD, has long lived in relation to the successful strategic position, a few meters from the cattle track Celano-Foggia, and the shape of the lithological and geomorphological mapping. The settlement, first temporary shelter perhaps linked to transhumance, has gradually turned into a permanent dwelling until the final abandonment after the Second World War.*

Key words: cave dwellings, Medieval Molise, Pietra Martino, Salcito.

** La redazione di questo contributo è frutto della collaborazione degli autori; si segnala, tuttavia, che C. Ebanista ha redatto i paragrafi "Il Molise e gli insediamenti rupestri" e "Origini e sviluppo dell'abitato", mentre S. D'Amico i paragrafi "L'abitato semirupestre nella morgia di Pietra Martino" e "La documentazione d'archivio"; le restanti parti sono state elaborate in comune.*

[1] Università del Molise. E-mail: carlo.ebanista@unimol.it
[2] Dottore in Lettere Classiche.

Il Molise e gli insediamenti rupestri

Nell'ambito delle ricerche archeologiche che sta svolgendo l'insegnamento di Archeologia Cristiana e Medievale dell'Università del Molise rientrano gli insediamenti rupestri. L'obiettivo è di mettere in luce le caratteristiche dell'habitat rupestre grazie alla catalogazione e al rilievo di tutte le unità presenti nel territorio molisano (Ebanista & Mancini, 2008; Ebanista, 2011).
Le indagini sinora svolte hanno consentito di individuare 9 abitati scavati nella roccia e 10 luoghi di culto rupestri che, almeno in parte, sono stati utilizzati (o riutilizzati) nel medioevo.
Frequenti nella valle del Fortore, ma diffusi in buona parte del territorio molisano dal sub-Appennino fino ai monti Frentani meridionali, gli abitati rupestri sono costituiti da varie cavità artificiali, realizzate talora su più livelli. Risultano distribuiti in prevalenza nel basso Molise, ad eccezione di quelli ricavati nelle morge di Pietravalle e Pietra Martino a Salcito, in provincia di Campobasso (Ebanista, 2011, pp. 62-65, figg. 15, 19).
La raccolta sistematica dei dati sta consentendo di attribuire funzioni primarie (ricovero, abitazione, stalla, luogo di lavorazione, ecc.) alle singole cavità, di appurare una loro successione cronologica (grazie alla rilevazione delle tracce dell'escavazione) e di avanzare una proposta di classificazione tipologica delle planimetrie, com'è avvenuto per altre realtà regionali. A tal proposito destano particolare interesse le fosse granarie realizzate nel banco di arenaria ad 1 km dall'abitato di Jelsi, sul declivio orientale della collina di Civitavecchia; i riscontri più stringenti si trovano in Capitanata, dove a San Lorenzo *in Carminiano* sono attestate fosse, a profilo troncoconico, scavate negli strati di argilla naturale, senza alcun rivestimento murario di rinforzo e dislocate fuori dall'abitato, proprio come nel centro molisano che rappresenta un caso unico nella regione (Ebanista, 2011, pp. 59-60). Negli abitati rupestri molisani sinora indagati i silos sono, ad esempio, presenti all'interno degli spazi residenziali.
Mi riferisco in particolare agli insediamenti scavati all'interno di quelle massicce conformazioni rocciose emergenti dal suolo che vengono definite *pietra, sasso, pesco* o *morgia* (dal latino *murex, icis*, conchiglia, ma anche roccia, pietra aguzza: Cortellazzo, 1998, p. 288). Grazie all'aggiunta di altri vocaboli, questi termini sono diventati dei toponimi, secondo quanto si riscontra anche in altre regioni; in Molise è il caso di Pietracatella, Pietracupa, Pietravalle, Pietra Martino.
La morgia di Pietra Martino (figg. 1-2), di natura calcarenitica, è localizzata in contrada *Fontelefrassi*, nel settore sud-orientale del territorio comunale di Salcito (coordinate geografiche 41° 44' 02'' N e 14° 34' 03'' E), a 558 m s.l.m., lungo un versante del bacino idrografico del torrente Rivo, affluente di destra del fiume Trigno, a breve distanza dal tratturo Celano-Foggia.

L'abitato semirupestre nella morgia di Pietra Martino

L'insediamento rupestre, in stato di abbandono, sorge a ridosso della parete perpendicolare del versante sud della morgia. Sebbene le strutture murarie siano

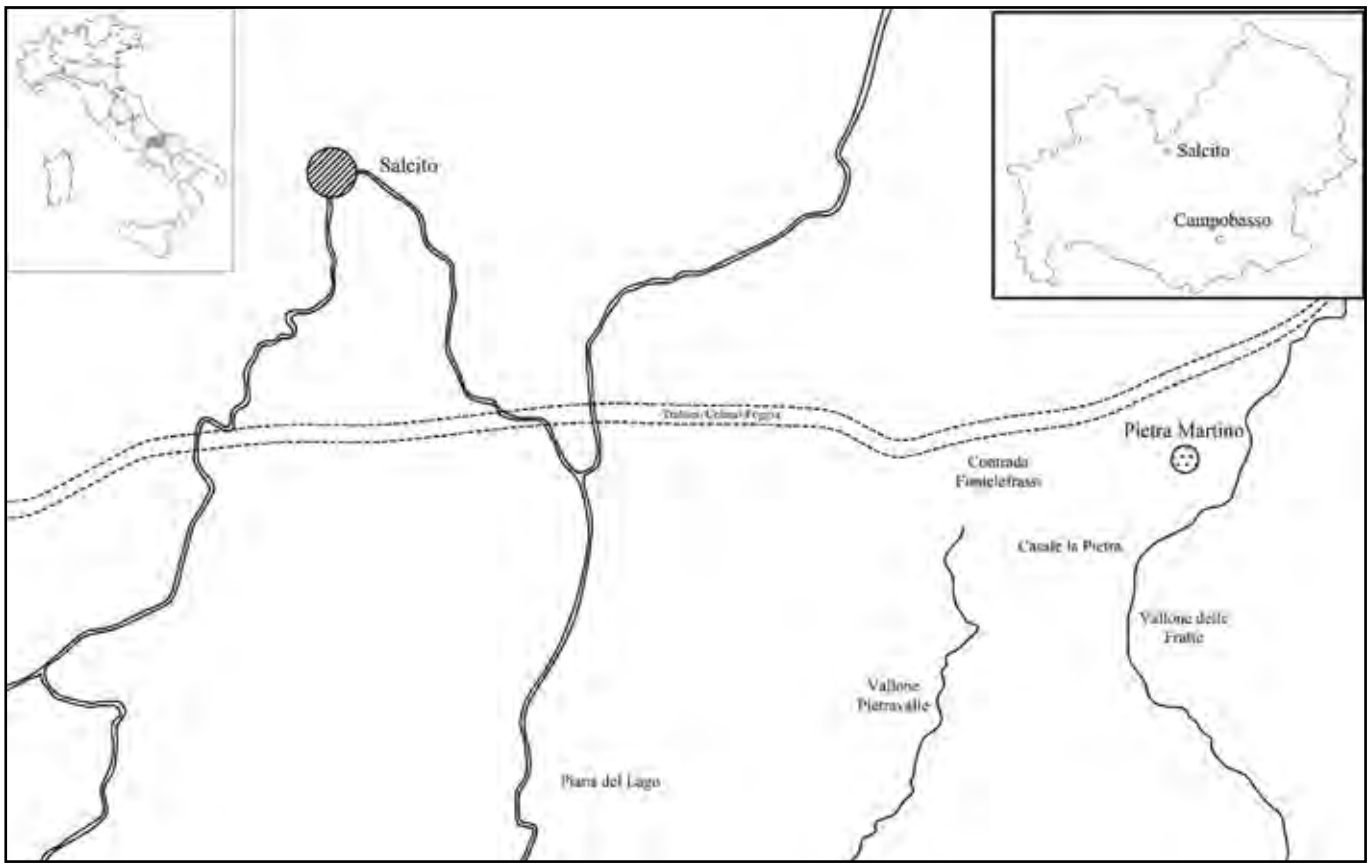


Fig. 1 - Salcito (Campobasso) e la morgia di Pietra Martino (S. D'Amico).
Fig. 1 - Salcito (Campobasso) and Morgia di Pietra Martino (S. D'Amico).

Fig. 2 - Salcito (Campobasso), Morgia di Pietra Martino, versante nord (foto S. D'Amico).
Fig. 2 - Salcito (Campobasso), Morgia di Pietra Martino, North side (photo S. D'Amico).

in gran parte crollate e quelle in legno andate distrutte in un incendio di cui sono ben visibili le tracce, si riconoscono gli ambienti che componevano l'insediamento: abitazione, cantina, stalla ipogea e depositi. La loro funzione è stata riconosciuta grazie alla presenza di elementi strutturali quali, ad esempio, il camino, una mangiatoia e una vaschetta per la raccolta dell'acqua di stillicidio. Gli ambienti, disposti su diverse quote, sono comunicanti e raggiungibili attraverso camminamenti e scale. Un muro a secco in bozze di pietra calcarea (fig. 3 n. 46), anch'esso in parte crollato, separava l'insediamento dall'area circostante utilizzata per le colture agricole e il pascolo; garantiva, inoltre, la stabilità del terreno in un contesto di pendio facilmente soggetto a smottamenti e frane.

L'abitazione (fig. 3: B, C) è stata costruita scavando parzialmente il banco roccioso e completando le strutture con apparecchi murari in bozze di pietra calcarea e coperture in legno. La soglia (fig. 3 n. 300) conserva ancora il sistema di chiusura con i fori dei cardini e un paletto di ferro della scomparsa porta ad una sola anta. Attraverso l'ingresso si accede a tre ambienti posti su due piani, un tempo separati da un solaio ligneo, di cui rimangono i fori per l'alloggio delle travi scavati nella roccia (fig. 4): al livello inferiore si trova l'ambiente B (fig. 3: B), a pianta rettangolare, accessibile tramite una scala con gradini di pietra (fig. 3 n. 60) e forse impiegato come cantina; al livello superiore, sono

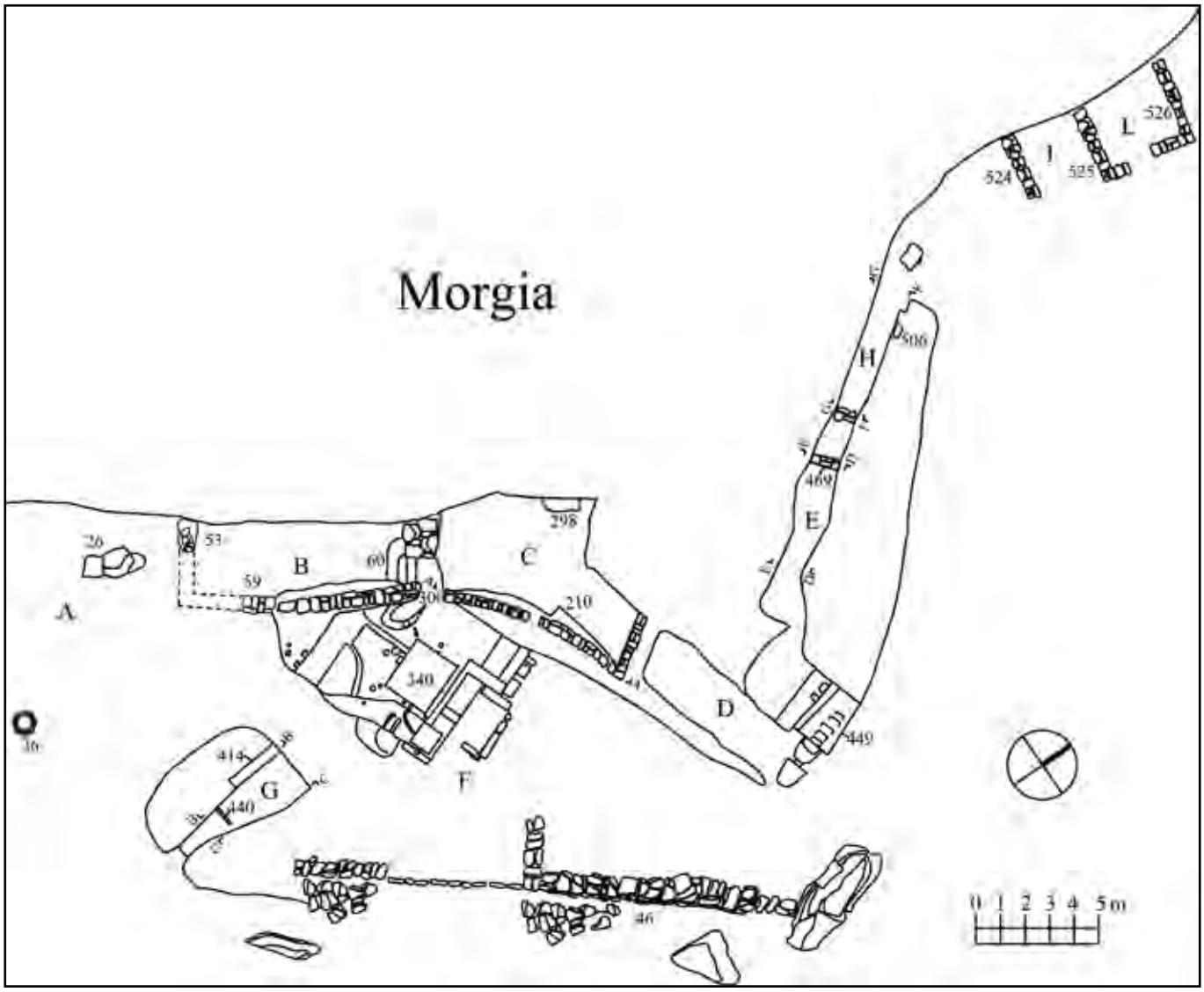


Fig. 3 - Morgia di Pietra Martino, planimetria dell'insediamento (da Di Cerbo, 2007, modificata da S. D'Amico).
Fig. 3 - Morgia di Pietra Martino, general planimetry of the settlement (from Di Cerbo, 2007, modified by S. D'Amico).

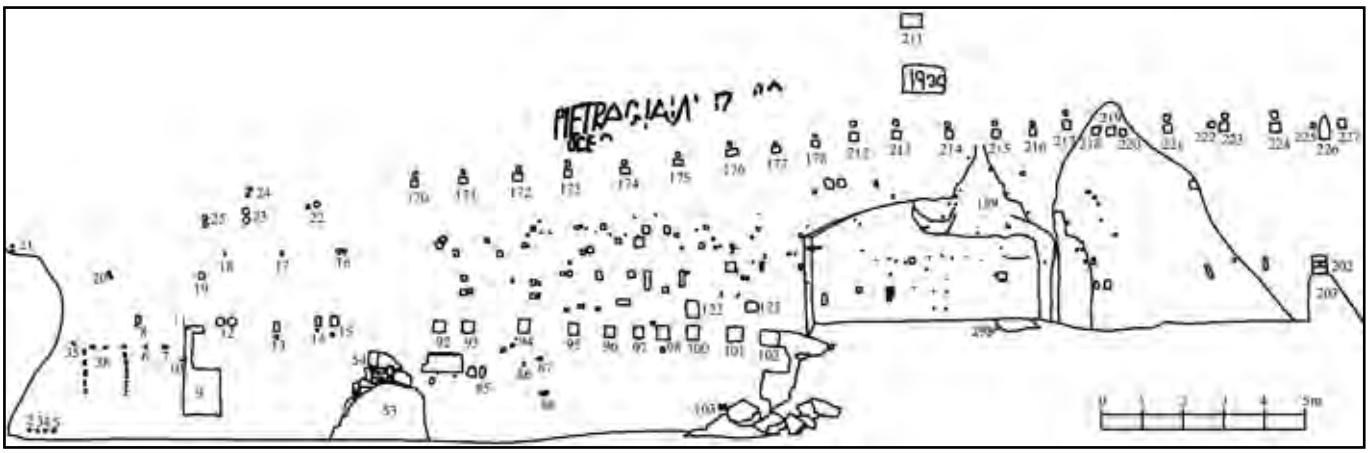


Fig. 4 - Ambienti A, B, B1 e C, prospetto generale (S. D'Amico).
Fig. 4 - Courtyard A, rooms B, B1 and C, general elevation (S. D'Amico).

dislocati i vani B1 (in corrispondenza di B) e C (fig. 3: C). Quest'ultimo a nord si addossa al profilo curvilineo della morgia, mentre ad est e a sud è delimitato da pareti ricavate lavorando il banco roccioso (fig. 5 n. 203) e completando la struttura con bozze di pietra calcarea (fig. 5 n. 204); lo spazio interno risultava ulteriormente suddiviso tramite un setto intagliato nella parete sud (fig. 3 n. 210). Il pavimento, quasi interamente coperto da uno spesso strato di cenere, è costituito da lastre di pietra. Nella parete della morgia relativa all'ambiente C (fig. 4) è stata scavata un'ampia cavità adibita a camino (fig. 6) con la canna fumaria (fig. 4 n. 189) spostata rispetto all'asse centrale. Nell'angolo a destra è stato ricavato il piano di cottura (fig. 4 n. 298) leggermente rialzato rispetto alla quota pavimentale. Sulla superficie interna del camino, annerita dal fumo, sono presenti alcune nicchie, diversi fori per mensole, ganci di ferro e attaccaglie, ai quali erano sospesi oggetti di diversa natura. In corrispondenza della canna fumaria è visibile una gabbia lignea utilizzata nelle comunità rurali per affumicare il formaggio. Sulla parete sud (fig. 5 n. 203) si nota una canaletta di scolo per raccogliere l'acqua di stillicidio (fig. 5 n. 205) e la parte inferiore di una finestra (fig. 5 n. 206) scavata nella roccia con gli incavi per l'anta e due piccoli fori per inserire un paletto orizzontale di chiusura. La finestra, ovviamente, serviva non solo per far entrare la luce, ma anche per disperdere il fumo del focolare. Il tetto dell'abitazione era forse a un solo spiovente per favorire lo scorrimento dell'acqua piovana proveniente dalla sommità della morgia; della copertura rimangono i resti di tre pali di legno, inseriti in appositi fori scavati nella roccia (fig. 4 nn. 170, 177, 214). La mancanza di coppi tra le macerie sembrerebbe escludere che il tetto fosse coperto da laterizi. Nella roccia che costituisce la parete esterna dell'ambiente C (fig. 7) è stato risparmiato un bancone (fig. 7 n. 323), a 50 cm da terra, che poteva fungere da panca o ripiano. Di fronte all'ingresso si trova un piccolo piano basolato (fig. 9 n. 354).

Ad ovest dell'abitazione sorge il cortile A (fig. 3: A), dove si trovano un lavatoio, ricavato da un grande masso di pietra (fig. 3 n. 26), e una riserva d'acqua, di cui è riconoscibile tra la vegetazione l'imboccatura a sezione circolare (fig. 3 n. 36) rivestita da pietre. Al momento non è stato ancora possibile accertare se si tratti di una cisterna o di un pozzo (cfr. Padovan, 2009, pp. 155-177).

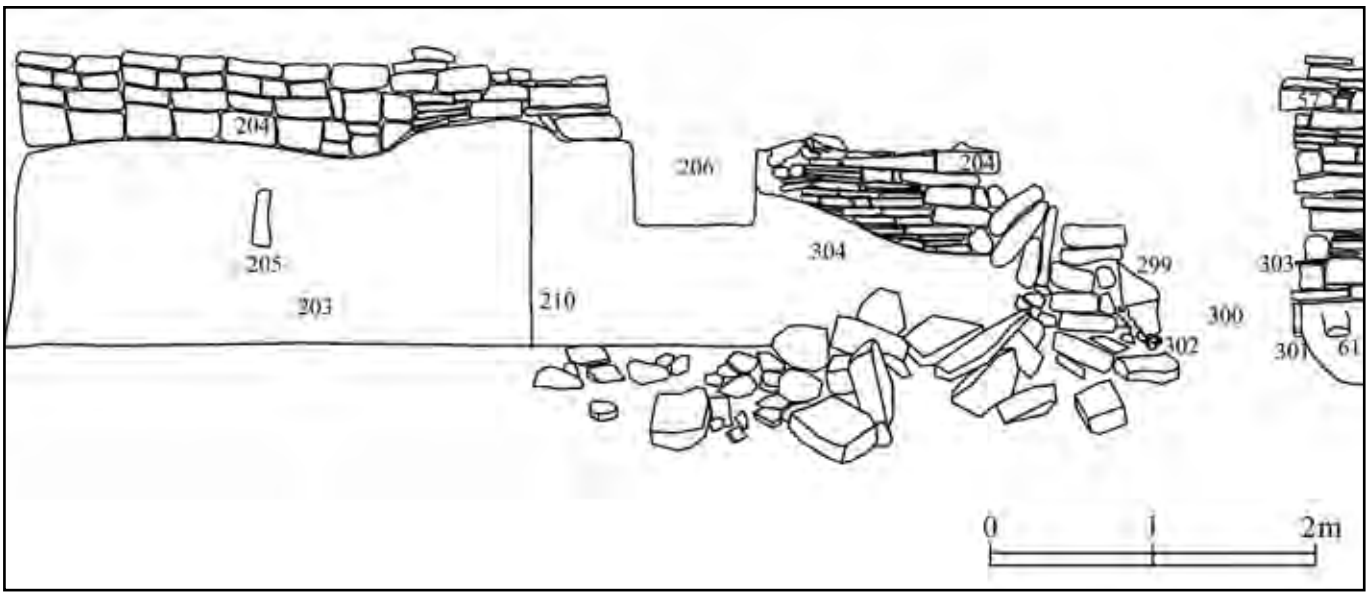


Fig. 5 - Ambiente C, prospetto A-A (S. D'Amico).
Fig. 5 - Room C, elevation A-A (S. D'Amico).

Fig. 6 - Ambiente C, il camino (foto S. D'Amico).
Fig. 6 - Room C, the fireplace (photo S. D'Amico).

Sulla parete della morgia in corrispondenza di questo settore (figg. 3: A; 4) sono visibili 4 fori rettangolari (fig. 4 nn. 8, 13, 14 15) riferibili, molto probabilmente, alla copertura di un altro vano collegato all'ambiente B1, cui si accedeva da ovest mediante una scala in legno, servita da corde fissate in 6 attaccaglie (fig. 4 nn. 16, 20, 22, 23, 24, 25) poste ad un'altezza di 5-6 metri da terra. Nella parete perpendicolare della morgia, al di sotto dei fori della copertura dell'ambiente A, è stata scavata una nicchia (fig. 4 n. 9) di forma quadrangolare (alta 140 cm, larga 90 cm e profonda 15 cm), che risulta di difficile interpretazione. Resti di un graticcio sono visibili nei 4 fori circolari (fig. 4 nn. 2-5) esistenti nell'angolo in basso ad ovest della parete rocciosa, a 15 cm da terra.

A sud, nel cortile antistante l'abitazione (fig. 3: F), sono state realizzate due vasche quadrangolari (fig. 8 nn. 340, 350): scavate su piani sfalsati in un unico blocco di pietra e comunicanti grazie ad un sistema di canalizzazione. Lungo il perimetro della vasca superiore (fig. 8 n. 340), al cui interno è stata incisa la data 1866, sono presenti diversi fori circolari riconducibili forse a pali che sorreggevano una copertura. La superficie interna di entrambe le vasche era rivestita da uno strato di malta idraulica di cui rimangono poche tracce (fig. 9). Molto probabilmente si tratta di un impianto utilizzato per la produzione dell'olio o del vino (Ebanista, 2011, p. 75), anche se non va esclusa del tutto la possibilità di un collegamento con la lavorazione del latte. Quest'ultima ipotesi potrebbe essere avvalorata dalla presenza di stalle e dalla gabbia lignea per l'affumicamento dei formaggi esistente nel camino (fig. 6).

Tra la vegetazione a sud delle vasche s'intravede la stalla ipogea (fig. 3: G), parzialmente intagliata nella roccia e coperta da una volta a botte in bozze di pietra calcarea. L'unico ingresso accessibile è quello a sud, dove sul calpestio, in corrispondenza degli stipiti della porta, è situata una pietra rettangolare (fig. 3 n. 440) per impedire all'acqua piovana di entrare. Su entrambe le pareti (figg. 10-11) sono visibili attaccaglie e fori circolari. Sulla parete ovest è stata scavata una mangiatoia (figg. 3, 10 n. 414) provvista anche di un foro di scolo (fig. 10 n. 415).

Ad est dell'abitazione sono ubicati tre locali di deposito (fig. 3: D, E, H). L'ambiente D, a pianta rettangolare e privo della copertura, era forse usato come rimessa per la legna o gli attrezzi. Grazie ad una scala tagliata nella roccia (fig. 3 n. 449) si accede all'ambiente E (Cfr. Ebanista, 2011, p. 61, fig. 13; Fratianni, 2010, pp. 89-90, fig. 62), ubicato tra la parete della morgia e un costone roccioso. A pianta quadrangolare (fig. 3: E), è preceduto da una sorta di vestibolo; sulle pareti est e ovest (figg. 12-13) sono visibili i solchi verticali per l'inserimento degli stipiti della porta ad un'anta (fig. 12 n. 485; fig. 13 n. 451) e gli alloggi per l'architrave (fig. 12 n. 483; fig. 13 n. 452). A nord l'ambiente E era chiuso da un muretto a secco in bozze calcaree (figg. 3, 12-13 n. 469), alto circa 80 cm. Il paramento, di cui oggi rimangono pochi filari, era completato da due travi superiori inserite in appositi alloggi (fig. 12 nn. 470, 471; fig. 13 nn. 467, 468). I fori speculari, presenti su entrambe le pareti (fig. 12 nn. 476, 477, 478, 479, 480, 481; fig. 13 nn. 457, 458, 460, 461, 463, 464), sono forse perti-

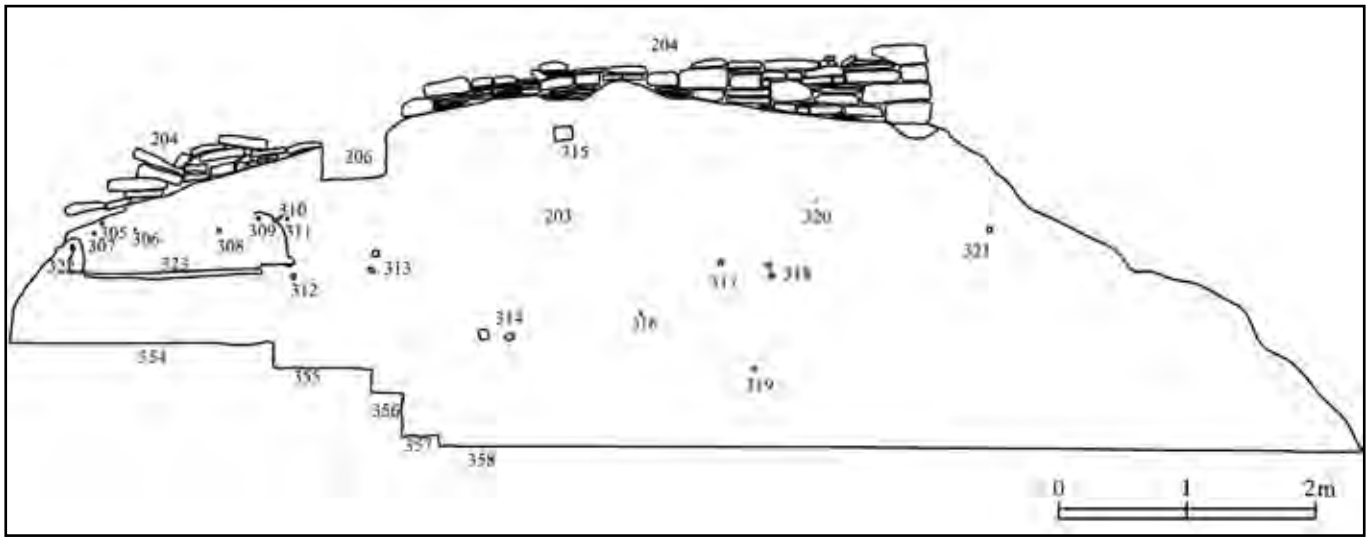


Fig. 7 - Ambiente C, prospetto A-A, faccia esterna (S. D'Amico).
Fig. 7 - Room C, elevation A-A, outside face (S. D'Amico).

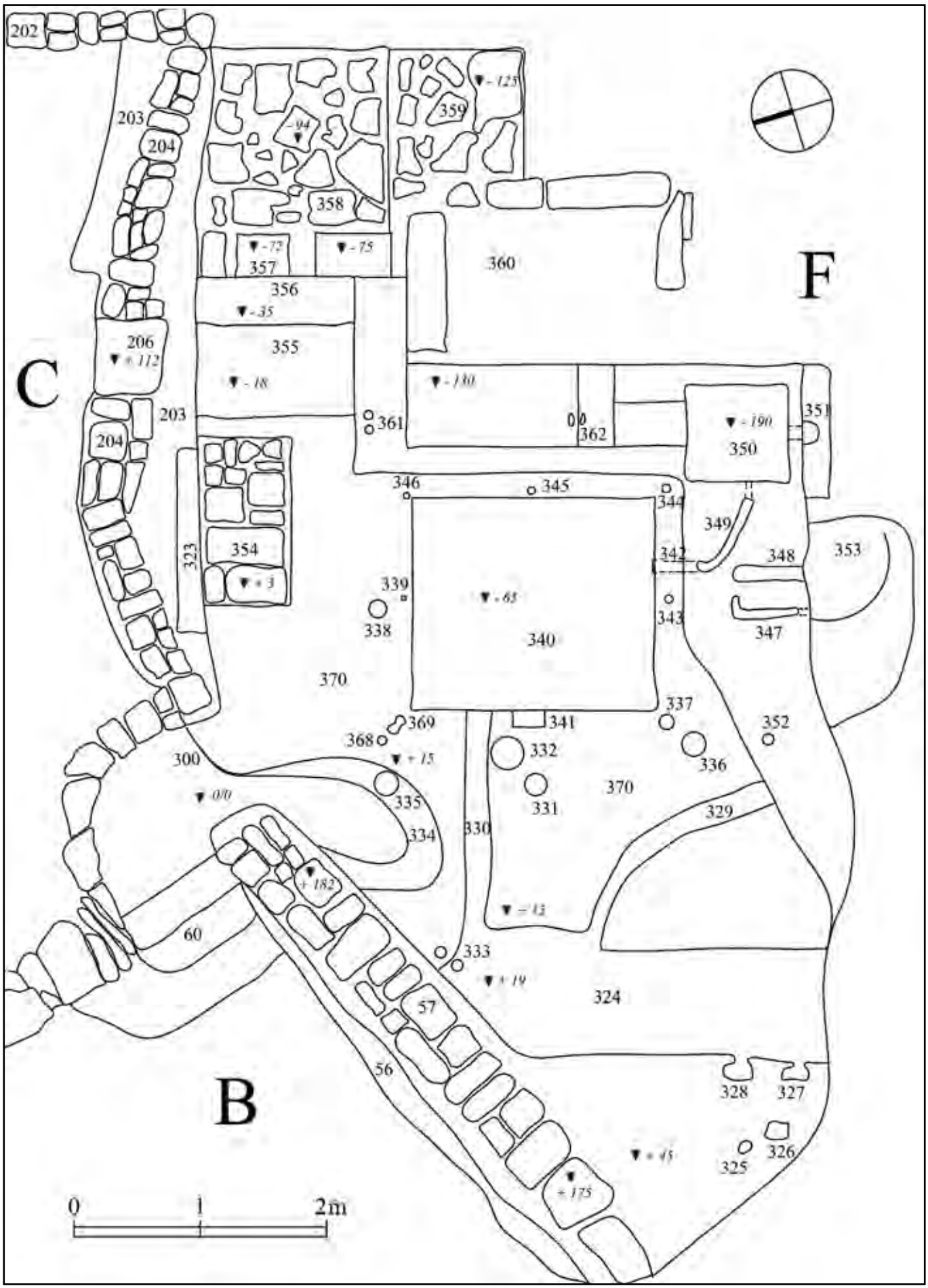


Fig. 8 - Ambiente F, pianta delle vasche (S. D'Amico).
Fig. 8 - Courtyard F, plan of the tanks (S. D'Amico).

Fig. 9 - Ambiente F, le vasche (foto S. D'Amico).
Fig. 9 - Courtyard F, the tanks (photo S. D'Amico).

nenti ad una scala o ad un'impalcatura. L'ambiente era provvisto di una copertura a falda inclinata per evitare il ristagno dell'acqua piovana, come attestano i fori in posizione più elevata (fig. 12 nn. 472, 475, 482, 484; fig. 13 nn. 453, 462, 465, 488). Ubicato ad un livello inferiore, l'ambiente H, a pianta rettangolare, è contiguo al vano E, ma ha l'ingresso a nord-est (fig. 3: H). Per raggiungerlo occorre percorrere il camminamento che fiancheggia il costone roccioso. Sulla parete sud-est

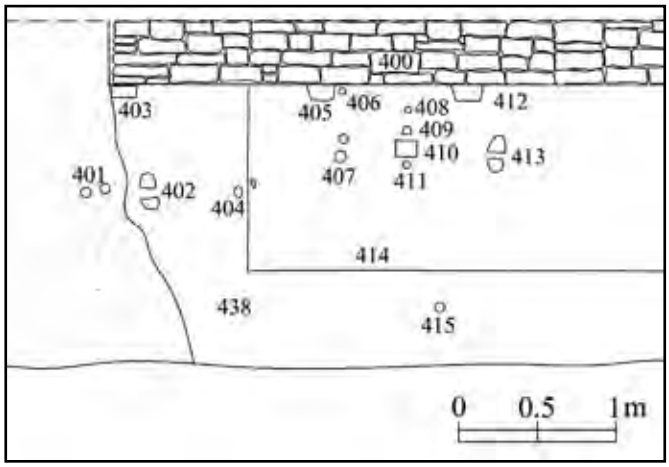


Fig. 10 - Ambiente G, prospetto B-B (S. D'Amico).
Fig. 10 - Stable G, elevation B-B (S. D'Amico).

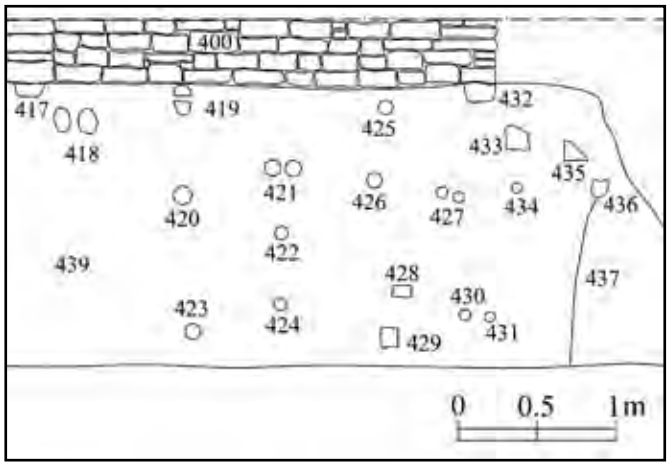


Fig. 11 - Ambiente G, prospetto C-C (S. D'Amico).
Fig. 11 - Stable G, elevation C-C (S. D'Amico).

(fig. 14), in corrispondenza della soglia, è stato risparmiato un piccolo setto (fig. 14 n. 505); vi sono state, altresì, create due piccole nicchie quadrate (fig. 14 nn. 503, 504) e il foro per l'alloggio dell'architrave ligneo della porta (fig. 14 n. 502), in corrispondenza dell'altro presente sulla parete nord-ovest (fig. 15 n. 509). Sulla parete nord-ovest sono visibili gli alloggiamenti delle travi del tetto ad una falda (fig. 15 nn. 511, 512, 513, 514, 515, 516). Due canaline di drenaggio sulla parete

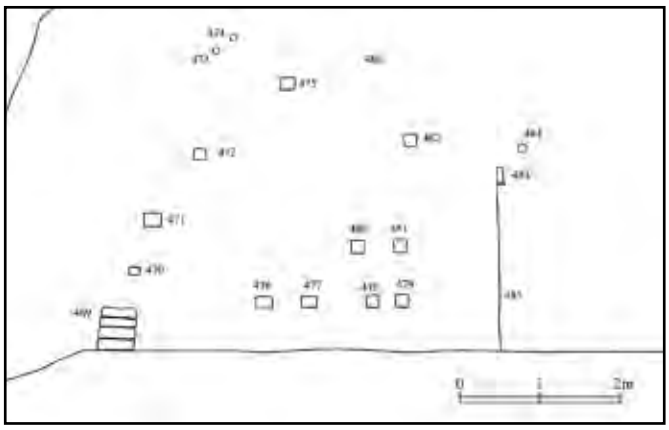


Fig. 12 - Ambiente E, prospetto D-D (S. D'Amico).
Fig. 12 - Room E, elevation D-D (S. D'Amico).

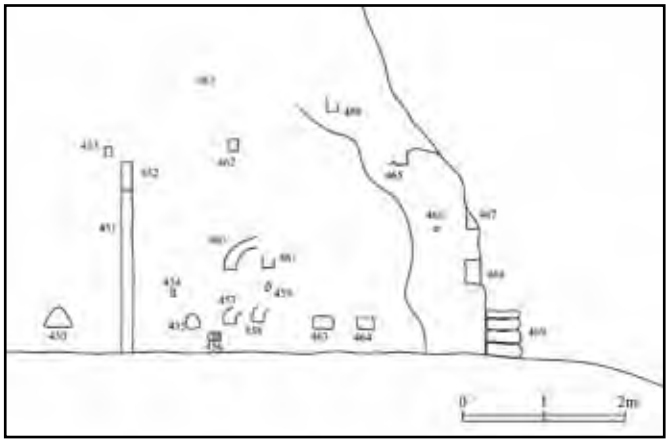


Fig. 13 - Ambiente E, prospetto E-E (S. D'Amico).
Fig. 13 - Room E, elevation E-E (S. D'Amico).

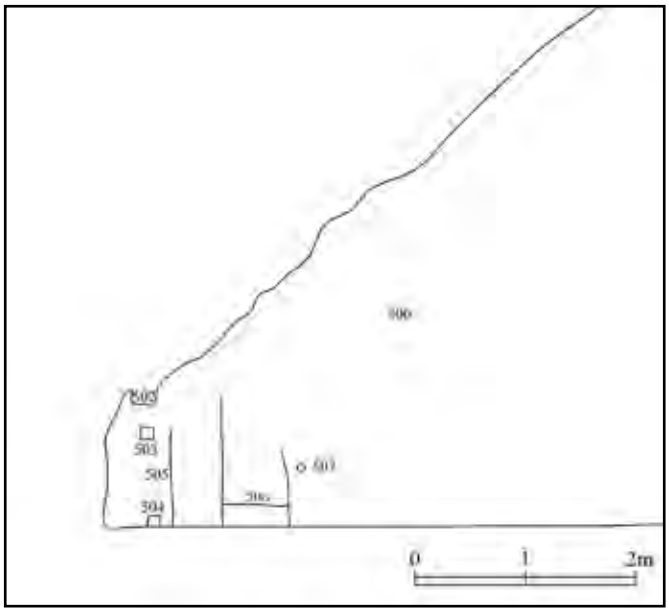


Fig. 14 - Ambiente H, prospetto F-F (S. D'Amico).
Fig. 14 - Room H, elevation F-F (S. D'Amico).

nord-ovest (fig. 15 nn. 517, 519) servivano a raccogliere l'acqua di stillicidio. La vaschetta rettangolare (fig. 3 n. 506) ricavata nella parete sud-est e l'attaccaglia visibile sul masso che, insieme ad altri, costituisce la parete sud-ovest potrebbero suggerire che questo ambiente fosse utilizzato come ricovero per animali.

All'esterno dell'ambiente H nella parete della morgia è stata realizzata una cavità di forma semicilindrica, suddivisa in due scomparti (figg. 16-17); quello superiore (fig. 16 n. 520), completamente annerito dal fumo, era forse usato come deposito della legna, mentre quello inferiore ospita un forno da pane con la consueta cupoletta in laterizi (fig. 16 n. 522). In corrispondenza dello scomparto superiore si riconosce l'incasso di un tettuccio semicircolare.

Nella zona a nord del forno, tra la fitta vegetazione, sono stati individuati i resti di alcune murature in bozze calcaree (fig. 3 nn. 524, 525, 526) pertinenti ad altri due ambienti (fig. 3: I; L), forse adibiti a deposito di derrate, del fieno o della legna.

La frequentazione della morgia non era limitata solo alla faccia esposta a sud. Altre strutture in negativo sono presenti sulle pareti rocciose a nord e sulla cima tra cui una piattaforma e i gradini di una scala che sono stati soltanto osservati da lontano, poiché sinora non è stato possibile raggiungere questo settore della morgia, a causa delle difficoltà di accesso e percorrenza. Sulla cima sono stati scavati pozzetti, nicchie, buche per pali e dei sistemi di canalizzazione probabilmente per intercettare e convogliare l'acqua piovana. Il posto, per la difficoltà di accesso e per la posizione sopraelevata, è stato sicuramente sfruttato in passato come punto di avvistamento e di controllo del territorio circostante e della viabilità. La presenza di alcune panche scavate nella roccia può essere messa in relazione con questa funzione.

La documentazione d'archivio

Il microtoponimo *Pietra Martino* (carta IGM 25.000, F.º 154 III SO, *Bagnoli del Trigno*) con cui è attualmente denominata la morgia è piuttosto recente, dal momento che nell'Ottocento era definita *Murgia grande* (ASCB, *Tratturi, Tratturelli e Riposi, Reintegrati in forza del Real Decreto de' 9 Ottobre 1826, La parte in Molise del Tratturo da Celano a Foggia*, tav. 25) o *Murgione* (ASN, *Sezione Piante e Disegni*, Cartella XXX, tav. 25). Il distacco di parte dell'intonaco presente sulla parete della morgia, nella zona immediatamente al di sopra dei fori per l'alloggio del tetto degli ambienti B1 e C, ha messo in luce la data 1930 dipinta in nero e i resti di un'iscrizione tracciata in rosso: *pietra gian(n)iz(zera)* (fig. 4). Il termine, formato da due distinti elementi ('pietra' e 'Giannizzera'), deriva dalla trasformazione del toponimo *Petram Johannis Ighizi* documentato, intorno alla metà del XII secolo, nel *Catalogus Baronum* (Jamison, 1972, p. 145). *Johannis Ighizi* si è trasformato nel tempo, tramite le influenze della toponomastica popolare, in Jannizara, Jannizzera, Giannizzera e altre varianti simili. Il termine 'pietra', risulta chiaramente connesso alla presenza della morgia, com'è accaduto del resto anche per il vicino feudo di Pietravalle (Jamison, 1972, p. 144; Ebanista, 2011, pp. 63-64). Il toponimo è strettamente legato ad un feudo rustico che è menzionato in alcuni inediti documenti conservati negli Archivi di Stato di Napoli e Campobasso; a partire dal XV secolo il feudo di Pietra Giannizzera viene sempre definito disabitato. Nel 1482 è attestato un pagamento da parte di Carlo di Monticello per i possedimenti di *Castra Saliciti et Petre Vallis, Castra Ruvi, Petre Janñari, guasti falconi, medietate Gambe tese et male merende* che il re Ferrante aveva concesso al padre Giovanni 10 anni prima (ASN, *Significatoriarum, Relevii*, b. VI, f. 29r). Pietra Giannizzera risulta menzionata, accanto ai feudi *inhabitati* di Pietravalle e Castello di Ruvo, nelle

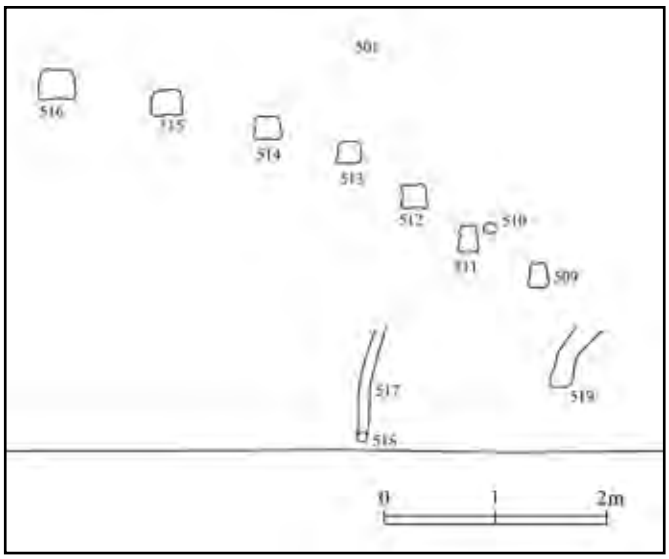


Fig. 15 - Ambiente H, prospetto G-G (S. D'Amico).
Fig. 15 - Room H, elevation G-G (S. D'Amico).

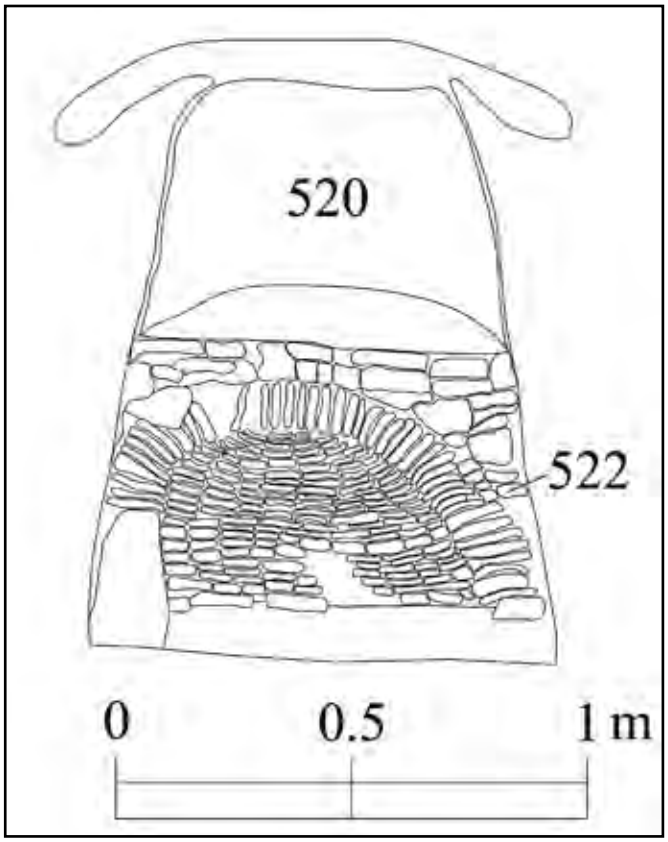


Fig. 16 - Il forno (S. D'Amico).
Fig. 16 - The oven (S. D'Amico).

Fig. 17 - Il forno (foto S. D'Amico).
Fig. 17 - The oven (photo S. D'Amico).

Refute dei Quinternioni del 1655 (ASN, *Refute dei R. Quinternioni*, b. 197, ff. 303r-306t) e 1772 (ASN, *Refute dei R. Quinternioni*, b. 230, ff. 309r-318t), nei Cedolari del 1731 (ASN, *Cedolari nuovi, Contado di Molise*, vol. 16, ff. 529t-535r) e 1738 (ASN, *Cedolari nuovi, Contado di Molise*, vol. 17, ff. 150t-157t) e nei Relevi del 1780 (ASN, *Relevi*, b. 69, fasc. 9, ff. 1-69). Nel 1653 il feudo di Salcito e gli annessi feudi rustici di Pietravalle, Pietra Giannizzera e Castello di Ruvo furono acquistati da Paolo Francone per 23.550 ducati sulla base dell'apprezzo fatto dal tavolario Francesco Venosa nel 1652 (ASN, *Notai del '600, Antonio De Masi*, scheda 243, prot. 39). Nel Catasto Onciario del 1742 i feudi disabitati di Pietravalle, Pietra Giannizzera, Castel di Ruvo e Carpineti erano uniti con la terra di Salcito (ASN, *Catasto Onciario, Salcito*, 1742, b. 7507, Volume di tutte le Rivele, f. 2t). Il Relevio del 1780 (ASN, *Relevi*, b. 69, fasc. 9, f. 20r) attesta l'esistenza di tre guardiani preposti alla sorveglianza dei feudi di Pietra Giannizzera, Pietravalle e Castel di Ruvo; non va escluso che essi, per assolvere alle loro mansioni per le quali ricevevano un compenso mensile di 4,50 ducati, utilizzassero come dimora proprio le abitazioni ricavate nelle morge di Pietra Giannizzera (Pietra Martino) e Pietravalle.

Origini e sviluppo dell'abitato

La configurazione dell'abitato di Pietra Martino è il risultato di una graduale evoluzione nella quale hanno molto influito i fattori climatici e la reperibilità dei materiali. Nelle immediate vicinanze sono stati individuati degli affioramenti di roccia calcarea che mostrano segni evidenti di utilizzo come cave a cielo aperto (cfr. Marino et al., 2001, p. 27). La pietra lavorata a spacco e semplicemente sbozzata è stata utilizzata nelle murature, mentre il legno è stato impiegato con funzione strutturale, ad esempio per costruire le travi. Sulle superfici litiche sono individuabili i segni lasciati dagli strumenti di lavorazione. L'analisi di queste tracce ha fornito un importante aiuto per ricostruire la configurazione dell'abitato che è stato costruito ricorrendo ad una soluzione mista, integrando il banco roccioso parzialmente scavato con componenti in muratura, legno e laterizi. Il forno, ad esempio, è stato scavato nella roccia e completato in laterizi (figg. 16-17), come si riscontra in un esemplare esistente nel complesso rupestre di località Sbariati a Zungri in Calabria (Coscarella, 2008, p. 241, fig. 10). Questa particolare lavorazione sembra denunciare una fase tarda di escavazione, forse di età moderna (Ebanista, 2011, p. 75).

Molto suggestiva è l'ipotesi che l'ambiente E (fig. 3: E) abbia avuto una funzione difensiva. La morfologia del costone roccioso che costituisce una delle pareti dell'ambiente ricorda, infatti, quella di una torre. In questo caso saremmo dinanzi ad un insediamento fortificato rupestre, una tipologia poco diffusa in Molise, dove - a quanto pare - è attestato solo dal caso di Pietracupa, ove i ruderi della torre del vecchio castello erano ancora visibili sulla cima della morgia nel 1803, e da quello di *Lipurse* presso S. Maria di Alto Piede tra Isernia e Longano (Ebanista, 2011, p. 76). La disposizione dei fori per l'alloggio di travi lignee sulle pareti interne dell'ambiente E suggerisce la messa in opera di una sorta di impalcatura poi riadattata come copertura (figg. 12-13). In passato proprio per questa sua particolare conformazione morfologica potrebbe essere stato sfruttato come luogo di avvistamento, prima di essere riutilizzato come deposito in tempi più recenti.

Finora non è stato possibile definire una cronologia assoluta della fasi di frequentazione di Pietra Martino poiché, non essendo stato effettuato uno scavo, i pochi manufatti che sono stati raccolti in superficie durante i sopralluoghi[1] provengono dagli strati depositatisi in seguito all'incendio e al crollo delle strutture avvenuti dopo gli anni Cinquanta del secolo scorso, allorché, stando alle testimonianze orali raccolte sul luogo, ebbe termine la frequentazione dell'abitazione semirupestre. D'altra parte, la lettura stratigrafica delle strutture architettoniche ha consentito di ricostruire una cronologia relativa riguardo soprattutto agli ambienti che costituiscono l'abitazione, ovvero i vani B, B1 e C (figg. 3-4). Dal momento che solitamente sono i piani bassi ad essere occupati per primi, si può ipotizzare un primo nucleo insediativo nell'ambiente B. Questo, infatti, nella fase di occupazione più antica avrebbe avuto la funzione di ricovero temporaneo e quindi anche

[1] Durante le ricerche sono stati raccolti in superficie 20 manufatti: 10 in ceramica, 7 in metallo, due in pietra lavorata e un rocchetto di legno per filo da cucito (D'Amico, 2010-11, pp. 82-92). Il materiale ceramico, riconducibile a vasellame da mensa (piatto, brocca, microvasetto), è stato rinvenuto nello strato superficiale di crollo depositato nell'ambiente B, ma molto probabilmente proviene dal soprastante vano B1.

un probabile legame con la transumanza. Tale ipotesi è avvalorata dalla presenza di diverse attaccaglie (fig. 4 nn. 85, 86, 87, 88, 103), elementi caratteristici delle stalle, che nell'ambiente B sono poste a rispettivamente a 124 cm, 150 cm, 158 cm, 83 cm e 60 cm da terra, un'altezza compatibile proprio con la presenza di animali di diversa taglia. Successivamente (o nel contempo) potrebbe essere stato creato l'ambiente sopraelevato C, reso adatto alle attività domestiche tipiche di un insediamento stabile mediante la realizzazione del camino. In seguito il vano sarebbe stato ampliato con la costruzione del tetto dell'ambiente B1 a cui si poteva accedere anche tramite una scala esterna costruita con corde passanti nelle attaccaglie poste al di sopra della tettoia del cortile A (fig. 4). L'ambiente B, collegato al piano superiore tramite una scala interna (fig. 3 n. 60), potrebbe aver cambiato la sua funzione in quella di locale di deposito, prima di essere utilizzato come cantina; quest'uso è testimoniato dai cerchi di botti ancora visibili tra il materiale di crollo e la cenere.

L'insediamento di Pietra Martino, prima di divenire un'abitazione stabile, potrebbe essere stato uno dei tanti ricoveri temporanei utilizzati dai pastori durante la transumanza. Fin dai tempi più remoti i tratturi, sentieri originatisi dal passaggio e dal calpestio delle greggi, rappresentarono la viabilità principale, una sorta di percorsi quasi obbligati per superare i valichi, fino a quando non caddero in disuso con l'avvento della ferrovia e della rete stradale asfaltata (Di Rocco, 2007, pp. 293-295; Carnevale, 2004, p. 7; Fratianni, 2010, pp. 77-79). Il rapporto esistente tra territorio e transumanza ha caratterizzato la vita e le tradizioni delle genti molisane e ancora oggi è possibile riconoscerne i caratteri specialmente nelle strutture architettoniche che assicuravano ai transumanti i servizi di sosta necessari (Carnevale, 2004, pp. 7-8). La presenza di un torrente nelle immediate vicinanze e la possibilità di captare e conservare l'acqua costituivano un fattore determinante, in quanto l'approvvigionamento idrico era una condizione indispensabile del processo di insediamento. La realizzazione del sistema di vasche (fig. 9) per la produzione del vino, dell'olio o del formaggio, tipiche risorse di una regione a vocazione agro-pastorale, potrebbe essere messa in relazione con le attività svolte durante i periodi di sosta e riposo degli armenti. Attualmente, in attesa di un'indagine archeologica, la data 1866 incisa sulla superficie interna della vasca superiore e l'anno 1930 dipinto vicino all'iscrizione *pietra gian(n)iz(zera)* sono gli unici elementi utili per datare la frequentazione dell'area (Ebanista, 2011, p. 65).

Ringraziamenti

Si ringraziano Ilenia Cincindella, Carmine D'Amico, Maria Ferriero, Claudia Giordano, Marina Lucarino, Massimo Mancini, Giandomenico Ponticelli, Andrea Rivellino e Angela Venditti per la fattiva collaborazione.

Bibliografia

ASCB = Archivio di Stato di Campobasso.

ASN = Archivio di Stato di Napoli.

Carnevale S., 2004, *"…pagliari, case boscherecce, nobili tuguri lungo il tratturo…" - L'architettura dei tratturi nel Molise*, in: *"… pagliari, case boscherecce, nobili tuguri lungo il tratturo…" - L'architettura dei tratturi nel Molise*, Verona, pp. 7-31.

Cortellazzo M., 1998, s.v. *mòrgio*, in: Cortellazzo M., Marcato C. (a cura di), 1998, *I dialetti italiani*. Dizionario Etimologico, Torino, p. 288.

Coscarella A., 2008, *La facies rupestre nella Calabria: aspetti metodologici e prospettive di ricerc*a, in: De Minicis E. (a cura di), 2008, *Insediamenti rupestri di età medievale: abitazioni e strutture produttive. Italia centrale e meridionale*, Atti del Convegno di studio (Grottaferrata, 27-29 ottobre 2005), Spoleto 2008, pp. 229-261.

D'Amico S., 2010-11, *La civiltà rupestre in Molise tra medioevo ed età moderna: il caso di Pietra Martino*, tesi di laurea in Antichità e Archeologia medievali, Università di Napoli "Federico II", Corso di Laurea in Lettere Classiche, relatore prof. C. Ebanista.

Di Cerbo C., 2007, *Parco delle morge*. Valorizzazione e utilizzazione dei beni ambientali e culturali, Isernia.

Di Rocco G., 2007, *Insediamenti fortificati e viabilità nel Molise in età medievale: il tratturo Pescasseroli-Candela*, in: Patitucci Uggeri S. (a cura di), 2007, *Archeologia del paesaggio medievale. Studi in memoria di Riccardo Francovich*, Firenze, pp. 293-320.

Ebanista C., 2011, *Abitati e luoghi di culto rupestri in Campania e Molise*, in: Menestò E. (a cura di), 2011, *Le aree rupestri dell'Italia centro-meridionale nell'ambito delle civiltà italiche: conoscenza, salvaguardia, tutela*, IV Convegno internazionale sulla civiltà rupestre (Savelletri di Fasano, 26-28 novembre 2009), Spoleto, pp. 39-78.

Ebanista C., Mancini M., 2008, *Insediamenti rupestri di età medievale in Molise: luoghi di culto e abitazioni*. Opera ipogea, 1/2 (2008), pp. 145-162.

Fratianni G., 2010, *Terventum: carta archeologica della media valle del Trigno*, Martina Franca.

Jamison E. (a cura di), 1972, *Catalogus Baronum*, Roma.

Marino L., Guerrizio D., Libertucci B., 2001, *Materiali e tradizioni costruttive nel Molise: l'area di Boiano, Sommacampagna*.

Padovan G., 2009, *Archeologia del sottosuolo. Manuale per la conoscenza del mondo ipogeo*, Milano.

*L'insediamento rupestre di Pietravalle a Salcito (Campobasso, Molise)**

Carlo Ebanista[1], Andrea Rivellino[2]

Riassunto

In località Pietravalle, nel territorio comunale di Salcito in provincia di Campobasso, sorge uno sperone roccioso (cosiddetto morgia) che si innalza per circa 55 m e occupa una superficie di circa 1,5 ettari. Sui versanti sud-ovest, sud ed est sono presenti 18 cavità artificiali, distribuite su 4 livelli. Le caratteristiche dell'impianto, della distribuzione e della tipologia delle cavità artificiali (ripari, stalle, sistemi di intercettazione e raccolta dell'acqua, scale, punti di avvistamento) ne fanno un caso di estremo interesse, avvicinabile per certi versi ai siti rupestri della Sicilia interna.
La schedatura e il rilievo grafico delle cavità, unitamente alle ricognizioni di superficie nei dintorni dello sperone roccioso, hanno fornito elementi utili a ricostruire le linee dello sviluppo dell'abitato rupestre che dista 3,5 km dal tratturo Celano-Foggia. L'analisi delle caratteristiche formali e spaziali dell'insediamento, delle tracce di escavazione e dei reperti ceramici consente di fissare l'origine dell'abitato nei primi secoli del basso medioevo, epoca alla quale risalgono anche le prime attestazioni scritte. Il toponimo è, infatti, documentato dalla seconda metà del XII secolo nella forma Petramvaldam*, mentre nella prima metà del Trecento è attestato come Petra Valla. Dal secolo successivo l'abitato, stando ai dati sinora disponibili, venne gradualmente abbandonato.*

Parole chiave: abitazioni rupestri, Molise medievale, Salcito, Pietravalle.

Abstract

The cave settlement of Pietravalle in Salcito (Campobasso, Italy)

Eighteen artificial cavities, distributed on 4 levels, are present on the rocky ridge (called Morgia) at Pietravalle (Salcito, Campobasso province, Molise). As a whole, they make a rupestrian settlement which, for both installation and type of the artificial cavities (shelters, stables, water collection and interception systems, stairs, lookout points) is very similar to the cave dwellings of inland Sicily. The topographic survey of the cavities, together with considerations on the rocky outcrop, have provided useful information to reconstruct the development of the settlement which is 3.5 km far from the cattle track Celano-Foggia. The formal and spatial characteristics of the settlement, the evidences of quarrying, the pottery and the sources date back the origin of the dwellings to the High Middle Ages. The name of the settlement (Pietravalle) is documented by the second half of the twelfth century AD as Petramvaldam*, while in the first half of the fourteenth century AD is attested as Petra Valla. From the 15th century the settlement, according to available data, was gradually abandoned.*

Key words: cave dwellings, Medieval Molise, Salcito, Pietravalle.

** La redazione di questo contributo è frutto della collaborazione degli autori; si segnala, tuttavia, che C. Ebanista ha redatto i paragrafi "L'habitat rupestre in Molise" e "Archeologia e storia della morgia" e A. Rivellino il paragrafo "La morgia di Pietravalle"; le restanti parti sono state elaborate in comune.*

[1] Università del Molise. E-mail: carlo.ebanista@unimol.it
[2] Dottore in Scienze dei Beni Culturali e Ambientali.

L'habitat rupestre in Molise

Da alcuni anni l'insegnamento di Archeologia Cristiana e Medievale dell'Università del Molise ha avviato un progetto di ricerca finalizzato alla catalogazione e allo studio degli insediamenti rupestri esistenti nel territorio regionale (Ebanista & Mancini, 2008; Ebanista, 2011).

Le indagini hanno consentito di individuare 9 abitati scavati nella roccia e 10 luoghi di culto rupestri (due cavità artificiali e 8 naturali) che, almeno in parte, sono stati utilizzati (o riutilizzati) nel medioevo. L'incertezza è dovuta alla mancanza di una completa rilevazione dei siti che sono noti grazie a pubblicazioni per lo più a carattere locale.

Gli abitati rupestri sono distribuiti in prevalenza nel basso Molise, ad eccezione di quelli ricavati nelle morge di Pietravalle e Pietra Martino a Salcito. Si tratta di cavità realizzate, per la maggior parte, negli affioramenti pliocenici di sabbie e arenarie, molto o debolmente cementate, assai frequenti nella valle del Fortore, tuttavia, diffuse in buona parte del territorio regionale dal sub-Appennino fino ai monti Frentani meridionali; tali affioramenti, sebbene mediamente compatti, risultano lavorabili con facilità. La maggior parte dei luoghi di culto rupestri, al contrario degli insediamenti abitati, è localizzata sui rilievi calcarei delle aree più interne del Molise ad esclusione della grotta della Madonna di Bisaccia, ubicata a Montenero di Bisaccia appunto, nei monti Frentani, in un affioramento di arenaria poco distante dall'attuale centro abitato.

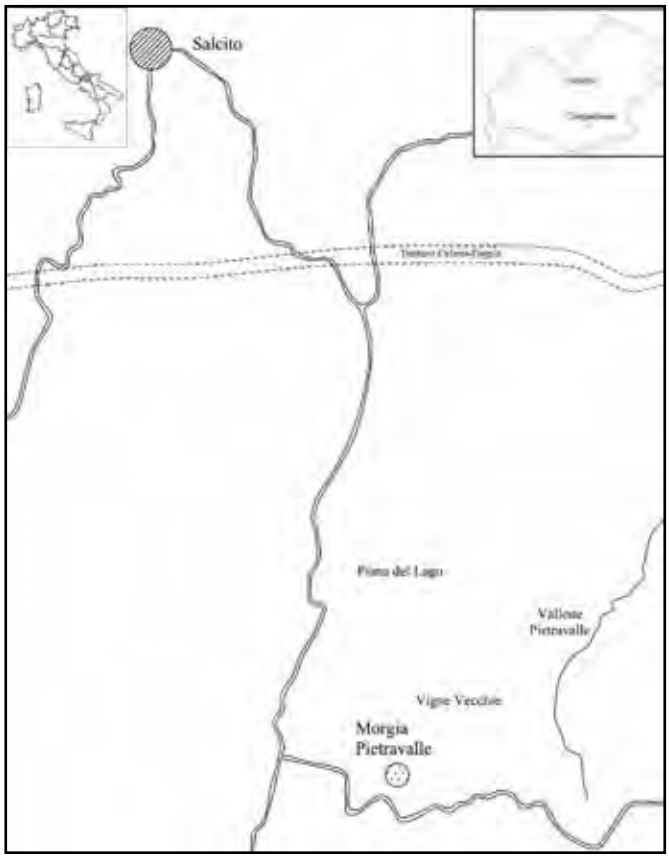


Fig. 1 - Salcito (Campobasso) e la Morgia di Pietravalle (S. D'Amico).
Fig. 1 - Salcito (Campobasso) and Morgia di Pietravalle (S. D'Amico).

Appare evidente, dalla distribuzione dei siti indagati, che il loro insediamento nelle aree più interne del Molise ha avuto origine dalla natura impervia dei luoghi e, nella quasi totalità dei casi, da preesistenti grotte o ripari naturali.

Nell'ambito del progetto di ricerca è stato svolto un primo lavoro di catalogazione e rilievo grafico delle cavità rupestri scavate nello sperone roccioso (noto come morgia) di Pietravalle (figg. 1-3) nel territorio comunale di Salcito, in provincia di Campobasso (Ebanista & Mancini, 2008, pp. 158-159, figg. 17-19; Ebanista, 2011, p. 77, tavv. XI-XII, figg. 15-18). L'insediamento rupestre (coordinate geografiche: N 41° 42' 23.6" / EO 14° 31' 41.1"), che sorge in un'area in cui sono presenti terreni di natura prevalentemente marnosa, è costituito da almeno 18 cavità artificiali (indicate con la lettera C e seguite da un numero arabo), realizzate su 4 livelli e ubicate nelle pareti perpendicolari della morgia esposte a sud-ovest (C1-15), sud (C16-17) ed est (C18). Le caratteristiche dell'impianto, della distribuzione e della tipologia delle cavità (ripari, stalle, sistemi di intercettazione delle acque, scale, punti di avvistamento) ne fanno un caso di estremo interesse (Ebanista, 2011, pp. 59-66), avvicinabile per certi versi ai siti rupestri della Sicilia interna (Messina, 2008, pp. 91-101).

L'indagine ha comportato sinora il rilievo grafico (C3-

Fig. 2 - Salcito, Morgia di Pietravalle (foto M. Mancini).
Fig. 2 - Salcito, Morgia di Pietravalle (photo M. Mancini).

Fig. 3 - Morgia di Pietravalle, versante sud-ovest (foto A. Rivellino).
Fig. 3 - Morgia di Pietravalle, South-West side (photo A. Rivellino).

5, C11) e fotografico delle cavità. Tra le 11 inaccessibili (C1-2, C7-8, C12-18) è opportuno distinguere quelle poste a livelli altimetrici raggiungibili solo con corde (C1-2, 7-8, 18), da quelle parzialmente interrate (C12-13, C16-17) o nascoste da una fitta vegetazione (C14-15). Diversamente dalle altre cavità, quelle accessibili (C3-6, C9-11) sono state rilevate e studiate (C3-5, C11), fatta eccezione per C9-10 che sono impraticabili. La rilevazione di tutte le unità stratigrafiche negative (usn), lo studio delle fasi di escavazione e delle tecniche edilizie impiegate nelle strutture murarie (usm) di completamento stanno fornendo i dati necessari per precisare l'epoca di costruzione e frequentazione dell'abitato.

La morgia di Pietravalle

Nel versante sud-occidentale (fig. 3) sono presenti 15 cavità, a pianta quadrangolare e con soffitto piano distribuite su tre livelli (Ebanista, 2011, pp. 59-66). Partendo dal III livello sono visibili 8 cavità (C1-8) che affacciano su una spianata tagliata nella roccia. Ad ovest, un'ampia superficie verticale appositamente tagliata nel banco roccioso mostra numerosi fori rettangolari di piccole e medie dimensioni, scavati nella roccia per alloggiare le travi lignee di una tettoia (Ebanista, 2011, p. 63, tav. XI, fig. 16). Un espediente simile è stato utilizzato nel vicino insediamento rupestre di Pietra Martino, sempre nel territorio di Salcito, dove all'esterno, sopra una delle cavità, sono presenti diversi fori rettangolari funzionali all'allestimento di una copertura lignea a spiovente (Ebanista, 2011, pp. 64-65, figg. 19-21).

A Pietravalle in corrispondenza dell'ampia superficie verticale, al di sotto di due lunghi solchi orizzontali che conservano ancora dei laterizi, si riconosce la cavità C1, non molto profonda e con ingresso a forma di parallelogramma (Ebanista, 2011, p. 63).

Proseguendo verso sud, seguono due cavità sovrapposte: quella inferiore (C3) (684,66 m s.l.m) è preceduta da due gradini (usn 61) che permettevano l'accesso (fig. 4). L'ipogeo, a pianta quadrangolare con pareti verticali, presenta, lungo il fianco sinistro, un piano orizzontale ricavato nella roccia (usn 62) nel quale è visibile un foro semicircolare (Ø: 37 cm) da cui parte un profondo canale verticale (usn 63), anch'esso scavato nella roccia, forse funzionale alla canalizzazione dell'acqua piovana in una cisterna non più visibile. Al di sopra del canale (usn 63) è presente un ulteriore foro circolare (usn 64) dal diametro di 9 cm e dalla profondità di cm 30, equivalente all'intero spessore della parete.

La cavità superiore (C2) ha la pianta quadrangolare con pareti verticali leggermente arcuate verso l'interno, dove si conserva il soffitto piano, anche se con evidenti tracce di incrostazioni. Il piano pavimentale (686,09 m s.l.m) è in parte crollato, ma l'ipogeo conserva, lungo le pareti NE-SW e NW-SE, fori circolari posti alla stessa quota, nei quali dovevano essere alloggiate piccole travi lignee che sostenevano ripiani o mensole.

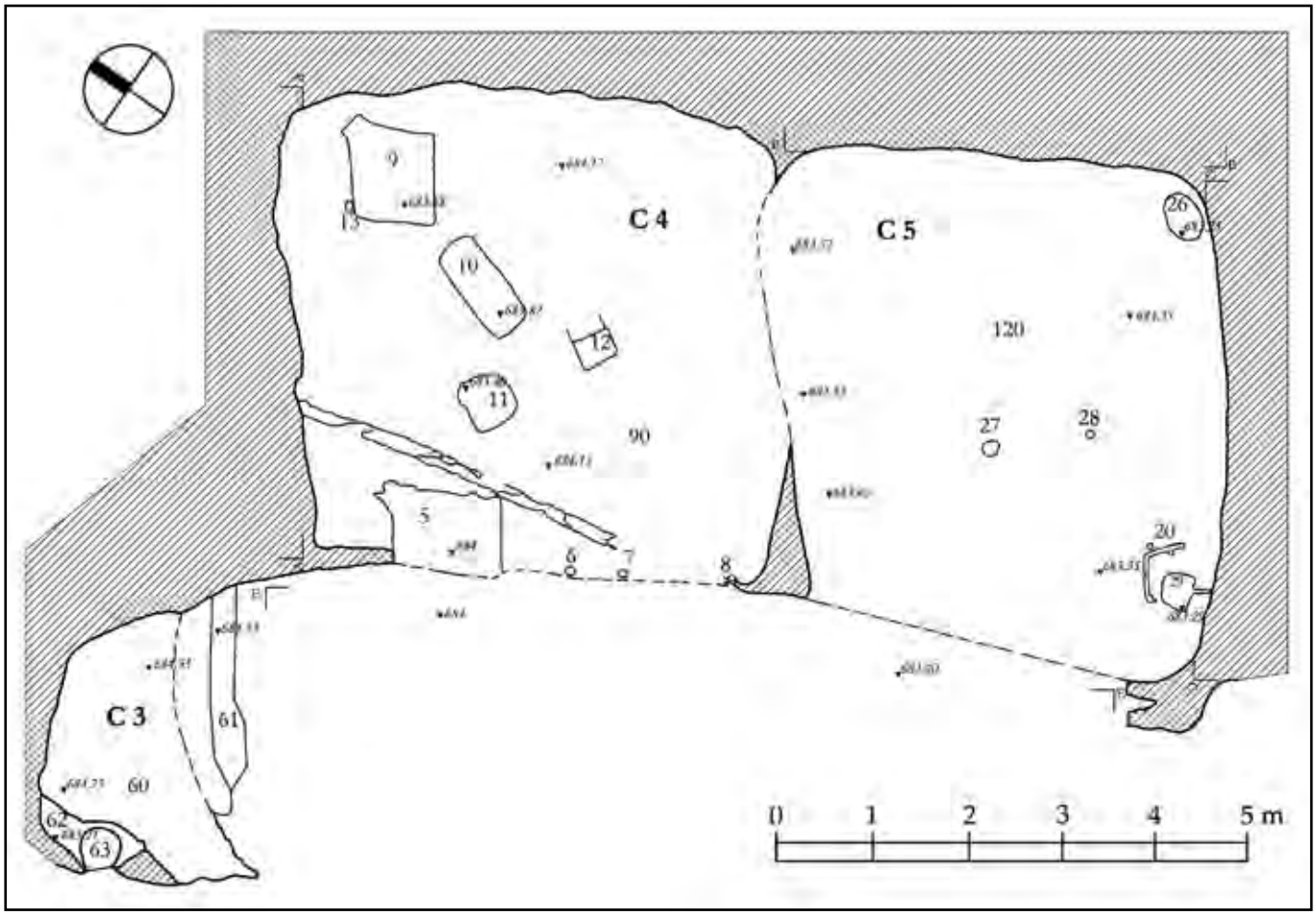


Fig. 4 - Cavità C3-C5, pianta (A. Rivellino).
Fig. 4 - Caves C3-C5, plan (A. Rivellino).

Lungo la parete rocciosa che precede le cavità intercomunicanti C4 e C5 è visibile una nicchia (usn 51) di dimensioni ridotte (39x39x24 cm) (fig. 5). Le cavità C4-5 hanno entrambe pianta quadrangolare, soffitto piano e ingresso arcuato esposto in direzione NW-SE. Sono separate da un setto, risparmiato nella roccia al momento dello scavo, che ha la duplice funzione di sostenere la volta e di dividere i due ambienti che, pur essendo comunicanti, presentano un dislivello di 65-70 cm; la cavità C5 è, infatti, a 683,70 m s.l.m, mentre C4 a 684 m s.l.m (fig. 4).

Alla cavità C4 si accede grazie ad un gradino (usn 5) scavato nella roccia. Ad est della soglia sono presenti due piccoli fori circolari (usn 6-7) per l'alloggiamento di chiusure. In linea con i due fori, vicino al divisorio, si trova un'attaccaglia (usn 8), impiegata - com'è noto - per legare gli animali (fig. 4). Sulla parete sinistra di C4 (fig. 6), a breve distanza dall'ingresso, è presente una nicchia arcuata (usn 2) (80x40x68 cm) posta ad un'altezza di 110 cm dal calpestio; il vano potrebbe essere stato utilizzato per l'appoggio di manufatti di vario tipo o derrate. Sul piano di calpestio sono visibili quattro pozzetti (fig. 4); tre di forma quadrangolare (usn 9: 110x81x68 cm, usn 11: 55x48x5 cm, usn 12: 36x35x21 cm) e uno rettangolare (usn 10: 124x44x3 cm). I tre pozzetti posti al centro del vano (usn 10-12) hanno un orientamento N-S, mentre quello scavato a ridosso dell'angolo (usn 9), tra la parete occidentale e quella d'ingresso, segue lo stesso orientamento dell'ambiente. Quest'ultimo pozzetto suscita maggiore attenzione, in quanto oltre ad essere il più grande e conservare al suo interno (parete verticale sinistra) un foro circolare (usn 13) (Ø: 11 cm), forse destinato all'alloggio della copertura lignea, è stato oggetto del rinvenimento di due frammenti ceramici di età post-medievale. I pozzetti 10, 11 e 12 risultano coperti da uno strato di terra e paglia misto ad altri elementi vegetali, portati principalmente dal vento e accumulati a causa dell'incuria e dell'abbandono dell'insediamento, mentre il 9 è stato trovato svuotato. Questi pozzetti erano destinati alla conservazione di granaglie (Ebanista & Mancini, 2008, pp. 159, fig. 19; Ebanista, 2011, pp. 59-66), piuttosto che alla raccolta, smistamento e deposito delle acque piovane (Fratianni, 2010, p. 197); risultano, infatti, poco profondi e privi di canalette di adduzione provenienti dalla cisterna C6, ubicata nei pressi della C5.

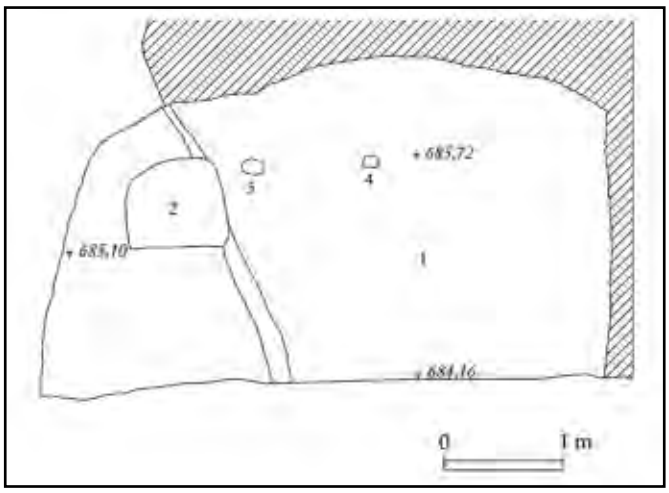


Fig. 6 - Cavità C4, prospetto A-A (A. Rivellino).
Fig. 6 - Cave C4, elevation A-A (A. Rivellino).

Quest'ultima (fig. 4) a differenza di C4, non presenta una soglia d'ingresso; lungo la parete NE-SW, ad un'altezza di +62 cm dal calpestio sono presenti due fori rettangolari ravvicinati (usn 34-35) che probabilmente fungevano da alloggio per la chiusura della cavità (fig. 7). Nell'angolo della stessa parete è stata ricavata una piccola finestra arcuata (usn 31) (34x13x47 cm) che, alla base, presenta due fori circolari destinasti al sistema di chiusura ligneo. Sulla parete di fondo (fig. 8), rispettivamente a +88 e +14 cm dal calpestio sono state ricavate due nicchie portaoggetti; la prima, arcuata (usn 21) e di piccole dimensioni (44x17x40 cm); la seconda, quasi completamente distrutta (usn 22), si conserva solo in parte, lasciando intravedere il lato ovest che lascia ipotizzare una forma rettangolare. Al di sopra della nicchia 21 è visibile un foro circolare (usn 23) per l'alloggio di una trave lignea. Su quest'ultima parete ci sono anche due attaccaglie (usn 24-25) che, date le distanze non eccessive dal piano pavimentale (+69/+90 cm), erano utilizzate per legare animali di taglia media, forse ovicaprini.

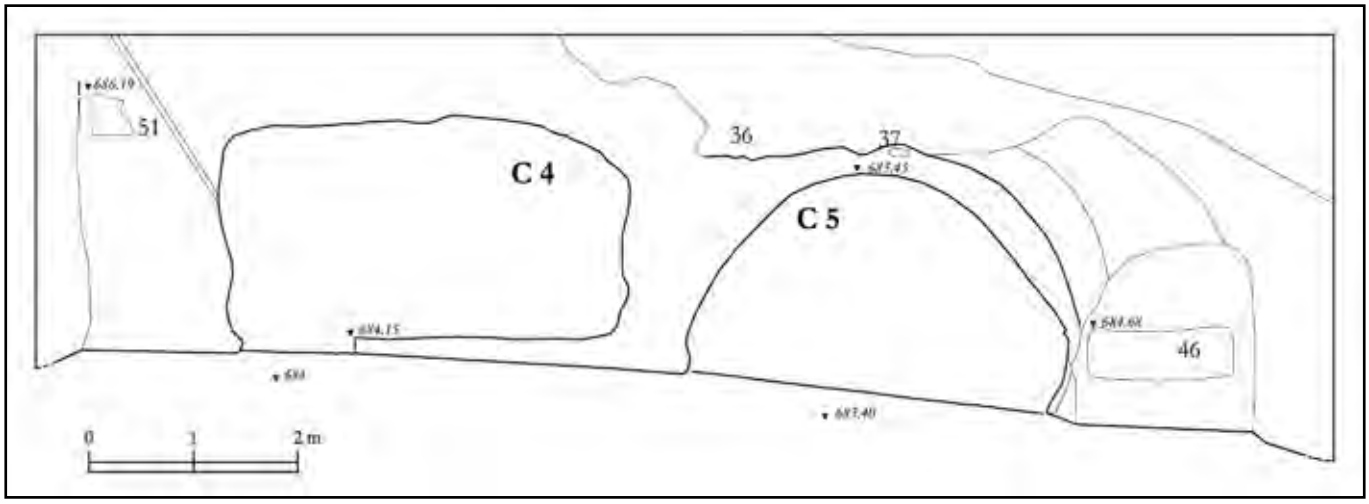


Fig. 5 - Cavità C4-C5, prospetto E-E, faccia esterna (A. Rivellino).
Fig. 5 - Caves C4-C5, elevation E-E, outside face (A. Rivellino).

Nell'angolo est del piano pavimentale è stato scavato un pozzetto (usn 26) approssimativamente circolare (42x41x10 cm) (fig. 4). Al centro del vano sono visibili due fori (usn 27-28): uno (usn 27) è allineato, in corrispondenza della parete di fondo (NW-SE), con il foro ubicato al di sopra della nicchia 21; erano forse destinati all'alloggio di pali e travi lignee che formavano dei divisori. Gli ultimi elementi rintracciabili nel piano di calpestio sono rappresentati da una piccola e stretta canaletta a forma di L (usn 20) che inquadra un piccolo e basso (4 cm) pozzetto (usn 29) di forma quadrangolare, forse associabile ad un'attività domestica di molitura di granaglie (fig. 4).

Una tettoia copriva lo spazio antistante le due cavità intercomunicanti C4-C5 (Ebanista, 2011, pp. 59-66); sulla sovrastante parete si riconoscono, altresì, le canalizzazioni (fig. 5 n. 36) destinate a convogliare l'acqua nell'adiacente cisterna C6, attraverso il foro circolare 48 scavato nel soffitto piano. La cisterna C6, a pianta quadrangolare con pareti verticali lievemente convergenti verso l'interno, è parzialmente riempita da pietre e terra. Tra il serbatoio e la cavità C5 c'è una grande nicchia rettangolare (usn 46) che per le dimensioni (142x47x36 cm), la forma e l'ubicazione va identificata con un bancone da lavoro e/o un piano porta oggetti (fig. 5). La sua parete ovest corrisponde alla finestra arcuata 31 della C5.

A sud del serbatoio C6 sorgono altre due cavità sovrapposte (C7-C8) situate ad una quota lievemente superiore ai 684 m s.l.m. (non rilevabile per l'inaccessibilità dell'ambiente), entrambe con pianta rettangolare e soffitto piano.

Una scala, scavata nel banco roccioso antistante le cavità del III livello, permetteva di accedere al sottostante II livello, lungo il versante sud-ovest, dove s'incontrano quattro cavità (C9-12) con ingresso ad arco. Partendo da ovest e procedendo in direzione sud, troviamo la C9, che ha il calpestio a 682 m s.l.m. Utilizzata tuttora come rimessa per mezzi agricoli, presenta una pianta rettangolare allungata con due approfondimenti sul lato lungo e soffitto piano. Sulla parete di fondo si individuano due piccole nicchie poste alla stessa quota; una rettangolare (37x18x33) e l'altra arcuata (47x20x40), confrontabile con quella ubicata nella C5 al III livello. In epoca piuttosto recente, a ridosso del banco roccioso, è stato costruito il tramezzo 10 con orientamento E-W che ha permesso di separare le cavità C9-10, inizialmente comunicanti; il paramento è realizzato con filari sub-orizzontali di bozze miste a pietre rustiche legate da buona malta. Nella C10, con pianta rettangolare e soffitto piano, lungo la parete sinistra compare un bancone scavato nella roccia, mentre nella parete opposta s'individuano due aperture ovali ricavate nella parete rocciosa: la prima è murata con pietre di piccole dimensioni, mentre la seconda appare obliterata da una grata metallica. La stessa tecnica muraria è stata applicata all'interno della C10, dove in prossimità dell'ingresso, in direzione N-S e perpendicolarmente all'usm 10, è stato costruito il paramento 15, ora parzialmente crollato.

Spostandosi verso sud, s'incontra una parete rocciosa verticale (fig. 9) che precede la cavità C11. È ricoperta in gran parte da fori di piccole, medie e grandi dimensioni disposti su quote diverse; sono, inoltre, individuabili due grandi solchi obliqui che probabilmente furono scavati nel banco roccioso per l'alloggio di un complesso sistema ligneo esterno (impalcature e/o scale) che consentiva l'accesso alle cavità del livello superiore.

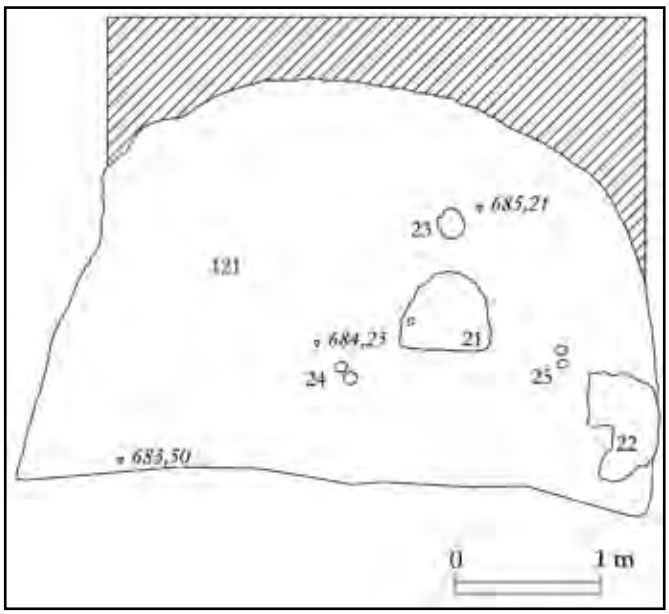


Fig. 8 - Cavità C5, prospetto B-B (A. Rivellino).
Fig. 8 - Cave C5, elevation B-B (A. Rivellino).

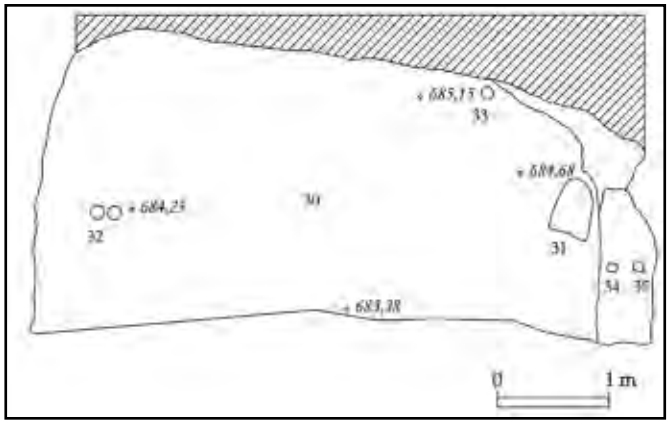


Fig. 7 - Cavità C5, prospetto C-C (A. Rivellino).
Fig. 7 - Cave C5, elevation C-C (A. Rivellino).

Fig. 9 - Cavità C11, ingresso (foto A. Rivellino).
Fig. 9 - Cave C11, door (photo A. Rivellino).

Sempre a sud-ovest, si trova l'ingresso della C11 (calpestio a 681 m s.l.m) (figg. 9-10), completamente chiuso da una parete nella quale si aprono una porta (usm 21) e una finestra rettangolare (usm 22) (50x42x50 cm); tipologie murarie simili sono presenti in alcune cavità artificiali di Macchia Valfortore (Ebanista, 2011, p. 65, fig. 22). L'usm 20 (fig. 9) è stata costruita con filari sub-orizzontali di bozze e pietre rustiche e con piccole inzeppature usate come riempimento; la porta 21 (176x98x50 cm) è priva dell'architrave ma non degli stipiti che sono stati realizzati con conci calcarei ben squadrati. Esternamente il paramento è in un buono stato di conservazione, mentre l'interno è parzialmente crollato. La cavità (fig. 11), a pianta quadrangolare, presenta pareti verticali e soffitto piano; all'interno, lungo tutta la parete di fondo, si trovano, scavate nella roccia ed equidistanti tra di loro, 4 attaccaglie a +150 cm dal calpestio; questa circostanza attesta che il vano era adibito a stalla.

L'ultima cavità del II livello esposta a sud-ovest è la C12. L'ipogeo è ricolmo di terra e ricoperto da vegetazione, ma si percepisce la pianta rettangolare con il soffitto leggermente arcuato. Esternamente, in alto, lungo la superficie verticale della sovrastante roccia è chiaramente visibile un grande solco triangolare che ospitava una struttura lignea a doppio spiovente, atta a coprire o riparare l'ingresso alla cavità, probabilmente anch'essa adibita a stalla.

Il livello inferiore (I livello) sorge frontalmente ad una spianata (particella n. 199 del foglio catastale 27), a quota 677 m s.l.m. Partendo da ovest e procedendo verso sud, compaiono tre cavità (C13-15) che, stando alla presenza di numerose attaccaglie, erano anch'esse impiegate come stalle (Ebanista, 2011, pp. 59-66). Due sono sovrapposte (C14-15): nel vano superiore (C14) si trova un bancone laterale; l'altra cavità (C13), al momento parzialmente interrata e completamente ricoperta da una fitta vegetazione, presenta un bancone ricavato nella roccia che può essere interpretato come piano di lavoro.

Se il versante sud-occidentale è ricco di cavità artificiali adibite a stalle o ad uso abitativo, quelli sud ed est (fig. 12) sono di difficile interpretazione a causa dell'alto numero di ipogei non ispezionabili (C16-18) perché completamente obliterati e nascosti dalla vegetazione che si sviluppa sin dal I livello e che prosegue in direzione est fino quasi alla sommità dello sperone roccioso (NE-N).

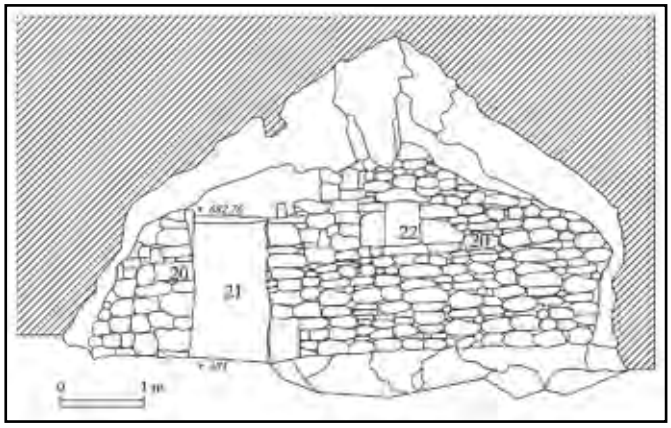


Fig. 10 - Cavità C11, prospetto D-D (A. Rivellino).
Fig. 10 - Cave C11, elevation D-D (A. Rivellino).

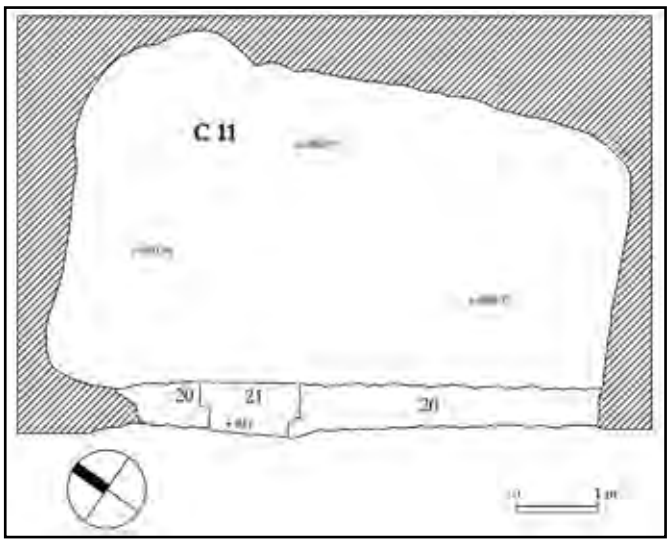


Fig. 11 - Cavità C11, pianta (A. Rivellino).
Fig. 11 - Cave C11, plan (A. Rivellino).

Procedendo verso sud, al secondo livello, a 674 m s.l.m., si riconoscono due cavità ravvicinate (C16-17) ma, separate da una concavità informe sbozzata nella roccia con sviluppo verticale. La piccola cavità C16, con pianta quadrangolare, soffitto piano e superfici rocciose non rifinite ma sbozzate, fu probabilmente adibita a riparo o stalla. La C17, ancora più piccola e anch'essa a pianta quadrangolare, ha il soffitto non perfettamente piano; è completamente invasa da erbacce, foglie e arbusti.

Non è stato possibile ispezionare la parete spianata verticalmente presente lungo il versante est (fig. 12). Qui, a breve distanza dalla cima della morgia si trova la C18 (IV livello) con ingresso rettangolare. La cavità era forse accessibile grazie all'ausilio di avancorpi lignei posti lungo il fianco roccioso, dei quali, però, non rimangono tracce.

Archeologia e storia della morgia

Nonostante sia difficile ricavare dati certi in merito all'epoca di escavazione, è possibile accertare la funzione primaria e le eventuali trasformazioni grazie allo studio delle unità stratigrafiche negative e all'osservazione dei segni lasciati dagli strumenti all'interno e all'esterno delle cavità.

Sulle pareti delle cavità dislocate tra il I e il III livello si riconoscono le tracce lasciate da arnesi a percussione diretta (malepeggio, piccone a due punte) e indiretta (scalpelli) che consentono d'individuare il verso dei colpi prevalentemente destrorso, frutto di una lavorazione secondaria e di maggior dettaglio rispetto alla prima sbozzatura. La disposizione e la quantità elevata di fori di piccole, medie e grandi dimensioni e di lunghi solchi scavati nelle pareti esterne del versante sud-ovest (II e III livello), suggerisce la messa in opera di tettoie (III livello), scale e impalcature (II livello), scomparse a causa della deperibilità del materiale.

Non possiamo escludere un'analoga presenza di strutture lignee lungo le pareti del versante esposto a sud-

Fig. 12 - Versante sud-est della morgia: in alto la C18 (foto A. Rivellino).
Fig. 12 - South-East side of morgia: on the top the cave C18 (photo A. Rivellino).

est, poiché in cima è stata individuata una cavità (C18, IV livello) che, data la sua posizione elevata, avrebbe potuto sostenere la funzione di controllo della viabilità e del territorio circostante. Queste scomparse strutture lignee, unitamente alle scale scavate nel banco roccioso, collegavano i III livelli individuati lungo i versanti sud-ovest-sud.
Le cavità (C1-C5, C7-C8) del III livello svolgevano una funzione abitativa, anche se potevano essere utilizzate anche come stalle per animali, data la presenza di attaccaglie. Tale circostanza non stupisce date le condizioni di promiscuità attestate ancora agli inizi del secolo scorso nell'area molisana. La presenza di torrenti nelle immediate vicinanze della morgia e la possibilità di captare e conservare l'acqua in ampie cisterne (C6) costituiva un fattore determinante, in quanto l'approvvigionamento idrico era una condizione indispensabile del processo di insediamento.
La realizzazione di pozzetti (9-12, 26), per la conservazione di granaglie o altre derrate alimentari, testimonia che alcuni ambienti (C4-C5) erano utilizzati come abitazione; occorre, tuttavia, rilevare che nelle cavità del III livello non sono presenti lettiere, bancali, camini o focolari. Nel contempo mancano strutture di produzione o di lavorazione dei prodotti dell'agricoltura o dell'allevamento. Anche se, molto probabilmente, questa circostanza è connessa all'impossibilità di individuare, rilevare e studiare approfonditamente l'intero insediamento per la presenza della fitta vegetazione.
Le interpretazioni delle evidenze archeologiche, unitamente al contributo proveniente dalle fonti scritte, consentono di ricostruire le linee generali dello sviluppo dell'insediamento rupestre di Pietravalle.
Nel corso del medioevo elementi consistenti concorrono a illustrare la presenza di un abitato sulla morgia, forse in relazione all'istituzione del feudo che, poco dopo la metà del XII secolo, apparteneva a *Goffridus de Petravalda* (Jamison, 1972, p. 144, n. 795). Le *Rationes decimarum* del 1309 e 1328 registrano il toponimo *Petra Valla* (Sella, a cura di, 1936, pp. 337, 340, nn. 4833, 4937), in riferimento alle tasse versate dai locali chierici.
La conferma della frequentazione dell'abitato rupestre proviene dal ritrovamento nel campo a valle della morgia di ceramica da mensa databile tra la fine del medioevo e la prima età moderna[1]. A partire dal XV secolo le fonti scritte ci danno informazioni molto più dettagliate e interessanti; il *Liber Focorum Regni Neapolis* ne è una prova lampante. La rilevazione fiscale operata dall'amministrazione aragonese di Alfonso il Magnanimo è datata al 1445 (Miranda, 2011, p. 119): nel feudo di Pietravalle erano allora presenti 7 fuochi (Cozzetto, 1986, pp. 1-5, 53-54, 68), ossia circa 35 abitanti (Miranda, 2011, p. 130).
Stando alle cavità artificiali tuttora rilevabili, si può supporre che il piccolo nucleo di residenti vivesse proprio all'interno della morgia. Importanti avvenimenti storici, politici e amministrativi susseguitisi nel corso del XV secolo determinarono inevitabilmente le sorti del feudo di Pietravalle e del suo insediamento rupestre, presso il quale doveva sorgere la chiesa rurale (Ebanista, 2011, pp. 63-64) «sub vocabulo S. Laurentii petrevallis» che nel 1575 fu concessa al diacono «Giulio delomonaco terre petrecupe» e che nel 1677 risultava già «diruta» (Delmonaco, 1989, pp. 33-34, nota 13). Successivamente le fonti riportano costantemente il feudo di Pietravalle come disabitato, ma, un inedito Relevio del 1780 registra la presenza di «tre guardiani» che sorvegliavano i campi (ASN, *Relevi*, b. 69, fasc. 9, f. 20r); è possibile ipotizzare che essi, anche se saltuariamente, abbiano occupato le cavità della morgia di Pietravalle o della vicina Pietra Martino.
Difficile appare l'accertamento delle cause che hanno determinato l'abbandono della morgia di Pietravalle che, a differenza di altri abitati rupestri molisani (Pietracupa, Pietracatella) non si è trasformato in un vero e proprio villaggio con case in muratura (Ebanista, 2011, pp. 75-76).

---

[1] Nel corso delle ricerche sono state effettuate ricognizioni di superficie nella porzione pianeggiante di terreno (Foglio catastale 27, particella n. 199), ai piedi del versante SW dello sperone roccioso, nei pressi della C13 (I livello) (Ebanista, 2011, p. 75, nota 191); insieme a materiali di età premedievale (vernice nera), è stato rinvenuto un cospicuo quantitativo di ceramica da cucina e da mensa, tra cui coppette e bacini in protomaiolica (Rivellino, 2010-11, pp. 60-94).

L'abbandono va analizzato in rapporto alle dinamiche insediative che interessano il Molise tra medioevo ed età moderna e in particolare in relazione all'incastellamento e al decastellamento (Ebanista, 2011, pp. 75-76). La risposta potrebbe essere racchiusa nella progressiva migrazione degli occupanti della morgia di Pietravalle verso il confinante abitato di Salcito, in relazione forse anche alla vicinanza al tratturo Celano-Foggia che attraversava quel centro.

All'occasionale frequentazione della morgia o, piuttosto, alla coltivazione dei campi sottostanti, a scopo agricolo, va ricondotta la presenza di frammenti di ceramica smaltata monocroma bianca e maiolica, databili alla prima età moderna.

Ringraziamenti

Si ringraziano Simone Berardis, Ilenia Cincindella, Stefania D'Amico, Marina Lucarino, Massimo Mancini, Giandomenico Ponticelli e Federica Trivisonno per la fattiva collaborazione.

Bibliografia

ASN = Archivio di Stato di Napoli.

Cozzetto F. (a cura di), 1986, *Mezzogiorno e demografia nel XV secolo*, Soveria Mannelli.

Delmonaco A. (a cura di), 1989, *Quelli della pietra cupa. Mille anni di una comunità molisana: storie ed immagini*, Napoli.

Ebanista C., 2011, *Abitati e luoghi di culto rupestri in Campania e Molise*, in: Menestò E. (a cura di), 2011, *Le aree rupestri dell'Italia centro-meridionale nell'ambito delle civiltà italiche: conoscenza, salvaguardia, tutela*, IV Convegno internazionale sulla civiltà rupestre (Savelletri di Fasano, 26-28 novembre 2009), Spoleto, pp. 39-78.

Ebanista C., Mancini M., 2008, *Insediamenti rupestri di età medievale in Molise: luoghi di culto e abitazioni*. Opera Ipogea, 1/2 (2008), pp. 145-162.

Fratianni G., 2010, *Terventum. Carta Archeologica della media valle del Trigno*, Martina Franca.

Jamison E. (a cura di), 1972, *Catalogus Baronum*, Roma.

Messina A., 2008, *L'abitato rupestre siciliano: i "ddièri"dei monti iblei*, in: De Minicis E. (a cura di), 2008, *Insediamenti rupestri di età medievale: abitazioni e strutture produttive. Italia centrale e meridionale*, Atti del Convegno di studio (Grottaferrata, 27-29 ottobre 2005), Spoleto, pp. 91-101.

Miranda A., 2011, *Dissoluzione e redistribuzione di un grande dominio feudale: il territorio dei Caldora*, in: Senatore F. -Storti F. (a cura di), 2011, *Poteri, relazioni, guerra nel regno di Ferrante d'Aragona. Studi sulle corrispondenze diplomatiche*, Napoli, pp. 67-141.

Rivellino A., 2010-11, *La morgia di Pietravalle a Salcito: civiltà rupestre e cultura materiale*, tesi di laurea in Archeologia Cristiana e Medievale, Università del Molise, Corso di Laurea in Scienze dei Beni Culturali e Ambientali, relatore prof. C. Ebanista.

Sella P. (a cura di), 1936, *Rationes decimarum Italiae nei secoli XIII e XIV. Aprutium, Molisium: le decime dei secoli XIII-XIV: con carta topografica delle diocesi*, Città del Vaticano.

*Le cavità artificiali di Macchia Valfortore (Campobasso, Molise)**

Carlo Ebanista[1], Massimo Mancini[2], Ilenia Cincindella[3]

Riassunto

Lo studio delle cavità artificiali del Molise non ha una lunga tradizione, anche se le prime segnalazioni risalgono alla prima metà dell'Ottocento. Le prime indagini sistematiche sono state intraprese dalla Associazione Speleologi Molisani alla fine del secolo scorso. L'Associazione ideò un primo tentativo di censimento generale, favorendo la conoscenza di alcune unità rupestri le quali non erano ancora note alla comunità scientifica. Quando l'Associazione ha aderito alla Commissione Cavità Artificiali della Società Speleologica Italiana (SSI), ha provveduto ad accatastare, secondo i criteri suggeriti dalla stessa Società, le prime cavità. Un ulteriore contributo sulla ricerca svolta in Molise è stato realizzato in occasione del censimento nazionale degli acquedotti ipogei d'Italia. Negli ultimi anni l'Università del Molise, in collaborazione con l'Associazione, ha avviato un progetto di ricerca finalizzato allo studio delle cavità artificiali esistenti nel territorio regionale. Tra i numerosi siti finora studiati, rientrano il territorio e l'abitato di Macchia Valfortore, centro collinare ubicato nella valle del Fortore in provincia di Campobasso, dov'è presente un considerevole numero di ipogei artificiali scavati, in varie epoche, negli affioramenti di arenarie e sabbie plioceniche. Le cavità si presentano in parte chiuse da murature con uno o più ingressi; alcune sono fatiscenti o interamente crollate, altre, invece, sono tuttora utilizzate come depositi. Le indagini sinora condotte hanno consentito di individuare e catalogare 81 cavità distribuite in 12 nuclei. Sulla base della pianta e delle dimensioni delle cavità, abbiamo individuato 4 tipologie con caratteristiche sostanzialmente ripetitive (C1-C4). Gli archi d'accesso alle cavità sono chiusi da un paramento in muratura, nel quale si aprono porte e finestre. L'inedita documentazione d'archivio, attualmente in corso di studio, permette di collocare l'escavazione degli ipogei in un arco cronologico compreso tra gli inizi del XVII secolo e la prima metà del Novecento.

Parole chiave: abitazioni rupestri, Molise medievale, Macchia Valfortore.

Abstract

The artificial cavities of Macchia Valfortore (Campobasso, Molise - Italy)

The study of artificial cavities in Molise has a long tradition, although the first reports date back to the first half of the nineteenth century. The first systematic investigations have been undertaken by the regional Association of Speleologists at the end of the last century. The Association devised a first attempt of a general census, promoting the knowledge of some rock units which were not known to the scientific community. When the Association has joined the Commission of cavities of the Italian Speleological Society (SSI), proceeded to pile up, according to the criteria suggested by the same Association, the first cavities. A further contribution to the research carried out in Molise was made on the occasion of the national census of underground aqueducts of Italy. In recent years, the University of Molise, in collaboration with the Association of Speleologists, has launched a research project aimed at studying the cavities existing in the region. Among the many sites studied until today, are the area and the town of Macchia Valfortore, hilltop village situated in the Fortore Valley in province of Campobasso, where is a significant number of artificial cavities, excavated in outcrops of sandstone and Pliocene sands. The cavities appear partially enclosed by walls; some are collapsed while

** La redazione di questo contributo è frutto della collaborazione degli autori; si segnala, tuttavia, che M. Mancini ha redatto il paragrafo "La ricerca sulle cavità artificiali in Molise", I. Cincindella il paragrafo "I nuclei rupestri di Macchia Valfortore" e C. Ebanista il paragrafo "L'habitat rupestre: approccio multidisciplinare e prospettive di ricerca"; le restanti parti sono state elaborate in comune.*

[1] Università del Molise. E-mail: carlo.ebanista@unimol.it
[2] Associazione Speleologi Molisani.
[3] Dottore in Archeologia, Beni Culturali e Turismo, Università del Molise.

others are still used as agricultural stores. We have identify 81 cavities which are distributed in 12 groups in several localities. On the base of the plant and the size of the cavity, we have identified four types of cavities (C1-C4). The arcs of access are closed by walls, in which there are doors and windows. The unpublished archival records allows to place the excavation of cavities between the beginning of seventeenth century and the first half of the twentieth century.

KEY WORDS: cave dwellings, Medieval Molise, Macchia Valfortore.

LA RICERCA SULLE CAVITÀ ARTIFICIALI IN MOLISE

L'utilizzo del sottosuolo da parte dell'uomo, com'è noto, ha origini antichissime riferibili sia allo sfruttamento di grotte e/o ripari naturali sia alla sua escavazione con finalità riconducibili prevalentemente alla produzione di materiali lapidei e alla creazione di ambienti protetti, nascosti e di difficile accesso da destinare ad usi diversi (cisterne, sepolture, vie di comunicazione, stabulari per l'allevamento di animali domestici, abitazioni, luoghi di culto, magazzini per lo stoccaggio di derrate alimentari).

Oggi, l'intero patrimonio di siti e, in alcuni casi, di veri e propri monumenti ipogei è oggetto di ricerca e studio da parte di diverse discipline scientifiche come l'archeologia, l'architettura, la storia, la valorizzazione del patrimonio culturale, anche fuori dal più stretto ambito accademico.

A livello nazionale e internazionale, in questi ultimi decenni, sono state istituite in quasi tutti i paesi, nume-

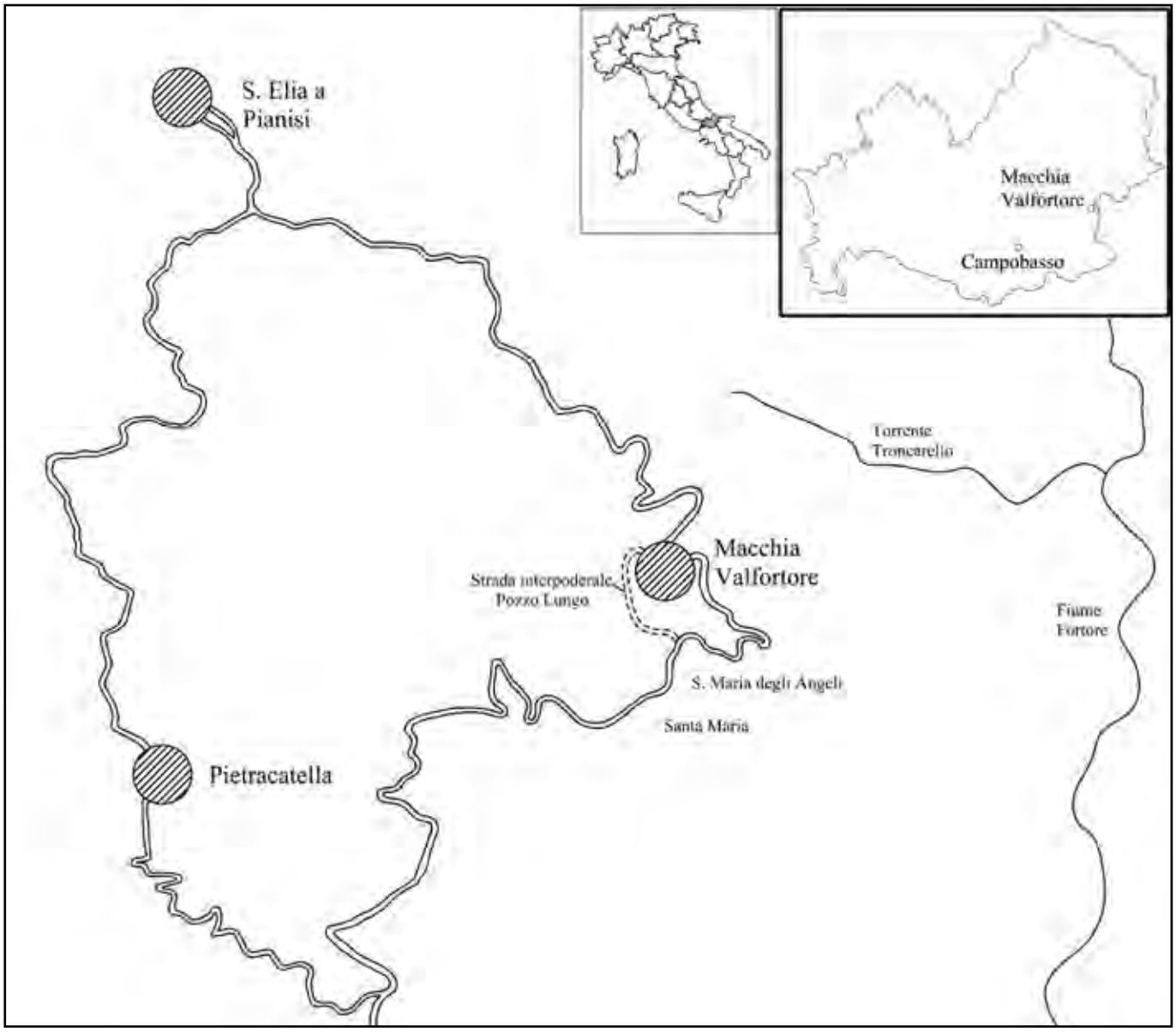


Fig. 1 - Macchia Valfortore (Campobasso) e il suo territorio (S. D'Amico).
Fig. 1 - Macchia Valfortore (Campobasso) and its territory (S. D'Amico).

rose organizzazioni impegnate in campagne di ricerca, studio e documentazione delle grotte e delle cavità artificiali. In Italia, in ambito più strettamente archeologico, tali attività in passato sono state appannaggio di istituzioni centrali dello Stato.
Più di recente, invece, anche la comunità speleologica ha prestato attenzione dapprima alla cosiddetta 'speleologia urbana', intesa quale disciplina di studio degli ipogei artificiali rinvenuti in ambito urbano e, successivamente, riferendosi in maniera più ampia alle cavità artificiali, ha rivolto interesse a tutte le strutture artificiali ipogee esistenti anche fuori dai contesti cittadini. Sono così state istituite specifiche associazioni di studiosi e all'interno di organizzazioni già esistenti anche commissioni permanenti, quali, ad esempio, la Società Speleologia Italiana e alcune Federazioni Regionali di Speleologia.
È questo il caso anche del Molise, una regione che, sia all'interno dell'unico sodalizio speleologico, l'Associazione Speleologi Molisani, sia nell'ambito di singoli corsi di studio dell'Università del Molise ha costituito gruppi permanenti di ricerca. In Molise lo studio delle cavità artificiali non ha una lunga tradizione, sebbene siano numerose le singole segnalazioni di cavità artificiali prese in considerazione da studiosi locali nell'ambito di varie ricerche pubblicate sin dalla prima metà dell'Ottocento (Sanchez, 1833).
Le prime attività di indagine svolte dagli speleologi dell'Associazione Speleologi Molisani, oltre ad un primo tentativo di censimento generale i cui risultati sono stati solo parzialmente pubblicati (Russo & Mancini, 1998), si concentrano sulla ricerca di strutture non ancora note alla comunità scientifica, sebbene citate in alcuni contributi storici sul territorio molisano; sono di questo periodo i lavori svolti presso l'acquedotto ipogeo romano di Monteroduni (Battista & Mancini 1998a; Battista & Mancini 1998b).
Tuttora inedito è, invece, un contributo preliminare sulla consistenza del patrimonio ipogeo del Molise realizzato in occasione di una ricerca finanziata dall'Istituto Regionale per gli Studi Storici del Molise "V. Cuoco"; per ognuna delle circa 300 cavità allora censite venne redatta una scheda tecnica con la bibliografia di riferimento (Mancini & Battista 2000).
Successivamente, avendo l'Associazione Speleologi Molisani aderito formalmente alla Commissione Cavità Artificiali della Società Speleologica Italiana (SSI), si è provveduto ad accatastare, secondo i criteri suggeriti dalla stessa Società, le prime 32 cavità (Fatica, 2004), le cui schede sintetiche si possono consultare nel sito http://catastoartificiali.speleo.it (Petrone et al., 2009).
Un ulteriore contributo sulla ricerca svolta in Molise (Mancini & Fatica, 2007; Fatica & Mancini, 2007a; Fatica & Mancini, 2007b) è stato realizzato in occasione del censimento nazionale degli acquedotti ipogei d'Italia, progetto voluto e gestito dalla Commissione Cavità Artificiali, i cui risultati sono confluiti complessivamente in una monografia pubblicata nel periodico *Opera Ipogea* nel 2007.
Negli ultimi anni l'insegnamento di Archeologia Cristiana e Medievale dell'Università del Molise, in collaborazione con l'Associazione Speleologi Molisani, ha avviato un progetto di ricerca finalizzato allo studio delle cavità artificiali esistenti nel territorio regionale (Ebanista & Mancini, 2008; Ebanista, 2011).

I nuclei rupestri di Macchia Valfortore

Il territorio e l'abitato di Macchia Valfortore, centro collinare ubicato nella valle del Fortore in provincia di Campobasso, a circa 477 m s.l.m., sono caratterizzati dalla presenza di un considerevole numero di ipogei artificiali scavati, in varie epoche, negli affioramenti di arenarie e sabbie plioceniche.
Sinora sono stati individuati 12 nuclei rupestri (A-N), 8 dei quali dislocati all'interno dell'abitato e 4 distribuiti nelle campagne circostanti (fig. 1). Sul versante orientale del paese, sono presenti 5 nuclei, distribuiti lungo strade confinanti.
Un primo nucleo (L) (fig. 2), ubicato tra via Cesare Battisti e via Trento, è composto da 11 cavità, 7 delle quali a diretto contatto con la strada e 4 a ridosso del versante roccioso in una zona impervia e ricca di vegetazione. Ad est di quest'area sono ubicati altri 4 nuclei, in località *Colle San Marco, Grotte di Pardo* e *Troncarello* (nuclei C, D, E, F).
In contrada *Colle San Marco* si trovano 9 ipogei sul lato est di una breve stradina, mentre in località *Grotte di Pardo* sono presenti 31 cavità scavate lungo i lati di una strada che incrocia via Troncarello, dove si rilevano altre 3 cavità.

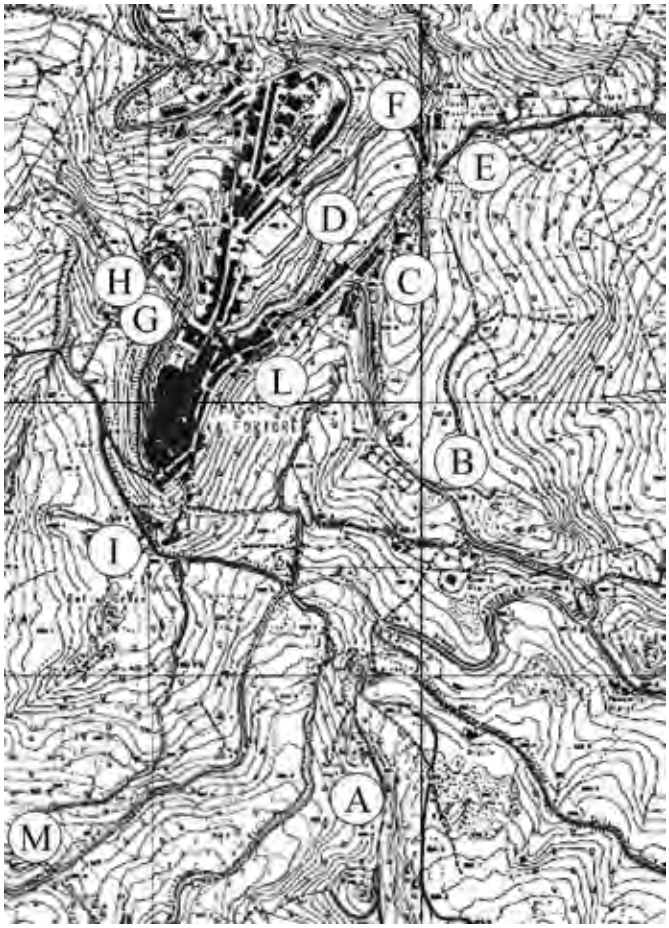


Fig. 2 - Macchia Valfortore, i nuclei rupestri (I. Cincindella).
Fig. 2 - Macchia Valfortore, groups of cavities (I. Cincindella).

In corrispondenza del versante occidentale e meridionale dell'abitato si trovano 3 gruppi: il nucleo G in via Mazzini, composto da 2 cavità di piccole dimensioni e altri 2 (H, I) caratterizzati da 7 ipogei disposti su entrambi i lati della strada interpoderale Pozzo Lungo Maitino che scende a valle.
Nella zona meridionale e più esterna dell'abitato si riscontrano altri 4 gruppi di ipogei: il nucleo A, ubicato a sud-est del centro, in contrada *Santa Maria*, comprende 4 cavità scavate alla base dei versanti della collina su cui sorgono le chiese di S. Maria Assunta e S. Maria degli Angeli; il nucleo B è composto da 3 cavità collocate all'ingresso dell'abitato in via S. Michele, nei pressi del cimitero; i nuclei M e N, formati da 2 cavità affiancate e da una isolata, sorgono lungo la Strada Provinciale 39, in un'area appartenente al territorio del vicino comune di Pietracatella.
Delle 81 cavità sinora censite, 59 sono utilizzate come deposito o ricovero per animali e 22 sono abbandonate; tra queste ultime 8 sono crollate, a causa dell'eccessiva friabilità dell'arenaria nella quale sono scavate. Sulla base della pianta e delle dimensioni delle cavità, è possibile individuare 4 tipologie con caratteristiche sostanzialmente ripetitive:
C1: cavità con le pareti laterali divergenti verso quella di fondo che è concava e ingresso nel lato corto (fig. 3); in questa tipologia rientrano 24 ipogei distribuiti nei nuclei che oggi ricadono all'interno dell'abitato;
C2: ipogei di grandi dimensioni, a pianta rettangolare, sviluppati in senso longitudinale con pareti lineari e accesso dal lato corto (fig. 4); si tratta di 7 ipogei ricadenti nei nuclei H, L, D;
C3: cavità costituite da 3 ambienti, uno centrale e 2 laterali, con ingressi da un piccolo vestibolo comune (figg. 5-6); sono presenti nei nuclei A e H;
C4: ipogei composti da più ambienti disposti su più livelli e collegati da scale (figg. 7-8); in questa tipologia

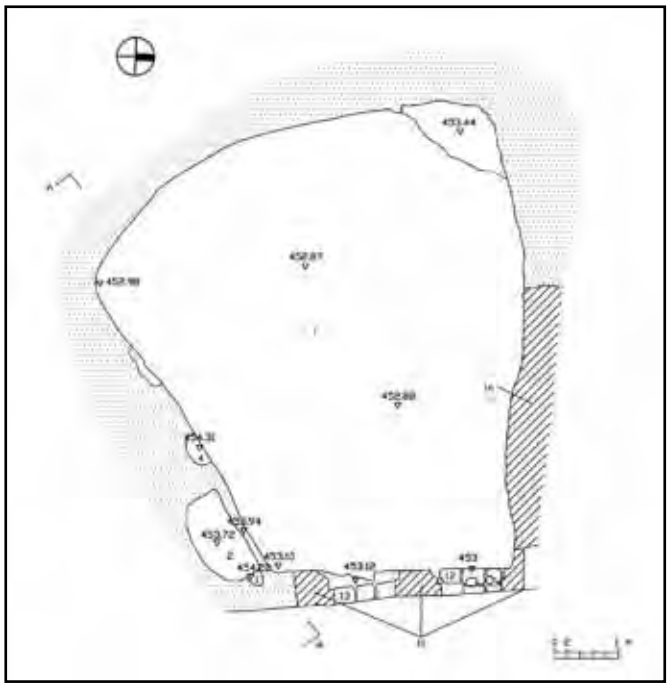


Fig. 3 - Cavità 31, pianta (G. Ponticelli).
Fig. 3 - Cavity 31, plan (G. Ponticelli).

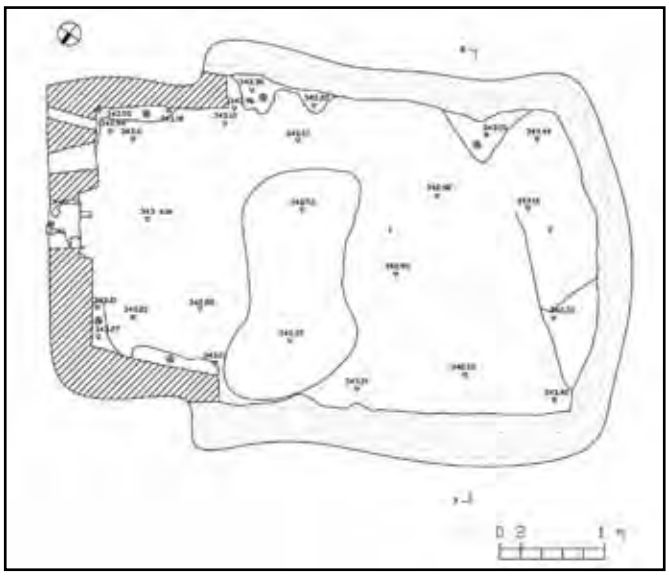


Fig. 4 - Cavità 46, pianta (G. Ponticelli).
Fig. 4 - Cavity 46, plan (G. Ponticelli).

rientrano 2 cavità dei nuclei A e F.
Gli archi d'accesso alle cavità sono chiusi da un paramento in muratura, nel quale si aprono porte e finestre.
La tamponatura può essere costituita da un muro a filo con la parete rocciosa, nella quale è presente una sola porta (fig. 9) o un doppio accesso (fig. 10), ovvero da un avancorpo addossato all'ingresso della cavità (fig. 11), in cui si apre una sola porta.
La realizzazione del doppio ingresso va ricondotta alla necessità di dividere l'ipogeo in 2 spazi non comunicanti, secondo un'usanza documentata sin dal 1792, allorché le cavità erano affittate solo per la "metà" o per la "4ª parte" (ASCB, *Catasto Onciario di Macchia Valfortore*, b. 2, fasc. 6).
Ciascuna cavità è illuminata da una o più finestre rettangolari; nella maggior parte dei casi si riscontra un'unica apertura al di sopra dell'ingresso (fig. 12), mentre più rari sono i casi in cui sono presenti 2 aperture ai lati della porta (fig. 13) o un'apertura al di sopra della porta e 2 laterali.
Le murature sono realizzate con materiali calcarei reperiti nelle immediate vicinanze del cantiere; si tratta perlopiù di elementi senza alcun tipo di lavorazione preventiva o al massimo con una sommaria sbozzatura a spacco della faccia destinata a rimanere in vista. L'impiego di malta è determinante per la formazione dei piani di posa sicuri e per il riempimento dei numerosi interstizi.
Talvolta i vuoti sono colmati da zeppe in laterizio o scaglie lapidee (materiale di risulta derivante dallo spacco di pietrame più grande).
L'apparecchiatura muraria è costituita perlopiù da bozze e pietre rustiche messe in opera su filari suborizzontali con presenza di zeppe (fig. 14).
La tecnica, che trova ampi confronti nell'edilizia rurale molisana (Marino et al., 2001, pp. 34-52, 48), è rimasta sostanzialmente invariata fino all'introduzione dei mattoni forati nella prima metà del Novecento. Per gli archi è, invece, utilizzata la tecnica cosiddetta 'a punta e filo'; gli elementi lapidei irregolari sono disposti con

Fig. 5 - Cavità 81, pianta (G. Ponticelli).
Fig. 5 - Cavity 81, plan (G. Ponticelli).

la punta rivolta verso l'esterno, mentre gli spazi residui tra una punta e l'altra sono riempiti da zeppe e abbondante malta.

L'habitat rupestre: approccio multidisciplinare e prospettive di ricerca

Nel mese di ottobre 2011 l'insegnamento di Archeologia Cristiana e Medievale dell'Università del Molise, d'intesa con il comune di Macchia Valfortore, il Museo Civico di Storia Naturale della Valle del Fortore e l'Associazio-

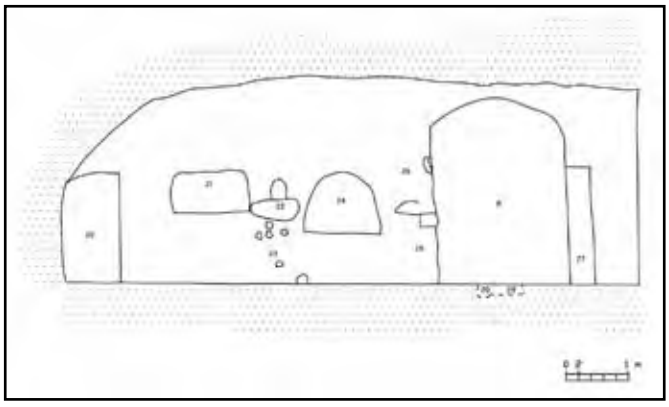


Fig. 6 - Cavità 81, sezione A-A (G. Ponticelli).
Fig. 6 - Cavity 81, section A-A (G. Ponticelli).

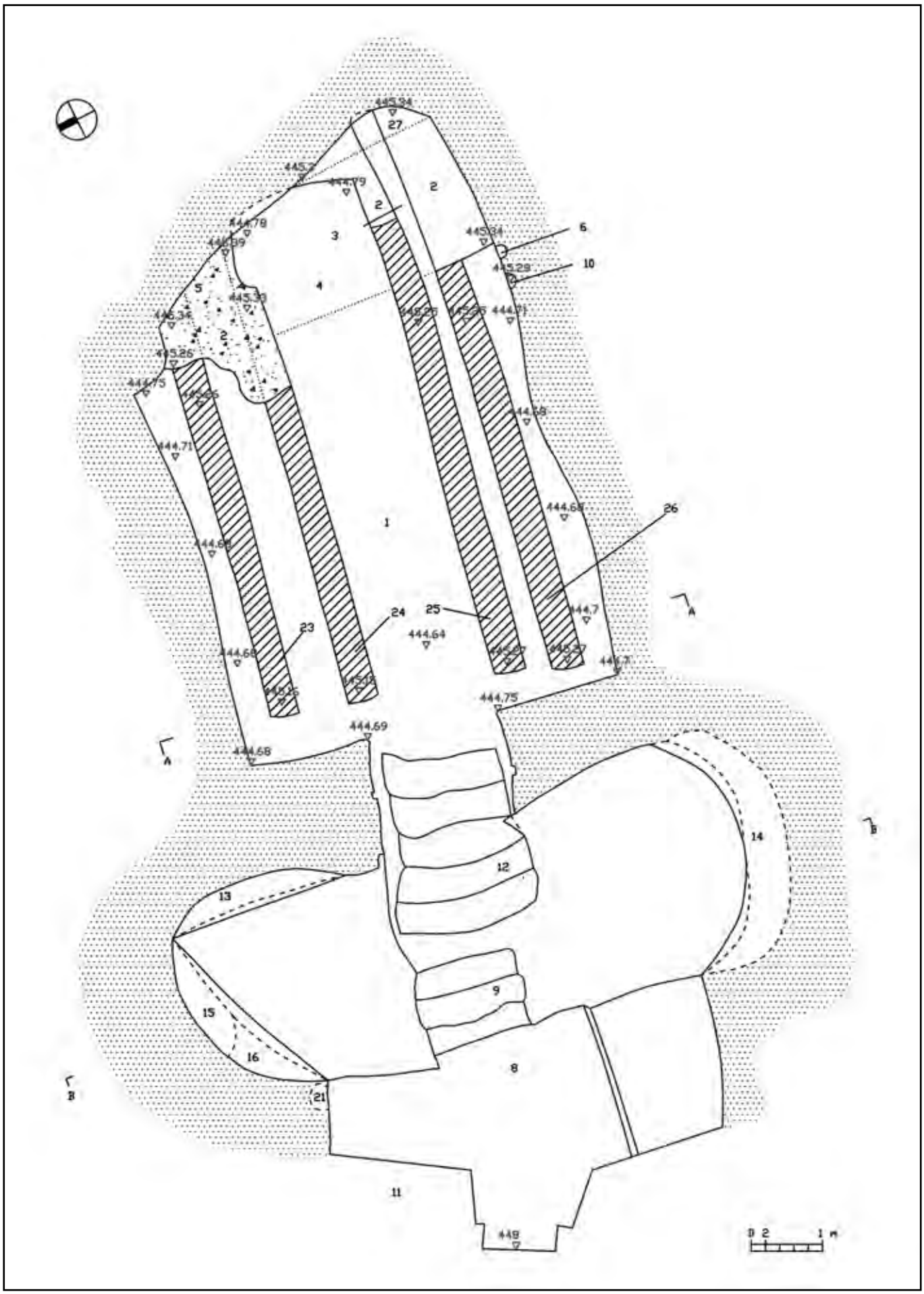


Fig. 7 - Cavità 78, pianta (G. Ponticelli).
Fig. 7 - Cavity 78, plan (G. Ponticelli).

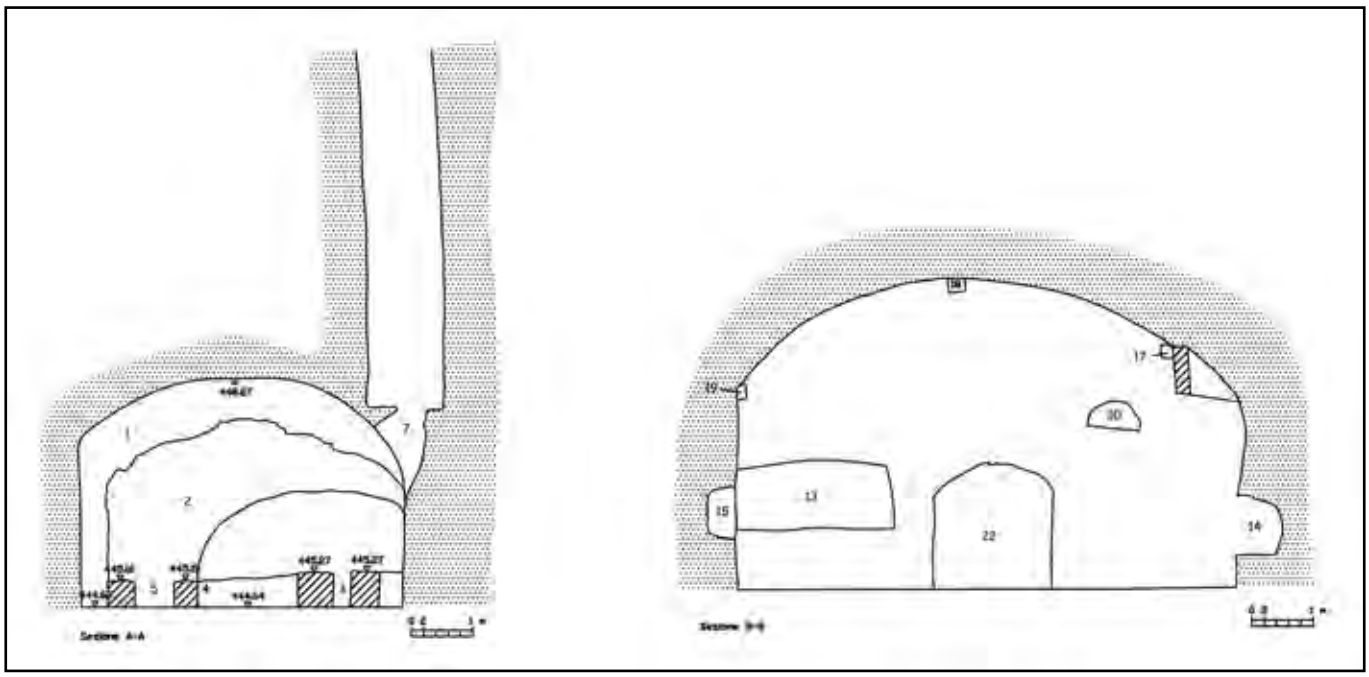


Fig. 8 - Cavità 78, sezioni A-A e B-B (G. Ponticelli).
Fig. 8 - Cavity 78, sections A-A and B-B (G. Ponticelli).

Fig. 9 - Cavità 33, esterno (I. Cincindella).
Fig. 9 - Cavity 33, outside (I. Cincindella).

Fig. 10 - Cavità 31, esterno (foto C. Ebanista).
Fig. 10 - Cavity 31, outside (photo C. Ebanista).

Fig. 11 - Cavità 2, esterno (foto I. Cincindella).
Fig. 11 - Cavity 2, outside (photo I. Cincindella).

Fig. 12 - Cavità 22, esterno (foto I. Cincindella).
Fig. 12 - Cavity 22, outside (photo I. Cincindella).

Fig. 13 - Cavità 46, esterno (foto C. Ebanista).
Fig. 13 - Cavity 46, outside (photo C. Ebanista).

Fig. 14 - Cavità 46, paramento murario (foto C. Ebanista).
Fig. 14 - Cavity 46, masonry (photo C. Ebanista).

ne Speleologi Molisani, ha organizzato un Laboratorio di catalogazione e rilievo grafico delle cavità artificiali esistenti nel territorio di Macchia Valfortore; le attività, cui hanno preso parte anche studenti dell'Ateneo Federiciano di Napoli, hanno comportato altresì l'avvio dell'inedita documentazione d'archivio.

In particolare sono state studiate nel dettaglio e rilevate 4 cavità (31, 46, 78, 81), appartenenti alle tipologie C1, C2, C3 e C4, dislocate rispettivamente nei nuclei F, I, E, A (fig. 2). Particolarmente interessante è risultata la cavità 78 (figg. 7-8), già appartenuta al marchese di Pietracatella, che è tuttora utilizzata come cantina. L'ipogeo è strutturato su due livelli: il primo, ad una quota superiore, è destinato alla pigiatura dell'uva e alla fermentazione, mentre l'altro, cui si scende grazie ad una ripida scala, ospita le botti, sistemate su muretti. L'intera cavità è scavata nell'arenaria; solo la copertura dell'ambiente superiore è in muratura. L'ambiente inferiore è areato grazie ad un pozzo, a sezione quadrata, che ha le pareti in muratura nel tratto sovrastante il banco roccioso allo scopo di evitare l'infiltrazione delle piogge. L'escavazione di cavità con queste caratteristiche e destinazione d'uso è ampiamente documentata anche in altre regioni dell'Italia centromeridionale; è il caso, ad esempio, degli ipogei esistenti a Comiziano in provincia di Napoli (EBANISTA, 2012).

L'esame dell'inedita documentazione d'archivio sta fornendo i primi utili elementi per la datazione degli ipogei di Macchia Valfortore.

Le più antiche attestazioni dell'esistenza di cavità artificiali risalgono alla prima metà del XVII secolo; un inedito documento cita, infatti, una "grotta, al di sopra e al di sotto" di un'abitazione (APMV, *Inventario dei beni stabili della Mensa Arcipr(et)ale fatto nell'Anni 1572 e 1617*, f. s.n.). Alla fine del Seicento risalgono le prime notizie sui profitti che si ricavavano dal possesso delle cavità; è il caso di 2 ipogei ubicati in contrada *Cancello dell'Abate* che la parrocchia concesse in affitto nel 1687 (APMV, *Libro degli inventari dei luoghi pii 1687*, IV, ff. 11, 26, 48).

Nel 1710 alcune cavità situate nelle località *l'Arena, San Rocco, Santa Maria delle Grazie* e *La Croce*, appartenenti alla confraternita del SS. Corpo di Cristo e del SS. Rosario, erano affittate a cittadini di Macchia dietro un compenso annuo di circa 10 carlini (APMV, *Libro degli inventari dei Luoghi Pii dell'anno 1710 - Inventario della confraternita del SS. Corpo di Cristo della terra di Macchia dell'anno 1710*, VII, ff. 21, 23, 80, 193, 194, 203). Particolare interesse rivestono le piante delle cavità redatte dall'agrimensore Leonardo Coscia e allegate all'inventario del 1710; gli inediti disegni, che registrano con estremo dettaglio le dimensioni e i confini (fig. 15), costituiscono la più antica testimonianza dell'esistenza delle murature che tamponavano gli archi di ingresso delle cavità. Ulteriori dati relativi sempre al 1710 sono contenuti negli *Inventari della Mensa, della Quarta, dell'insignito clero 1754* della chiesa parrocchiale; nel testo viene citata, tra l'altro, una cavità, ubicata in contrada l'*Arena*, che nel 1745 fu venduta a Giambattista De Angelis per 8 carlini (APMV).

La lettura del Catasto onciario del 1742 ha rivelato i principali utilizzi delle cavità: "ad uso di paglia", "per uso di ricetto di pecore", "uso di cantina" e in un caso per la raccolta della neve (ASN, *Catasto Onciario di Macchia Valfortore*, b. 7461, ff. 336, 338, 340, 342, 345, 352, 356, 360, 372, 373, 380, 381, 385, 387-388, 392, 394-395, 398, 401, 404). La presenza delle unità rupestri nelle diverse aree dell'abitato (fig. 2) è testimoniata dalle dichiarazioni di vendita, affitto, possesso e dai pagamenti rilevati nel Catasto. In alcuni casi le cavità erano divise in più parti appartenenti a diversi proprietari; questi, infatti, talora dichiararono solo il possesso di una porzione dell'ipogeo ("metà di una grotta", "4ª parte di grotta").

Nella maggior parte dei casi le cavità indicate nei documenti erano ubicate nella località denominata *Arena*; le altre erano, invece, distribuite nelle località *Villa Franco, Via Cupa, Troncarello, Rapallo, San Rocco, San Marco, Serra della Guardia, Vallone, Cigno, alla Valle, via S. Elia, S. Maria delle Grazie, Pianunzio, alla Rosa, al Monte, ai Collicelli, San Leucio, Mandazzavo* e *Grotte di Pardo*.

Il microtoponimo *Arena*, riscontrabile nei documenti dal 1687 fino al 1924 (in quelli più antichi compare co-

me *Rena*) è scomparso, ma è facilmente localizzabile nell'area tra via Cesare Battisti e via Trento (ACMV, *Grotta costruita su suolo comunale*, b. 106, fasc. 8). Il microtoponimo *Grotte di Pardo*, che compare per la prima volta nel Catasto onciario del 1742, è tuttora utilizzato. L'analisi dei catasti onciari degli anni 1780-84, 1791-92, 1802 e 1804 (ASCB, *Catasto onciario di Macchia Valfortore*, bb. 1-2) ha fornito ulteriori informazioni che verranno discusse in altra sede, insieme alla dettagliata descrizione delle piante redatte da Leonardo Coscia.

L'escavazione delle cavità è proseguita ininterrottamente fino al secolo scorso. Un inedito documento del 14 novembre 1938 attesta, infatti, che Fabrizio Salvatore chiese al podestà di Macchia l'autorizzazione a scavare "una grotta a contrada via S. Rocco", per adibirla a rimessa di paglia (ACMV, *Vendita di suolo e grotta comunale*, b. 106, fasc. 8). Molto probabilmente quella cavità rientra tra le 7 ancora oggi visibili in quell'area; non è stato, tuttavia, possibile individuarla per mancanza di informazioni più dettagliate.

Nel settore orientale della provincia di Campobasso, presso il confine con la Puglia, oggi segnato in parte dal lago artificiale di Occhito, la ricerca ha permesso di individuare, intorno a Macchia Valfortore, altri nuclei rupestri nei territori dei comuni di Sant'Elia a Pianisi, Pietracatella e Gambatesa. A Sant'Elia a Pianisi esistono diverse inedite cavità artificiali che, essendo dislocate in contrade distanti tra di loro *(Cese, Campo del forno, San Benedetto, Piana Sant'Antonio)*, non appartengono ad un medesimo abitato (Ebanista & Mancini, 2008, p. 160). Su almeno tre livelli risultano, invece, distribuiti gli ipogei scavati nel declivio dell'altura su cui sorge Gambatesa; al livello intermedio si riconosce un sistema di ampie cavità intercomunicanti, in parte crollate. Ben diverso è il caso di Pietracatella che trae origine dalla fusione di due distinti insediamenti (*Petra* e *Catella*) già documentati nella seconda metà del XII secolo (*Catalogus Baronum*, pp. 49, 278, nn. 298, 1387). Delle numerose cavità artificiali segnalate in passato nell'altura su cui sorge l'abitato, al momento si ha notizia di una sola che è stata riempita di detriti in occasione della ristrutturazione di un serbatoio (Ebanista & Mancini, 2008, p. 160). Sulla datazione e funzione degli ipogei sono state avanzate ipotesi quanto mai discutibili: la loro creazione, infatti, è stata assegnata all'età della pietra o al IV secolo a.C. (Di Vita, 1956, pp. 24-25), anche se non sono mancate proposte di identificazione con una catacomba paleocristiana (Carano, 1981, p. 232). È evidente che queste ipotesi non hanno alcun fondamento e necessitano di opportune verifiche. Una piccola cavità naturale, che forse rappresenta il nucleo originario del culto, è inglobata nella cappella di S. Margherita sottostante la chiesa di S. Giacomo a Pietracatella; affrescata nel XIV secolo con scene della vita di Cristo (Carano, 1981, p. 242), la cappella è stata utilizzata a scopo funerario.

In confronto alle altre regioni dell'Italia centro-meridionale, il Molise, a dispetto della rilevanza dei numerosi insediamenti rupestri, solo di recente ha ricevuto un'adeguata attenzione che ha consentito di avviare la rilevazione sistematica delle cavità artificiali e naturali impiegate nel medioevo a scopo abitativo e liturgico (Ebanista & Mancini, 2008; Ebanista, 2011, pp. 39-78). La catalogazione e il rilievo grafico delle unità rupestri della regione restano gli obiettivi primari da raggiungere nel prossimo futuro, al fine di predisporre un sistema informativo geografico (GIS) che, oltre a permettere la georeferenziazione dei siti e a raccogliere tutti i dati disponibili, possa consentire una disamina completa del fenomeno rupestre. Per quanto riguarda in particolare le cavità artificiali, occorre individuare le diverse tipologie, in base alle caratteristiche strutturali, planimetriche e funzionali; è evidente che la cata-

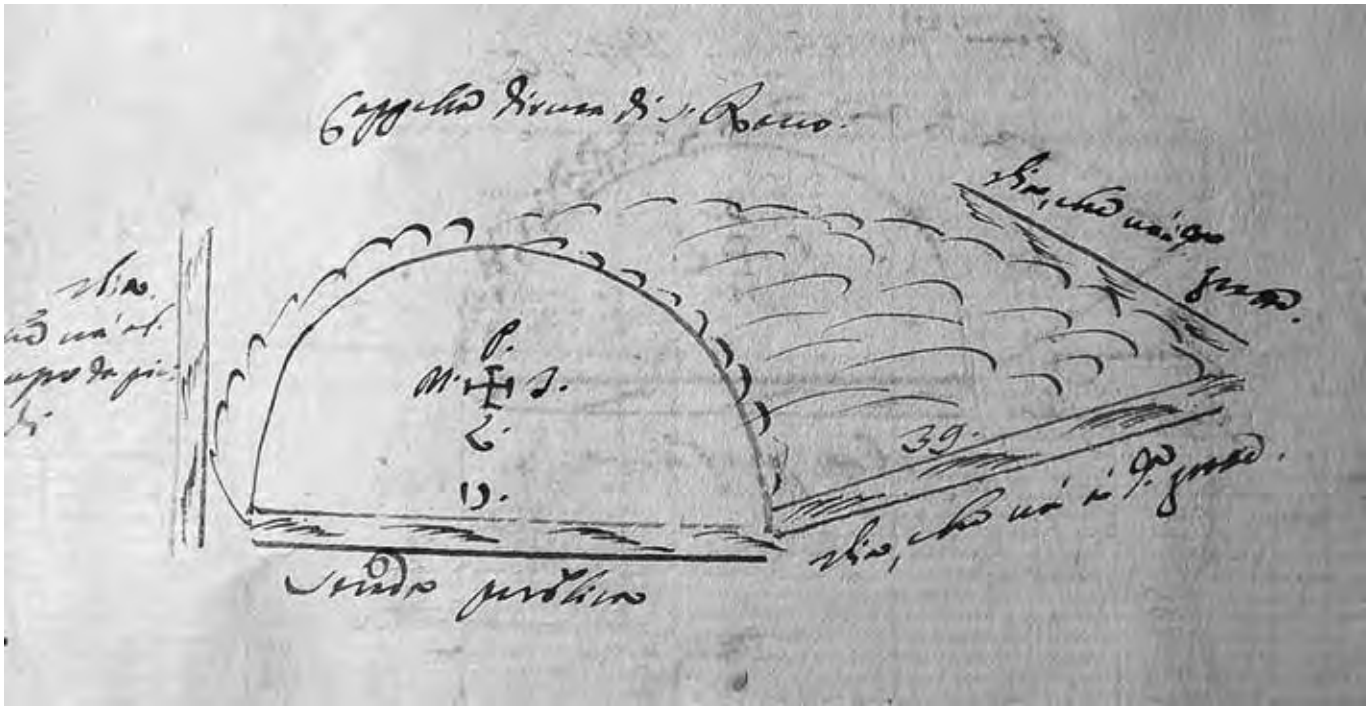


Fig. 15 - Manoscritto del 1710 con la raffigurazione schematica di una cavità (APMV).
Fig. 15 - Manuscript of 1710 with the sketch of a cavity (APMV).

logazione deve necessariamente includere non solo gli abitati e i luoghi di culto, ma anche le altre tipologie rupestri legate alle attività estrattive e produttive, alla captazione e conservazione dell'acqua. Lo studio delle fasi di escavazione e delle tecniche edilizie impiegate nelle strutture murarie di completamento fornirà i dati necessari a precisare l'epoca di costruzione e frequentazione delle singole unità rupestri. Un ulteriore contributo deriverà, senza dubbio, dall'analisi della documentazione scritta di età medievale e moderna.

Nel prosieguo delle ricerche, dunque, solo un approccio multidisciplinare potrà consentire la ricostruzione storica dell'utilizzo delle grotte naturali e la definizione di un quadro organico delle unità rupestri artificiali, grazie anche all'avvio di campagne di scavo e di ricognizione archeologica che possano contribuire a rilevarne la distribuzione sul territorio e i rapporti con i centri demici subdiali e la viabilità.

Ringraziamenti

Si ringraziano l'Amministrazione Comunale di Macchia Valfortore, nella persona del Sindaco, Nicola Zingaro e il vice sindaco, Leonardo Buonsignore, il Museo Civico di Storia Naturale della Valle del Fortore, il parroco Maurizio Duru, Giovanni Di Iorio, Gianfranco Zingaro e l'équipe degli archeologi dell'Università del Molise e dell'Università di Napoli "Federico II" che hanno preso parte alle attività del Laboratorio di rilievo e catalogazione (ottobre 2011).
Un particolare ringraziamento va al dott. Giandomenico Ponticelli che ha eseguito i rilievi delle cavità.

Bibliografia

ASCB = Archivio di Stato di Campobasso.
APMV = Archivio Parrocchiale di Macchia Valfortore.
ACMV = Archivio Comunale di Macchia Valfortore.
ASN = Archivio di Stato di Napoli.

Battista G., Mancini M., 1998a, *Ingegneria idraulica d'altri tempi*. Archeo, XIV/7, luglio 1998, pp. 13-14.

Battista G., Mancini M., 1998b, *L'acquedotto ipogeo romano di Monteroduni*. Speleologia, 38, settembre 1998, pp. 61-64.

Carano C., 1981, *Note storico-artistiche su Pietracatella*, in: *Almanacco del Molise 1981. Il Molise intorno al Mille*, a cura di E. Nocera, Campobasso 1981, pp. 229-244.

Catalogus Baronum, a cura di E. Jamison, Roma 1972.

Cincindella I., 2010-11, *La civiltà rupestre medievale in Molise: il caso di Macchia Valfortore*, tesi di laurea in Archeologia Cristiana e Medievale, Università del Molise, Corso di Laurea Magistrale in Archeologia, Beni Culturali e Turismo, relatore prof. C. Ebanista.

Di Vita D., 1956, *Pietracatella*, Genova.

Ebanista C., 2011, *Abitati e luoghi di culto rupestri in Campania e Molise*, in: Menestò E. (a cura di), 2011, *Le aree rupestri dell'Italia centro-meridionale nell'ambito delle civiltà italiche: conoscenza, salvaguardia, tutela, IV Convegno internazionale sulla civiltà rupestre (Savelletri di Fasano, 26-28 novembre 2009)*, Spoleto, pp. 39-78.

Ebanista C., 2012, *Le cave di tufo, le cantine e le cisterne ipogee*, in: Ebanista C. (a cura di), 2012, *Cumignano e Gallo: alle origini del comune di Comiziano*, Cimitile, pp. 155-181.

Ebanista C., Mancini M., 2008, *Insediamenti rupestri di età medievale in Molise: luoghi di culto e abitazioni*. Opera Ipogea, 1/2 (2008), pp. 145-162.

Fatica A., 2004, *Molise*, in: *Il Catasto nazionale delle cavità artificiali*, a cura di E. Di Labio, Opera Ipogea, 2/3, p. 67.

Fatica A., Mancini M., 2007a, *Molise, breve repertorio bibliografico*, in: *Carta degli antichi acquedotti italiani*. Opera Ipogea, 1, pp. 54-55.

Fatica A., Mancini M., 2007b, *Gli acquedotti ipogei romani della IV Regio Samnium (Molise)*, in: *Carta degli antichi acquedotti italiani*. Opera Ipogea, 1, pp. 123-126.

Lazzarini I., 2008, *Il territorio di Macchia Valfortore nel medioevo*, in: Naso A. (a cura di), 2008, *Fertor. Storia e archeologia della Valle del Fortore*, Isernia, pp. 105-110.

Mancini M., Battista G., 2000, *Gli ipogei e le cavità artificiali del Molise* (documento disponibile presso la sede dell'Istituto Regionale per gli Studi Storici del Molise "V. Cuoco", Campobasso).

Marino L., Guerrizio G., Libertucci B., 2001, *Materiali e tradizioni costruttive nel Molise: l'area di Boiano*, Sommacampagna, pp. 34-52.

Petrone M., Mancini M., Zarrelli R., Pasquariello E., D'Amico M., Meneghin M., 2009, *Un Web Information System per la geografia del sottosuolo d'Italia quale strumento di conoscenza, salvaguardia e prevenzione dei rischi*, in: *Atti 13a Conferenza Nazionale Associazioni Scientifiche per le Informazioni Territoriali e Ambientali (ASITA), 1-4 dicembre 2009*, Bari, pp. 1583-1588.

Russo D., Mancini M., 1998, *I chirotteri troglofili del Molise e del Matese campano*, in: Dondini G., Papalini O. & Vergari, S. (a cura di) 1998, *Atti I Convegno Italiano sui Chirotteri, Castell'Azzara (Grosseto), 28-29 marzo 1998*, Grotte di Castro, pp. 123-126.

Sanchez G., 1833, *Campania sotterranea e brevi notizie degli edifici scavati entro roccia nelle Due Sicilie e in altre regioni*, I-II, Napoli.

Aqua Augusta Campaniæ Speco a La Pietra (Pozzuoli)

Graziano Ferrari[1,2], Raffaella Lamagna[1]

Riassunto

Nel quadro di ricerche volte a documentare i tratti superstiti dell'antico Acquedotto Augusteo della Campania nell'area dei Campi Flegrei, è stato esplorato un tratto di acquedotto situato in località La Pietra, Monte Dolce, Comune di Pozzuoli. L'attribuzione all'Augusteo è confortata dalla posizione, dalla quota e dalle caratteristiche costruttive coerenti con quanto finora noto del sistema. In letteratura la presenza dell'Augusteo nella zona viene riportata fin dal XVIII secolo all'interno di vicine cave di trachite.
La cavità presenta uno sviluppo complessivo di 279 m ma oltre al vero e proprio condotto idraulico essa presenta anche due diramazioni: un cunicolo di servizio orizzontale non rivestito ed una discenderia praticata in epoca moderna probabilmente in relazione ad una vicina galleria ferroviaria. Dal momento che la prima parte della cavità si apre in roccia di scarsa compattezza mentre la parte più lontana è scavata in un buon tufo, il condotto idraulico presenta caratteristiche costruttive variabili: la prima parte è rivestita di muratura di blocchi tufacei fino all'imposta della volta; su tale muratura è posato l'intonaco idraulico, mentre la volta è rivestita solo da un sottile strato di intonaco ordinario. Nella seconda parte l'intonaco idraulico delle pareti è posato direttamente sulla roccia. In quattro punti sono state riconosciute lettere graffite sull'intonaco della volta, probabili indicatori di distanza.
Dal punto di vista naturalistico la cavità ospita una piccola colonia di pipistrelli; sono inoltre presenti interessanti fenomeni di deposizione costituiti da 'riccioli' minerali estrusi dall'intonaco idraulico ed un probabile soffione di gas vulcanici, fortunatamente non più attivo.

Parola chiave: Acquedotto Augusteo della Campania, Serino, acquedotti romani, Pozzuoli.

Abstract

Aqua Augusta Campaniæ – specus at La Pietra (Pozzuoli-Italy)

In the framework of researches aimed at identifying and documenting surviving sections of the ancient Campanian Augustean Aqueduct, we explored an aqueduct section placed at La Pietra, Municipality of Pozzuoli (Naples, Italy). The section is ascribed to the Augustean Aqueduct since its position, elevation and building characteristics are consistent with the up-to-date information on the system. The literature reports sections of the Augustean Aqueduct in nearby trachyte quarries since the XVIII century.
The overall cave development is 279 m. In addition to the actual hydraulic duct, the cave has two side branches: a horizontal unplastered service tunnel and a modern sloping down tunnel, probably related to a nearby railway tunnel. The first half of the cave is dug in a soft and altered rock, while the second half opens in a good tuff; the hydraulic duct shows different building characteristics: the first half is lined with tuff masonry up to the vault impost; the hydraulic plaster is applied over the masonry, while the vault is just lined with a thin layer of plain plaster. In the second half, the hydraulic plaster is applied directly on the rock walls. Graffito letters are present in four places on the vault plaster; they are probably length measurements.
As far as natural sciences are concerned, the cave hosts a small bat colony; very interesting depositional phenomena are present on the hydraulic plaster, as extruded cave flowers. Furthermore a luckily inactive volcanic gas fumarole is present in a side branch.

Key words: Campanian Augustean Aqueduct, Serino, roman aqueducts, Pozzuoli.

[1] Parco Regionale dei Campi Flegrei
[2] Autore di riferimento/corresponding author: Via Vignati 18, I-20161 Milano, Italy; gwferrari@gwferrari.it; +39 339.7160730

Inquadramento geografico

La cavità in oggetto è situata in Comune di Pozzuoli, a circa 700 m dal confine con il Comune di Napoli, in località La Pietra. A grande scala l'area denominata Campi Flegrei (fig. 1) è costituita da un sistema vulcanico complesso formato da una serie di crateri concentrati in un'area di circa 65 km^2. Nella zona centrale, fra Pozzuoli e la frazione Bagnoli del comune di Napoli, vi sono alcuni rilievi con allineamento ovest-est: il Monte Olibano (153 m s.l.m.), il Monte Dolce (153 m s.l.m.), il Monte Ruspino (130 m s.l.m.) ed il Monte Spina (159 m s.l.m.). I primi tre ricadono nel comune di Pozzuoli e, verso sud, si affacciano sul Golfo di Pozzuoli con pareti scoscese, mentre il quarto è situato già in comune di Napoli, con pendii più dolci ed è separato dal mare dalla piana di Bagnoli.

A nord di questa piccola catena di rilievi si trovano la celebre Solfatara di Pozzuoli e la conca di Agnano, anch'essa ricca di fenomeni di vulcanesimo secondario come le sorgenti termali dei Pisciarelli e delle Terme (antiche e moderne) di Agnano. Anche il versante sud è ricco di fenomeni termali, sfruttati in antico con i nomi di *balneum Plagae, Petra, Balneolo, Calatura, Subveni Homini* e nel XIX secolo con gli stabilimenti termali denominati Patamia, Manzella, Di Leo, Vitolo, Terme Puteolane.

Il Monte Olibano è costituito da un duomo trachitico che fin dall'antichità è stato sfruttato per estrarne materiale da costruzione. Esso fino alla prima metà del XX secolo era alto 166 m ma è stato poi regolarizzato per ospitare le strutture dell'Accademia Aeronautica Militare di Pozzuoli, inaugurate nel 1961. Gli altri rilievi sono invece costituiti da materiali tufacei.

Un antico tracciato stradale di collegamento fra *Puteoli* e *Neapolis* ne percorreva le pendici e le creste (Johannowsky, 1953); esso ha poi costituito la Via Domiziana ed è tuttora una delle principali vie di comunicazione fra Napoli e Pozzuoli. Una via lungo la costa fu aperta solo nel 1571 per disposizione del viceré Parafan de Rivera, con l'impiego di manodopera costituita da forzati.

La cavità in oggetto attraversa uno sperone del Monte Dolce posto fra una piccola incisione valliva ad est e quanto resta di cave di tufo a cielo aperto ad ovest. Verso sud lo sperone precipita in mare. Vi si accede dalla strada costiera, attualmente denominata via Napoli, che collega la frazione di Bagnoli con Pozzuoli. Alla fine del XIX secolo lungo la strada costiera furono posati i binari di una tranvia a vapore ora non più esistente, che collegava Napoli con il porto di Pozzuoli mentre subito a monte fu impostata la ferrovia cumana, con tratti in galleria ed altri a cielo libero. Più all'interno fu scavata la lunga galleria della linea Roma-Napoli delle Ferrovie dello Stato.

Nel XX secolo la Cumana fu spostata più all'interno del rilievo mediante una lunga galleria e fu realizzato il collettore fognario diretto a Cuma, che percorre da est ad ovest i rilievi in esame. Ne risulta che, come gran parte del sottosuolo napoletano, anche Monte Dolce è ricco di cavità che vanno dall'epoca antica fino ai nostri giorni.

Fig. 1 - I Campi Flegrei (da GoogleEarth, modificato).
Fig. 1 - Phlegræan Fields (from GoogleEarth, modified).

Inquadramento geologico

La località detta "La Pietra" è sita nel territorio dei Campi Flegrei ed in particolare nel territorio ricadente nel comune di Pozzuoli. La Pietra è in particolare localizzata fra l'inizio della montagna descritta da Guiscardi (1862) e nominata Monte Dolce e la piana di Bagnoli che separa Monte Dolce da Posillipo-Coroglio. Secondo Guiscardi il monte Dolce è formato dalla stratificazione di tufo giallo predominante tendente al verde con un'inclinazione di 10° fino ad un massimo di 24° verso est. *"Io chiamo tufo di Monte Dolce tutta la gran massa di tufo giallo tendente al verde la parte più alta della quale tagliata a perpendicolo si eleva su la strada alla prima svolta che chi va a Pozzuoli incontra dopo il Capo di Chiaja. Nell'indicato punto la roccia è massiccia, ma nelle parti inferiori, soprattutto nel tratto fra Monte Dolce p. d. e Capo di Chiaja, ove di molto si abbassa, la sua struttura è distintamente stratificata. Gli strati sono inclinati all'est sotto un angolo che varia da 10° fino a 24°; variazione di niun momento in rocce vulcaniche e che potrebbe anche provenire da locali rigetti sottratti alle indagini del geologo dai moderni talus ivi messi a coltura. Io non ho trovato fatti né argomenti per riguardare di epoche diverse il tufo in massa ed il tufo stratificato con varia inclinazione di Monte Dolce"*.
Dalla Carta geologica e gravimetrica dei Campi Flegrei (Principe et al.,1986) lo speco è localizzato in un banco di tufo giallo napoletano sul quale si sono depositati successivamente i prodotti dell'eruzione di Agnano. Lo speco attraversa in tutta la sua larghezza il banco da sinistra a destra del versante.
L'area in questione è caratterizzata dalla presenza di sorgenti termali non solo nella piana di Bagnoli a cui i bagni danno il nome ma soprattutto sul Monte Dolce che nella sua parte settentrionale è vicino sia alla famosa Solfatara ma anche ai meno famosi Pisciarelli.

Studi precedenti

Non siamo a conoscenza di precedenti studi su questa cavità. Essa si apre all'interno della formazione tufacea di Monte Dolce. A circa 660 m ad occidente ha inizio la massa trachitica del Monte Olibano, raro esempio di eruzione non esplosiva nei Campi Flegrei. La trachite è una roccia molto dura e resistente, particolarmente adatta per impieghi civili, motivo per cui l'Olibano è stato interessato fin dall'antichità da cave di roccia. L'acquedotto messo a giorno dai lavori di cava ha quindi suscitato l'interesse degli eruditi e dei geologi. Uno dei primi riferimenti è dovuto a Ferrante Loffredo (1580, c. 4r): [l'acquedotto] *"circuendo tutto il monte Olibano, cauato in quella si durissima selce, veneua ad vscire per l'alto à Pozzuolo antico"*. Va osservato che, a causa della grande durezza della roccia, alcuni eruditi (ad esempio Giulio Cesare Capaccio e Giuseppe Mormile) negano con forza la possibilità che gli antichi vi avessero cavato uno speco di acquedotto: *"A man destra è il monte Olibano ... di tanta durezza, che sognano coloro, che dicono, che per dentro vi erano acquedotti, ancor che appaiano alcuni buchi, fatti così dalla natura non dal ferro per far passaggio d'acqua"* (Capaccio, 1607, pp. 34-35). Va anche ricordato che alcuni estensori di guide per i forestieri e di diari di viaggio, in assenza di datazioni affidabili per l'acquedotto, lo attribuiscono addirittura ai primi coloni dell'antica Pozzuoli, la greca Dicearchia, ad esempio Carletti (1787, p. 18) e Orti (1834, v. 1, p. 315).
Un'informazione di particolare interesse è riportata nella tavola 8 dell'*Ager Puteolanus* di Francesco Villamena (1620, fig. 2). Viene rappresentato con veduta a volo d'uccello il tratto di costa da *"Balneola"* (Bagnoli), in basso, fino alle pendici della rupe su cui è edificata Pozzuoli, in alto.
In basso a destra si nota una rupe, costituita dalla catena Monte Ruspino - Monte Olibano, le cui pareti presentano alcune cavità, mentre la parte sommitale è percorsa dalla scritta AQVÆDUCTUS. Sono perfino segnati alcuni dei pozzi quadrati di accesso all'acquedotto. Analoga sequenza di 'pozzilli', ma in modo meno accurato ed a scala più grande, è rappresentata in una tavola di Garcia Barrionuevo (1616).
Tutto ciò ben prima che Pietro Antonio Lettieri eseguisse la sua pionieristica ricerca sul tracciato dell'antico acquedotto di Serino e ne citasse il percorso *"per la montagnia de li Sassi dove se cavano li sassi nominati de Pezuole dove anco se uedono li formalj"* (Lettieri, c. 1650, in Giustiniani, 1797-1816, v. 6, p. 403).

Fig. 2 - Il tratto di costa fra Bagnoli e La Pietra nella veduta a volo d'uccello del Villamena (1620, tav. 8).
Fig. 2 - The coastline between Bagnoli and La Pietra in a bird's eye view from Villamena (1620, table 8).

Alla fine del XVIII secolo Scipione Breislak esegue uno studio mineralogico sulla Solfatara di Pozzuoli in cui descrive in modo approfondito il banco trachitico dell'Olibano e non manca di notarvi la presenza dello speco: *"Les anciens ont eu l'habileté, le courage et la patience de percer la masse entière de ce courant de lave, et d'y former un aqueduc. M'étant introduit dans ce canal, en ayant parcouru un certain espace, j'ai reconnu qu'ils avaient revêtu de stuc ses parois dans les endroits où la lave montrait quelques fentes"* (Breislak, 1792, p. 169).
L'esistenza dello speco cavato nella trachite trova frequentemente spazio nelle guide ottocentesche per i viaggiatori di autori locali, ad esempio De Jorio (1817, p. 5), Romanelli (1817, v. 2, p. 252-253), Bonucci (1845, p. 427) e perfino in analoghe opere straniere (Blewitt,1853, p. 374).
L'abate Domenico Romanelli fornisce un'interessante informazione supplementare sulle cavità dell'area interessate da fenomeni vulcanici: *"A livello della strada qui* [alle pendici del Monte Dolce] *si è trovata una grotta, che aveva di lunghezza circa 250 piedi, dove regnava un vapore acqueo bruciantissimo, che arrivava al grado 60 di Reaumur* [75 °C]. *Vi penetrò nell'anno 1807 il nostro valente chimico D. Pietro Pulli con immenso stento accompagnato da molta gente. ... L'apertura della grotta fu subito racchiusa con muro, quantunque sarebbe stato opportuno architettarvi delle stufe"*(Romanelli, 1817, v. 2, p. 254). Una nota molto simile viene riportata da Breislak (1792, p. 167). Non è chiaro se si possa trattare della stessa cavità o di fenomeni differenti. Indubbiamente l'area era ricca di fenomeni vulcanici che si manifestavano all'interno di grotte attualmente ignote, la cui origine naturale o artificiale è ovviamente impossibile da stabilire.
Toni lirici assume la citazione del grande botanico napoletano Michele Tenore, direttore dell'Orto Botanico, che fra l'altro prefigura un approccio di studi interdisciplinare all'antico acquedotto: *"Le loro ricerche* [dei geologi] *a quelle de' naturalisti associando, di non minor meraviglia alla lor volta compresi saranno l'archeologo e l'artista, allorché attraverso di questo immenso macigno osserveranno intagliato un antico acquidotto, di cui fin presso la strada si veggono sparsi gli avvanzi divelti dallo scoppio delle mine che vi si praticano. Alla vista di quel meraviglioso lavoro, l'un dall'altro vorrà ragione del meccanismo adoperato da quelli antichi artefici per poter tagliare a forza di scalpello un cunicolo che trafora l'intero monte e nel quale appena può tenervisi un uomo in piedi. Anche concedendo che vi fossero aperti de' frequenti spiragli, come si veggono negli analoghi lavori romani, non ne resterà perciò più rischiarata la quasi miracolosa costruzione"* (Tenore, 1833, p. 48).
Nel 1862 Guglielmo Guiscardi si interessa finalmente alla struttura geologica dei rilievi tufacei del Monte Dolce, ma non cita la presenza dello speco. Purtroppo non siamo neppure in possesso di dettagli su quale poteva essere la morfologia del rilievo e se vi fossero attive cave di tufo.
Proprio grazie alla presenza dello speco di acquedotto all'interno della trachite Arcangelo Scacchi ha potuto negare l'idea che il duomo roccioso fosse correlato ad un'ipotetica eruzione della Solfatara che alcune cronache attesterebbero nel 1198 (Scacchi, 1849, p. 138). Attualmente tale evento viene interpretato come un periodo di attività particolarmente intensa della Solfatara (Ventriglia, 1951, pp. 306-307).
Dal punto di vista archeologico, Giuseppe De Criscio rileva la differente altezza del cocciopesto nell'acquedotto a lato della Grotta di Cocceio e nello speco del Monte Olibano, di cui osserva la progressiva distruzione (De Criscio, 1881, p. 45, n. 1), mentre Charles Dubois esplora un breve tratto dello speco dell'Olibano, ne descrive il rivestimento a due strati di cemento pozzolanico e di cocciopesto con frammenti di terracotta e ne fornisce le misure: 1,85 m di altezza e 0,80 m di larghezza (Dubois, 1907, p. 279).
I vari studi del passato sull'acquedotto del Serino erano volti a determinare la fattibilità del suo ripristino per condurre nuovamente l'acqua alla città di Napoli, e sono quindi assai carenti per quanto riguarda il tratto flegreo. Non fa eccezione il volume realizzato nel 1885 dalla Società Veneta per Imprese e Costruzioni Pubbliche, che ha però il merito di riportare due illustrazioni del tratto situato nelle cave di trachite: una sezione (fig. 3) con le stesse misure poi riportate da Dubois ed una panoramica della cava principale (Società Veneta per Imprese e Costruzioni Pubbliche, 1885, figg. 14 e 20).

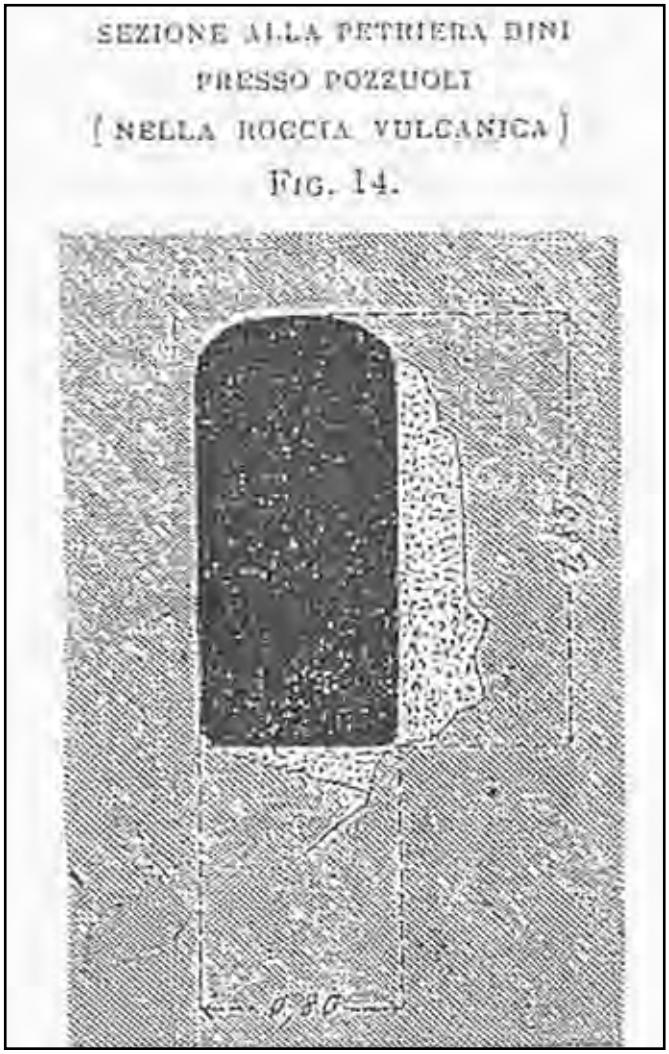


Fig. 3 - Sezione dello speco nella trachite del M. Olibano (Società veneta, 1885, p. 13).
Fig. 3 - Specus cross-section in the M. Olibano trachyte (Società veneta, 1885, p. 13).

La cavità

Storia delle esplorazioni

Per quanto ci è dato sapere, non risulta che la cavità sia stata documentata in precedenza, anche se lo speco è piuttosto evidente dalla strada litoranea (fig. 4). L'ingresso è stato individuato il 21 febbraio 2012 nel corso di una ricognizione dei membri della neonata associazione Aquae Ductae volta a riconoscere il tracciato probabile dell'acquedotto augusteo in area flegrea. Dopo aver preso contatto con la proprietà del terreno, in cui è situato un locale pubblico denominato "Tonga", sono state effettuate uscite esplorative il 5 ed il 7 aprile 2012, nel corso delle quali sono stati realizzati il rilievo ed una prima documentazione fotografica. Durante la prima uscita è stata riconosciuta l'esistenza di un collegamento quasi completamente ostruito con il cunicolo di servizio (D-E in fig. 6). Tale collegamento è stato liberato nell'uscita successiva.

Nella zona è stata anche osservata l'esistenza di altre cavità. In particolare, immediatamente alle spalle del Tonga si apre una breve galleria moderna di collegamento con il tunnel della ferrovia Cumana mentre a circa 60 m ad ovest dell'ingresso dell'acquedotto si trova una cavità a sezione trapezoidale che richiede una breve arrampicata per l'accesso.

L'ingresso

L'ingresso è situato alla quota di 35,3 m s.l.m., alla base di una paretina tufacea apparentemente risultante dal consolidamento di un vecchio fronte di cava (fig. 5). Si raggiunge dall'interno del Tonga procedendo verso est e risalendo lungo una serie di terrazzi ora ricoperti da fitta vegetazione spontanea. L'ingresso si apre lungo il terrazzo più alto, alla base della parete verticale soprastante, che a destra dell'ingresso appare consolidata artificialmente in epoca moderna.

L'ingresso attuale è chiaramente il risultato dell'arretramento artificiale della parete; lo speco è infatti sezionato e si presenta come un piccolo portale rettangolare voltato, alto 1,75 m e largo 0,80 m. Il rivestimento di muratura delle pareti e della volta risulta asportato nei primi metri; all'ingresso è presente solo la platea, costituita da 7 cm di cocciopesto a grana grossa e da circa 6 cm di deposito calcareo finemente laminato. La roccia incassante si presenta molto alterata e scarsamente coerente.

Fig. 4 - La parete tufacea ove si apre l'ingresso (foto di G. Ferrari).
Fig. 4 - Tuff cliff and the cave entrance (photo by G. Ferrari).

Fig. 5 - L'ingresso con le tracce del rivestimento idraulico (foto di G. Ferrari).
Fig. 5 - The entrance with traces of the hydraulic plaster (photo by G. Ferrari).

Per accedere alla cavità è necessario ottenere l'autorizzazione all'ingresso nella proprietà esterna, che va richiesta ai titolari del Tonga.

L'interno

Tratto A-B

Il primo tratto della cavità è costituito da uno speco di acquedotto lungo 78 m, sostanzialmente rettilineo, orizzontale ed orientato verso ENE. Lo speco si presenta privo di riempimenti e facilmente percorribile. Ampi tratti del rivestimento della parte superiore delle pareti e della volta sono stati asportati, e permettono di osservare la roccia incassante, su cui sono visibili le tracce dello scavo, diretto verso monte, dall'ingresso verso l'interno della cavità. Sono anche visibili tracce di scavo in senso opposto, dovute ad interventi moderni di allargamento. Ove conservate, le pareti sono costituite da una muratura di rozzi tufelli con abbondante malta, ricoperta da uno strato di cocciopesto.

La larghezza dello speco è di 0,76 m ove è conservato il rivestimento di entrambe le pareti; l'altezza varia fra 1,6 ed 1,8 m. Le pareti non sono perfettamente rettili-

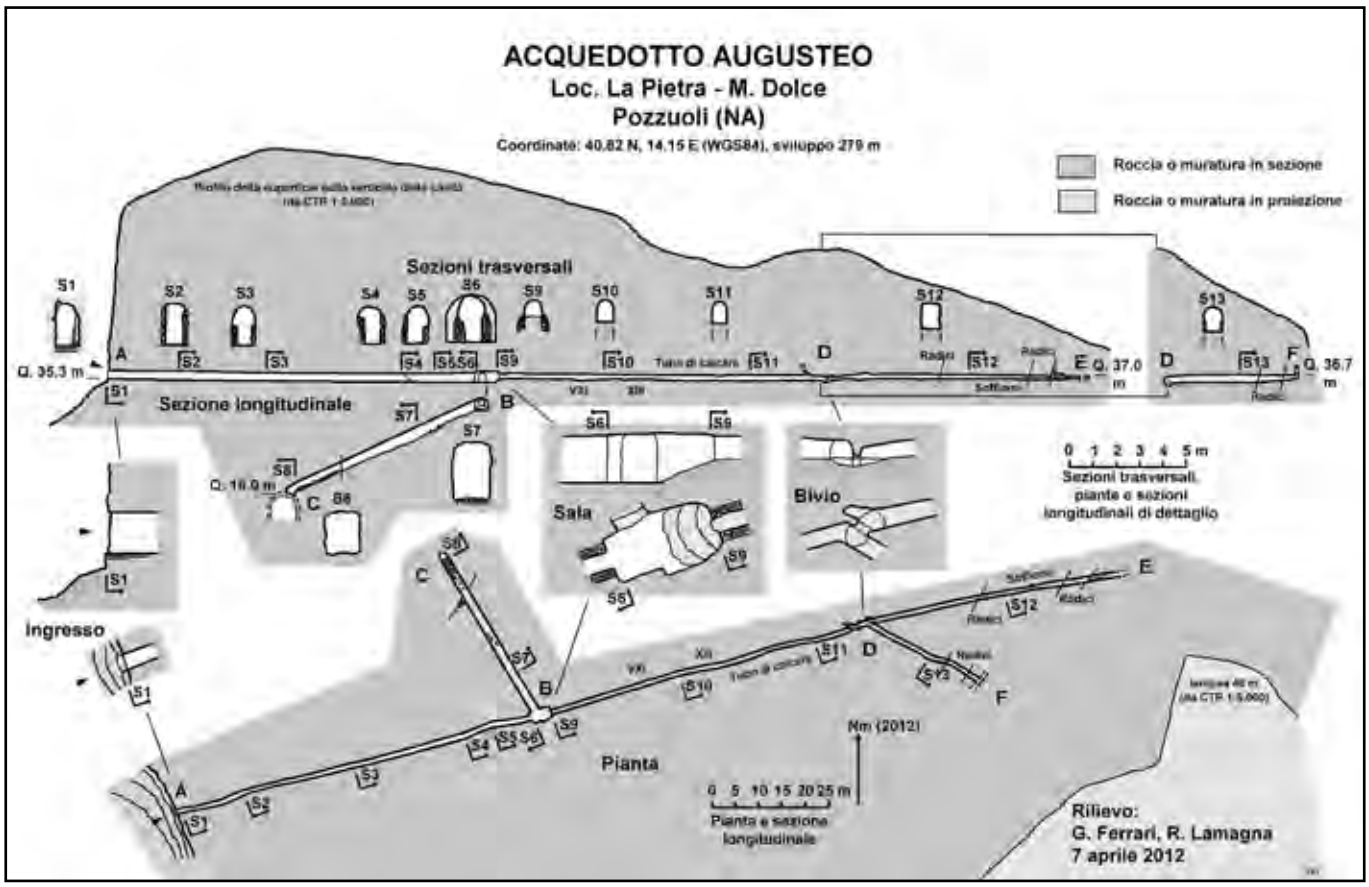


Fig. 6 - Il rilievo della cavità.
Fig. 6 - The cave survey.

nee: si nota infatti una leggera sinuosità della pianta, che non impedisce però di osservare la luce dell'ingresso dall'estremo opposto del tratto A-B (fig. 7). Castellani & Dragoni (1991, p. 51 e fig. 11) hanno infatti ipotizzato in altri casi che tali sinuosità non siano dovute ad irregolarità di scavo ma anzi all'impiego di una tecnica semplice ma efficace per ottenere una collimazione più precisa della direzione di avanzamento.

Punto B - La sala ipogea

A 78 m dall'ingresso si accede ad una sala a pianta rettangolare larga 2,8 m e lunga 4,7 m, interamente scavata in un tufo grigio chiaro e priva di rivestimento (fig. 7). Sono visibili le tracce degli strumenti di scavo. Le pareti sono verticali ed il soffitto è a volta ribassata, per un'altezza complessiva di 2,1 m.

Il piano di calpestio è nascosto da uno strato di polvere tufacea. Sulla parete nord si apre l'accesso al tratto B-C, mentre sul lato est si trova la prosecuzione del cunicolo idraulico (tratto B-D) a cui si accede risalendo un piccolo conoide di detrito che ricopre il pavimento della metà distale della sala. Su di esso si nota il corpo mummificato di un canide. Sulle pareti ovest ed est si possono apprezzare le sezioni della muratura di rivestimento dello speco. La parete sud presenta un marcato gradino verticale. A prima vista non sono evidenti tracce dello speco sul pavimento della sala.

Tratto B-C - La discenderia

Sulla parete nord della sala si apre l'accesso a una galleria a sezione rettangolare, larga 1,5 m e alta 2,5 m, priva di rivestimento. La galleria ha uno sviluppo spaziale di 42 m ed un'inclinazione negativa di circa 25°. Le pareti e la volta sono rozzamente scavate nella roccia e presentano tracce di fittoni metallici; il pavimento è ricoperto da uno spesso strato di polvere tufacea. Nella parte più profonda il detrito aumenta di dimensioni fino ad arrivare a massi decimetrici.

A 33 m dalla sala la galleria interseca una frattura subverticale che ha dato origine ad un piccolo scavernamento sul lato ovest, parzialmente ostruito da un rozzo muretto a secco di massi ed in cui alberga una piccola

Fig. 7 - La sala ipogea con la luce dell'ingresso (foto di L. Ciardiello).
Fig. 7 - The underground room with the light from the entrance (photo by L. Ciardiello).

colonia di pipistrelli. La galleria ha termine sull'estradosso in calcestruzzo di una galleria moderna.

Tratto B-D

Questo tratto, lungo 70 m, è del tutto analogo al tratto A-B per quanto riguarda direzione e caratteristiche costruttive. La principale differenza è dovuta al fatto che lo speco è parzialmente ostruito da un deposito di detrito fine per un'altezza media di 0,8 m; ne residua così una sezione libera con larghezza variabile da 0,63 a 0,83 m ed altezza variabile da 0,69 a 1,05 m. Il soffitto è a volta, con sezione variabile fra il pieno centro e la volta ribassata. Le pareti e la volta sono rivestite da un sottile intonaco; sulla parte inferiore delle pareti si nota la presenza di un rivestimento di intonaco idraulico spesso circa 4 cm.

Anche in questo caso la pianta presenta alcune sinuosità che non influenzano la direzione generale per 75 N. A circa 4 m dall'inizio del tratto si nota una cesta di vimini schiacciata, presumibilmente adoperata per il trasporto di materiali. Dopo altri 3 m si incontrano i resti di uno scheletro di canide. Successivamente si possono notare in quattro punti lettere graffite sull'intonaco della volta (fig. 8). A circa 30 m dal punto B, il distacco dell'intonaco della volta permette di notare tracce di scavo dirette verso valle, cioè verso l'ingresso.

La seconda metà di questo tratto è caratterizzata da una struttura minerale tubolare che riveste completamente le pareti e la volta, a tratti staccato dal substrato. Successivamente, dal rivestimento parietale fuoriescono meravigliosi riccioli minerali (fig. 9) la cui morfologia è paragonabile ai *cave flowers* (Hill & Forti, 1997, p. 68-69).

Poco prima del termine del tratto, una frattura subverticale della roccia ha causato un piccolo scavernamento verso l'alto e verso nord.

Punto D - Il bivio

A 148 m dall'ingresso lo speco piega nettamente verso SE, con un angolo di 40° rispetto alla direzione precedente. La sezione e le caratteristiche costruttive rimangono inalterate, con la sola eccezione del fatto che in corrispondenza della svolta il soffitto è più basso di circa 0,2 m rispetto al tratto precedente, ma la diminuzione di sezione avviene in modo graduale.

Qui è stato possibile notare sulla parete NE un piccolo foro quasi completamente ostruito dal deposito a pavimento. Un breve scavo ha permesso di accedere ad una prosecuzione in continuità con la direzione precedente dello speco. Sulla parete in questione si apre quindi un varco la cui esatta geometria è ancora nascosta dal deposito e che sarebbe opportuno identificare in modo completo.

Tratto D-E

La prosecuzione è costituita da una galleria orizzontale a sezione rettangolare, diretta verso NE, larga circa 0,8 m e alta circa 1,0 m, lunga complessivamente 56 m. La direzione differisce di soli 5° da quella dei tratti A-B e B-D. Le pareti ed il soffitto non sono rifiniti né rivestiti, mentre il pavimento è ricoperto da un deposito di detrito fine. In diversi punti si notano le tracce dello scavo, diretto verso valle, cioè verso l'attuale ingresso della cavità. Sono presenti anche diverse nicchie per lucerne, poste su entrambi i lati della galleria.

La roccia è a tratti decorata da minute cristallizzazioni; in un punto si apre sulla parete N una cavità di circa 10 cm ricoperta da una patina color ocra. È probabile che da essa venissero emessi in passato gas vulcanici che hanno provocato i depositi minerali. Ci troviamo infatti a 1200 m dai soffioni della Solfatara. Fortunatamente questa fumarola è inattiva da tempo e ciò ha consentito l'esplorazione in sicurezza della galleria.

Nella parte estrema vengono intersecate alcune fratture della roccia, da cui si infiltrano in cavità cortine di radici vegetali. Questa parte è infatti situata a circa 10-15 m dalla superficie. L'esplorazione termina dove il soffitto si abbassa e sfiora il riempimento detritico, in corrispondenza di un masso distaccato dal soffitto e sospeso.

Tratto D-F

La prosecuzione dello speco si dirige verso SE per altri 27 m, con caratteristiche analoghe a quelle del tratto B-D. Nella parte terminale il rivestimento si è in gran parte distaccato per rivelare una roccia incas-

Fig. 8 - Graffito sul rivestimento dello speco (foto di G. Ferrari).
Fig. 8 - Graffiti on the specus plaster (photo by G. Ferrari).

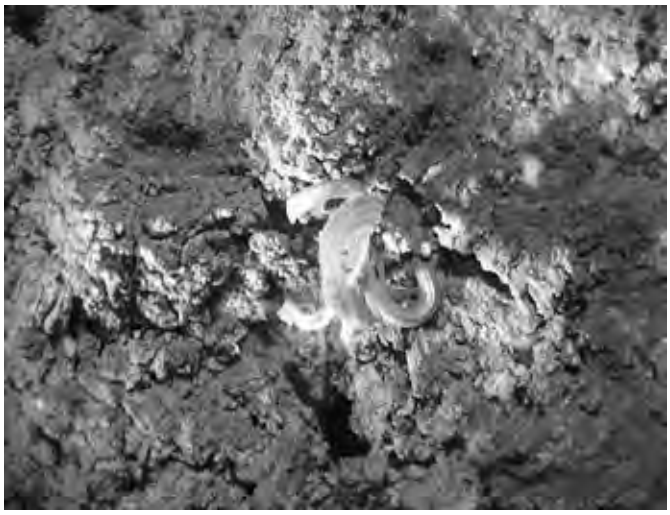


Fig. 9 - Riccioli minerali sul rivestimento (foto di G. Ferrari).
Fig. 9 - Mineral curls on the plaster (photo by G. Ferrari).

sante costituita da un tufo giallo con grandi inclusi verde chiaro. Anche in questo caso, data la vicinanza con la superficie, sono presenti fratture della roccia e cortine di radici. Il ramo termina in corrispondenza di una piccola frana di detrito proveniente da una larga frattura trasversale. Sono visibili tracce di scavo sulla volta con orientamento da D verso F nella prima metà del tratto ed in senso opposto nella seconda metà. Lo scavo ha avuto quindi luogo impiegando una squadra dall'interno ed una squadra dalla superficie. Il punto di collegamento è caratterizzato da una sinuosità poco pronunciata.

Note sul rilievo

La quota dell'ingresso è stata determinata mediante triangolazione con bussola e clinometro rispetto a tre punti quotati sulla Carta Tecnica della Provincia di Napoli, elemento n. 447142 Pozzuoli, mentre la posizione orizzontale è stata determinata con GPS e verificata mediante successiva triangolazione verso punti notevoli riportati su CTR. Al momento è stato realizzato un rilievo preliminare di sintesi in scala originale 1:500 con le sezioni trasversali ed alcuni particolari in scala 1:100 (fig. 6). L'acquisizione del rilievo è stata effettuata con l'impiego di strumentazione tradizionale (bussola Suunto, clinometro Suunto e nastro metrico da 30 m in fibra) e la realizzazione di una poligonale semplice con capisaldi fissati sulle pareti. Per la restituzione del rilievo è stato utilizzato il software Compass, ma la resa grafica è stata effettuata in modo tradizionale su carta millimetrata. Il disegno così ottenuto è stato digitalizzato e rielaborato mediante l'impiego di normali software di elaborazione grafica. È stata utilizzata la simbologia internazionale per i rilievi di grotta, con l'aggiunta di sfumature per rappresentare le caratteristiche del materiale rappresentato.

Lo sviluppo complessivo è di 279 m, per un dislivello complessivo di 19 m di cui 17,3 m negativi (punto C) ed 1,7 m positivi (punto F) rispetto all'ingresso.

BIOLOGIA

Le cavità artificiali come quelle naturali vengono utilizzate dagli animali come ambienti rifugio ed anche in questo caso la cavità, tunnel di acquedotto, è stata trovata abitata da animali; in particolare gli animali più comuni sono i pipistrelli ma anche piccoli vertebrati e insetti. Mediante l'analisi delle foto scattate durante i sopralluoghi è stato possibile affermare che i pipistrelli presenti nella cavità sono della famiglia dei Rinolofidi e probabilmente della specie *Rinolophus maximus*. Questa famiglia è molto diffusa in Europa ed in Italia ma anche in Asia, Giappone, Africa ed Australia. Gli individui sono lunghi circa 6 cm, hanno un peso di 26 g ed un'apertura alare tipica di 36 cm. Sono gregari ed attivi dalle prime luci del tramonto ed abitano le cavità artificiali e sotterranee. Questa specie viene considerata appartenente al gruppo dei chirotteri di piccola-media taglia. Altra rappresentanza animale è data dallo scheletro di un canide di piccola/media taglia forse rimasto intrappolato. Il canide è stato rinvenuto in uno stato di mummificazione per essiccamento; infatti lo speco presenta una discreta ventilazione ed un clima interno caldo secco.

Altro aspetto naturalistico dello speco è la presenza di radici avventizie che hanno attraversato il soffitto alla ricerca di acqua o umidità, tipico di cavità situate a piccola profondità.

MINERALOGIA

Ad una prima analisi sommaria, la cavità presenta diversi aspetti di particolare interesse mineralogico. Come già accennato, i Campi Flegrei sono caratterizzati dalla presenza di un vulcanesimo secondario che si manifesta sotto forma di bradisisma e risalita di fumarole ed acque termali. L'area di La Pietra è posta al centro di una serie di fenomeni endogeni, quali la Solfatara, i Pisciarelli ed Agnano a nord, le terme *Subveni Homini* ad ovest e le terme di Bagnoli e La Pietra ad est. Ai contributi mineralogici da parte del vulcanesimo e del tufo incassante si aggiungono quelli forniti dalle strutture murarie di epoca romana, in una situazione in cui anche la temperatura ambientale presenta evidenti anomalie. Una verifica preliminare ha mostrato che il tratto centrale della cavità ha una temperatura superiore ai tratti periferici. In particolare il 23 settembre 2012 alle ore 12 è stata misurata una temperatura di 26° C all'interno del tratto B-D, mentre sul punto F e nel tratto D-E sono state misurate temperature di 23° C e di 24° C. Sarà quindi opportuno procedere a rilevazioni più strutturate ed in diverse condizioni ambientali.

Sono state effettuate alcune osservazioni mineralogiche preliminari seguite da un campionamento sistematico lungo una progressiva procedendo dall'interno all'esterno della cavità. La roccia tufacea presenta frequenti inclusioni, in particolare nella parte più orientale della cavità, dove si notano anche striature di tufo verdastro nella massa rocciosa. Sono inoltre stati osservati aloni di alterazione del tufo in corrispondenza di fratture della roccia. Per quanto riguarda le deposizioni secondarie, sulle pareti di cocciopesto sono state osservate incrostazioni a cavolfiore assieme a frequenti *cave flowers* centimetrici. Nella stessa zona del tratto B-D si trova una interessante deposizione tubolare lungo tutta la sezione dello speco, per una lunghezza di circa 18 m. Nella sua parte bassa essa è nascosta dal deposito fine di origine tufacea, per cui sarebbe interessante effettuare un breve scavo e determinare con precisione i rapporti di questa struttura tubolare con i depositi sciolti all'interno dello speco. Il consueto deposito calcareo dovuto all'acqua corrente all'interno dello speco è osservabile solo in corrispondenza dell'ingresso (fig. 5), dove si presenta con aspetto laminato ed uno spessore di circa 6 cm. Infine, all'interno del tratto D-E è di particolare interesse la presenza di un conetto di mineralizzazione rossastra; ad una prima ipotesi esso potrebbe essere costituito da cinabro, minerale di origine idrotermale che precipita ad una temperatura inferiore ai 300° C. Questa ed altre ipotesi potranno essere verificate dai risultati delle analisi dei campioni, ora sottoposti ai rispettivi specialisti.

Discussione

Osservando i rapporti della cavità attualmente nota con la superficie ed i dintorni (fig. 10), ne risulta che lo speco perfora orizzontalmente lo sperone di roccia ad una profondità media dalla superficie pari a circa 30 m, con un massimo di circa 50 m. Dall'interno della cavità non è stata riscontrata l'esistenza di pozzi di scavo. Al momento l'ipotesi più ragionevole, anche sulla base delle direzioni di scavo osservate, è che lo scavo sia stato eseguito dalle due estremità senza l'impiego di pozzi dalla superficie. Ciò spiegherebbe la presenza del tratto D-E non rivestito, interpretabile come appartenente alla linea di scavo principale ma in seguito non impiegato per lo speco a favore di un tracciato più vicino all'esterno (tratto D-F) in continuità con la porzione più a monte dell'acquedotto. Si tratta di ipotesi preliminari che devono essere sottoposte al vaglio di una critica archeologica e strutturale.
Il tratto B-C è invece chiaramente di età moderna, a servizio della sottostante galleria ferroviaria. Al momento non abbiamo informazioni per stabilire se, come è probabile, la sala B sia stata anch'essa realizzata in età moderna in funzione dello scavo della galleria B-C. È comunque molto ragionevole pensare che anche il tratto A-B fosse parzialmente ostruito da deposito come i successivi B-D, D-E e D-F e che il deposito sia stato rimosso per consentire lo scavo della galleria B-C.
Dall'area dove si apre l'attuale ingresso non è possibile ricavare informazioni affidabili. Gli sbancamenti subiti hanno obliterato ogni traccia di quelli che potevano essere i rapporti dello speco con la superficie e le sue caratteristiche costruttive. Per quanto riguarda i due estremi a monte, l'esplorazione si è arrestata su riempimenti incoerenti a pochi metri dalla superficie topografica ed in corrispondenza del lato destro idrografico di una marcata incisione valliva dove attualmente si trovano alcuni edifici privati.
È possibile ipotizzare che questo tratto di acquedotto sia pertinente all'*Aqua Augusta Campaniae* sulla base di considerazioni topografiche e strutturali. Il fatto che tale importante struttura conducesse l'acqua dalle sorgenti di Serino, in provincia di Avellino, fino a Pozzuoli, Baia e Miseno è testimoniato dall'iscrizione di Serino, relativa ad un restauro di età costantiniana (Sgobbo, 1938). La stessa iscrizione, congiuntamente ad una seconda situata all'interno della galleria di Scalandrone (Camodeca, 1997) e datata al 30 dicembre 10 d.C., attribuiscono la realizzazione dell'acquedotto all'età augustea. Anche se il tracciato dell'acquedotto in area flegrea è noto solo in modo molto parziale, è possibile riportare in tabella 1 le quote relative ai più vicini spechi noti e ragionevolmente attribuibili all'*Aqua Augusta Campaniae*.

I dati di quota riportati vanno considerati con grande

Fig. 10 - I dintorni di La Pietra. In bianco la cavità; tratteggio nero: il tracciato probabile dell'acquedotto a monte; puntinato nero: il tratto distrutto a valle; linea nera continua: la galleria della Cumana (da GoogleEarth, modificato).
Fig. 10 - La Pietra neighborhood. White: the cave; dashed black: the inferred upstream aqueduct course; dotted black: the downstream course section (destroyed); solid black: modern Cumana railway tunnel (from GoogleEarth, modified).

cautela, dal momento che sono stati ricavati da autori diversi, con metodologie diverse non sempre esplicitate, con accuratezze non verificabili. In particolare, sono stati ricavati in tempi diversi fra loro e ciò, nell'area dei Campi Flegrei soggetti a variazione bradisismica del livello del suolo, introduce un ulteriore elemento di imprecisione. Uno dei principali obiettivi a breve termine dell'Associazione *Aquae Ductae* è proprio di ricavare il maggior numero possibile di livellazioni di precisione degli spechi noti in area flegrea. Le misure di distanza da La Pietra sono ricavate sulla base delle migliori conoscenze attualmente a disposizione degli autori sul tracciato flegreo dell'acquedotto. Pur nella scarsa affidabilità dei dati attuali, se ne può ricavare che la quota dello speco a La Pietra è compatibile con la quota ipotizzabile dell'*Aqua Augusta Campaniae* nell'area.
Allo stesso modo, la posizione topografica dello speco di La Pietra è compatibile con la ripetutamente asserita presenza dell'acquedotto nella trachite del Monte Olibano e soprattutto con il tracciato ipotizzabile sulla base dei tratti noti. Ai luoghi elencati in tabella 1 è possibile aggiungere lo speco messo in luce nei primi decenni del XX secolo dalla cava di tufo situata alle spalle della stazione ferroviaria di Bagnoli (SGOBBO, 1938, p. 96), posto 1500 m a monte di La Pietra e probabilmente distrutto da tempo.
La presenza di deposito calcareo laminato indica che lo speco era percorso da acqua incrostante di provenienza non locale, ed è compatibile con le strutture analoghe note.
Anche per quanto riguarda le caratteristiche costruttive, lo speco di La Pietra presenta significative analogie con gli altri tratti noti. Gli autori hanno potuto esaminare in modo sommario gli spechi situati in tutti i luoghi elencati in tabella 1 salvo quello parallelo alla Grotta di Cocceio: in tutti i casi si tratta di un cunicolo a sezione rettangolare e con volta a botte, rivestito di cocciopesto fino all'imposta della volta e con dimensioni pari a 0,64-0,80 m di larghezza e 1,70 m di altezza. Le principali differenze sono dovute alla necessità di attraversare rocce di varie caratteristiche meccaniche: alla *Crypta Neapolitana*, all'Anfiteatro Flavio ed a Scalandrone la buona tenuta della roccia ha consentito di posare il rivestimento direttamente sul substrato mentre in Via Vecchia Agnano ed in Via Nuova Luciano lo scavo è stato probabilmente eseguito in trincea dalla superficie e lo speco è stato rivestito di opera cementizia su cui è stato posato il cocciopesto. Il caso di La Pietra è intermedio: a causa delle non buone caratteristiche della roccia, è stata realizzata una muratura in opera cementizia solo per l'altezza necessaria a sostenere il cocciopesto.
Dal punto di vista naturalistico, lo speco di La Pietra presenta una particolare ricchezza di mineralizzazioni, probabilmente dovute alla vicinanza di centri di emissione vulcanica.

CONCLUSIONI E PROSPETTIVE

Quanto finora descritto rappresenta una formalizzazione del tutto preliminare delle conoscenze acquisite su questo tratto di acquedotto. La documentazione prodotta, pur nelle limitate dimensioni del tratto esplorato, stimola un vasto spettro di riflessioni e di incognite, che richiedono opportuni approfondimenti interdisciplinari.
Dal punto di vista geografico, storico ed archeologico è opportuno acquisire ulteriori informazioni sulle caratteristiche dello speco, con la determinazione di una quota esatta dell'ingresso, lo studio di una sezione-tipo, lo studio delle murature e soprattutto lo scavo del deposito in corrispondenza del Bivio (punto D) per cercare di comprendere i rapporti fra lo speco (tratti B-D e D-F) e la galleria non rivestita (D-E). L'asportazione del deposito nella sala B potrebbe consentire di stabilire con certezza se essa sia coeva alla galleria moderna B-C. A tale proposito sarebbe anche interessante effet-

Luogo	Quota (m s.l.m.)	Fonte	Distanza da La Pietra (m)
Napoli, speco laterale alla *Crypta Neapolitana*	39,57	TecnoIn (2006)	6200
Napoli, Via Nuova Agnano	37	C.T. Provincia di Napoli (1998)	2000
Pozzuoli, La Pietra	35,3	Ferrari & Lamagna (2012)	0
Pozzuoli, Anfiteatro Flavio	35	Inedito 2010 (Ferrari & Lamagna)	2400
Pozzuoli, Via Vecchia Luciano	~34	C.T. Provincia di Napoli (1998)	4700
Pozzuoli, speco laterale alla Grotta del Cocceio	31	DÖRING (2007), p. 109	9700
Bacoli, Scalandrone	33,5	Inedito 2010 (Ferrari & Lamagna)	14000

Tab. 1 - Quote dei più vicini tratti noti dell'Aqua Augusta.
Tab. 1 - Elevations of the nearest known Aqua Augusta sections.

tuare ricerche negli archivi della società SEPSA, che gestisce la ferrovia Cumana.
Di particolare interesse si rivela l'apparente assenza di pozzi per lo scavo. Lunghi tratti di acquedotto realizzati con scavo a doppio cieco, senza impiego di pozzi intermedi sono attestati con frequenza (si veda ad esempio Demaria, 2010, p. 118-128) ma sono attribuiti da Demaria (op. cit., p. 111) ad interventi di rettifica successivi all'età augustea, per la presenza di parti del tracciato originario più vicino alla superficie topografica. D'altra parte vi sono diversi esempi di importanti opere cunicolari di età precedente realizzate con scavo a doppio cieco, ad esempio Castellani & Dragoni (1991) per gli emissari dei laghi di Albano e di Nemi. La questione è dunque aperta e meriterebbe ulteriori approfondimenti. Nel caso di La Pietra sarà interessante esaminare le balze soprastanti lo speco alla ricerca degli spiragli di acquedotto riportati da Villamena (1620) (fig. 2), anche se le informazioni a disposizione fanno propendere per uno scavo a doppio cieco del tratto A-B-D-E per una lunghezza di circa 250 m.
La presenza di graffiti sull'intonaco apparentemente legati a misure di distanza induce ad esaminare con grande attenzione tutta la cavità alla ricerca di altre eventuali scritte ed a cercare di determinarne l'esatto significato.
Per quanto riguarda le possibili prosecuzioni, il tratto a valle appare completamente distrutto dalle cave. Il primo punto in cui sarà possibile reperire altri tratti di speco si trova all'interno delle cave abbandonate di trachite del Monte Olibano. Lo scavo del riempimento che ostruisce le due prosecuzioni a monte appare piuttosto impegnativo a causa della ristrettezza degli ambienti interni. Prima di intraprenderlo sarà opportuno prendere contatto con le proprietà situate nel vallone posto ad Est della cavità, per identificare eventuali punti di accesso ostruiti e possibilmente l'ulteriore prosecuzione a monte attraverso lo sperone posto più ad Est, oltre il vallone.
Data la presenza di numerose mineralizzazioni di vario tipo, è importante effettuare uno studio specifico basato su un piano organico di campionamenti e di analisi.

Ringraziamenti

I titolari del locale denominato Tonga hanno gentilmente permesso di accedere alla proprietà per raggiungere l'ingresso della grotta.
Le prime indagini e le esplorazioni sono state condotte con il supporto dei consoci dell'Associazione Aquae Ductae*: Luca Ciardiello, Uberto Potenza ed Ugo Potenza e con la partecipazione di Berardino Bocchino, Ivana Guidone e Rosario Varriale.*
Il dr. Danilo Russo ha effettuato la determinazione dei chirotteri presenti in cavità sulla base di immagini fotografiche. Diverse biblioteche reali e virtuali hanno messo a disposizione i molti testi anche assai rari, utili per le ricerche storiche: Biblioteca Nazionale di Napoli, Biblioteca Universitaria di Napoli, Biblioteca Diocesana di Pozzuoli, Biblioteca della Soprintendenza Speciale per i Beni Archeologici di Napoli e Pompei, Biblioteca Trivulziana di Milano, Google Books, Archive.org, gallica.fr e numerose altre.

Bibliografia

Barrionuevo, G., 1616, *Panegyricus ill.mo et ex.mo domino Petro Fernandez a Castro Lemensium*. Neapoli, ex typographia Tarquinij Longi, 196 pp., 4 tavole.
Blewitt O., 1853, *Handbook for travellers in Southern Italy.* London, Murray, 559 pp.
Bonucci, C., 1845, *Le vicinanze*. In: *Napoli e luoghi celebri delle sue vicinanze*, Napoli, Nobile, pp. 414-592.
Breislak S., 1792, *Essais mineralogiques sur la solfatare de Pouzzole*. Napoli, Giaccio, 240 pp.
Camodeca G., 1997, *Una ignorata galleria stradale d'età augustea fra Lucrinum e Baiae e la più antica iscrizione di un curator aquae augustae*. Atti del Convegno in omaggio a Raimondo Annecchino, Pozzuoli, pp. 289-306.
Capaccio, G. C., 1607, *La vera antichita di Pozzuolo, descritta da Giulio Cesare Capaccio secretario dell'inclita citta di Napoli ... A modo d'itinerario, accio tutti possano seruirsene*, Napoli, Carlino & Vitale, 386 pp.
Carletti N., 1787, *Storia della regione abbruciata in Campania felice*. Napoli, Raimondiana, pp. XLIII, 382 pp.
Castellani V., Dragoni W., 1991, *Opere arcaiche per il controllo del territorio; gli emissari sotterranei artificiali dei laghi Albani*, in: *Gli Etruschi maestri di idraulica*, Electa Editori Umbri, Perugia, pp. 43-60.
De Criscio G., 1881, *Notizie istoriche archeologiche topografiche dell'antica città di Pozzuoli e dei suoi due aquidotti Serino e Campano con modi onde accrescere il volume delle acque nel secondo condotto*. Napoli, Mormile, 81 pp.
De Jorio A., 1817, *Guida di Pozzuoli e contorno*. Napoli, De Bonis. VII, [1], 151, [1] pp.; 2 tavole.
Demaria D. (Ed.), 2010, *Gli antichi acquedotti di Bologna: le nuove scoperte, i nuovi studi*. Bologna, Gruppo Speleologico Bolognese, Unione Speleologica Bolognese, 319 pp.
Döring M., 2007, *Römische Häfen, Aquädukte und Zisternen in Campanien. Bestandsaufnahme der antiken Wasserbauten*. Mitteilungen der Institut für Wasserbau und Wasserwirtschaft, Technische Universität Darmstadt, 142, pp. 1-197.
Dubois C., 1907, *Pouzzoles antique (historie et topografie)*. Paris, Fontemoing, 452 pp.
Giustiniani L., 1797-1816, *Dizionario geografico ragionato del Regno di Napoli*. Napoli, 10 voll.

Guiscardi G., 1862, *Contribuzioni alla geologia dei Campi Flegrei*. Atti. Accademia delle Scienze Fisiche e Matematiche, Società Reale di Napoli, 1, n. 7, 7 pp., 1 tavola.

Hill C., Forti P., 1997, *Cave minerals of the world*. Huntsville, Alabama (USA), the National Speleological Society, Seconda edizione, pp. 463.

Johannowsky, W., 1953, *Contributi alla topografia della Campania antica. I. La «Via Puteolis – Neapolim»*. Rendiconti della Accademia di Archeologia, Lettere e Belle Arti, Napoli, 27, pp. 83-146.

Loffredo F., 1580, *Le antichita di Pozzvolo et lvoghi convicini*. Napoli, Salviani, 27 cc.

Orti G., 1834, *Raccolta accresciuta di viaggi*. Verona, De Giorgi, 2 volumi.

Principe C., Rosi M., Sbrana A., Zan L., 1986, *Carta geologica e gravimetrica dei campi flegrei*. CNR Progetto finalizzato di geodinamica, Direttore F. Barberi; Sottoprogetto 3: sorveglianza dei vulcani attivi e rischio vulcanico, Direttore G. Luongo. Joint-Venture AGIP-ENEL.

Romanelli D., 1817, *Viaggio a Pompei, a Pesto e di ritorno ad Ercolano ed a Pozzuoli*. Napoli: Trani, 2 volumi.

Scacchi A., 1849, *Memorie geologiche sulla Campania. Memoria II: Descrizione geologica della regione flegrea*. Rendiconti dell'Accademia di Scienze di Napoli, 8, pp. 115-140.

Sgobbo I., 1938, *L'acquedotto romano della Campania: Fontis Augustei Aquaeductus*. Notizie degli Scavi di Antichità, pp. 75-97.

Società Veneta per Imprese e Costruzioni Pubbliche, 1885, *Acquedotto di Napoli*. Padova, pp. 83.

Tenore M., 1833, *Ragguagli di alcune peregrinazioni effettuate in diversi luoghi delle provincie di Napoli e di Terra di Lavoro, nella primavera e nell'estate del 1832*. Il Progresso delle scienze, delle lettere e delle arti, Napoli, 5, pp. 41-63.

Ventriglia U., 1951, *Rilievo geologico dei Campi Flegrei (Zona centrale, fra la direttissima Napoli-Roma e la collina dei Camaldoli)*. Bollettino della Società Geologica Italiana, Roma, 69 (1950), pp. 265-334.

Villamena F., 1620, *Ager puteolanus, sive prospectus eiusdem insigniores*. Roma, De Rossi, 24 cc. di tavole.

Mappatura delle cavità artificiali del sottosuolo cagliaritano (Sardegna)*

Cristiana Cilla[1], Marcello Vargiu[2], Aldo Migliorini [1], Lara Sarritzu[3], Roberto Sanna [3], Francesco Randaccio[1], Giuseppe Piras[1]

Riassunto

Il sottosuolo della città di Cagliari è stato utilizzato dalle popolazioni locali fin dai tempi remoti, sia per le inumazioni, principalmente nei colli cittadini, sia per la raccolta dell'acqua piovana, con la creazione di un fitto sistema di gallerie e cisterne. Un impiego stratificato negli anni che ha portato al riutilizzo e all'adattamento delle cavità artificiali ai differenti usi. La forte necessità di sviluppo, e di materiali per le attività edili, che la città di Cagliari ha avuto nel secondo dopoguerra, ha fatto si che molte delle cavità presenti nel territorio comunale venissero distrutte o che di esse si perdesse traccia, inglobate in ampi complessi edilizi o ricoperte sotto strati di asfalto. Questa situazione ha creato, a livello amministrativo, un vuoto nelle conoscenze del sottosuolo dando vita ad una potenziale situazione di pericolo, sia per la popolazione che per le cavità stesse. In questi frangenti Il Comune di Cagliari ha deciso di dotarsi di uno strumento in grado di identificare e di restituire informazioni sulle cavità più importanti presenti nel sottosuolo cittadino, al fine di poter tutelare e in futuro valorizzare questo importante patrimonio. Il Centro Studi Ipogei Specus, con la collaborazione del Gruppo Speleo Archeologico Giovanni Spano e dell'Unione Speleologica Cagliaritana, ha provveduto quindi a rilevare e accatastare 100 cavità riconosciute dall'amministrazione cittadina come particolarmente suscettibili. Questa attività ha consentito un riordino delle conoscenze in seno ai gruppi, contribuendo in maniera forte alla nascita, anche in Sardegna, del catasto delle Cavità Artificiali, ma soprattutto ha portato al rilievo ex novo di 70 cavità, mappate e georeferenziate, al fine di essere facilmente integrate nei sistemi di indagini territoriali.

PAROLE CHIAVE: *Cavità artificiali, rilevamento, tutela.*

Abstract

MAPPING OF THA UNDERGROUND CAVITIES OF CAGLIARI (SARDINIA - ITALY)

The subsoil of the city of Cagliari has been used by local people since ancient times, both for the burials - mainly in the city hills - and to collect rainwater, through the creation of a dense system of tunnels and cisterns. An use layered over the years that led to the reuse and adaptation of artificial cavities for different uses. The strong need for development and for materials for building activities that the city of Cagliari has had, after the Second World War, has meant that many of the cavities in the municipal area were destroyed or incorporated in large complexes building or covered under layers of asphalt, so that we have lost track of them. This situation created, at the administrative level, a gap in knowledge about the subsoil, creating a potentially hazardous situation for both the people and the cavities. In these situations the City of Cagliari has decided to adopt a tool that can identify and collect information about the most important cavity in the city subsoil, in order to protect and enhance this important asset in the future. The Centro Studi Ipogei Specus, with the help of Gruppo Speleo Archeologico Giovanni Spano and the Unione Speleologica Cagliaritana, thus proceeded to survey and to registry at the land-registry office the 100 cavities recognized by the

** La redazione di questo contributo è frutto della collaborazione degli autori; si segnala, tuttavia, che C. Cilla e M. Vargiu hanno redatto il paragrafo "Motivazioni che hanno spinto al censimento delle cavità", G. Piras il paragrafo "La geologia di Cagliari", C. Cilla il paragrafo "La stratificazione archeologica di Cagliari", M. Vargiu i paragrafi "Metodologia di lavoro" e "Analisi sullo stato di conservazione delle cavità cagliaritane rilevate", R. Sanna il paragrafo "L'archivio storico dei rilievi", A. Migliorini i paragrafi "L'aggiornamento dei rilievi" e "Le nuove cavità rilevate", L. Sarritzu il paragrafo "La schedatura e il database delle cavità", F. Randaccio il paragrafo "Utilizzo e riutilizzo delle cavità cagliaritane". Autore di riferimento Cristiana Cilla, e-mail: cristiana.cilla@gmail.com.*

[1] Centro Studi Ipogei Specus
[2] Unione Speleologica Cagliaritana
[3] Gruppo Speleo Archeologico Giovanni Spano

city as being particularly susceptible. This activity has led to reorganize the knowledges within the groups, contributing strongly to the birth, in Sardinia too, of the Artificial Cavities Cadastre, but also led to a new significant survey de novo 70-cavity, georeferenced and mapped in order to be easily integrated into systems of land investigations.

Key words: Artificial cavity, survey, protection.

Motivazioni che hanno spinto al censimento delle cavità

Il territorio comunale di Cagliari è inserito nell'elenco delle aree a forte rischio sinkhole (Nisio, 2008; ISPRA, 2010), sia per la natura geologica del territorio, prevalentemente calcarea, sia per l'elevato numero di cavità prettamente antropiche presenti. In un'ottica di pianificazione territoriale la conoscenza delle principali cavità cittadine costituisce uno strumento fondamentale, al fine di prevenire eventi calamitosi. Il Comune di Cagliari ha deciso nel 2009 di dotarsi di uno strumento in grado di aggiornare le conoscenze del sottosuolo cittadino, provvedendo alla mappatura di 100 cavità presenti nel territorio tra le più critiche dal punto di vista delle sicurezza e della tutela.

La geologia di Cagliari

Nell'area urbana di Cagliari affiorano litologie ascrivibili essenzialmente al Cenozoico e al Quaternario. Le "Argille di Fangario" (Langhiano medio - Serravalliano inf.; Cherchi, 1974; Spano & Meloni, 1992), affioranti in vecchie cave nella periferia NW della città, costituiscono la base della successione miocenica; sono costituite da argille e marne grigie o giallo-biancastre, passanti verso l'alto a livelli arenaceo-marnosi (fig. 1).
Superiormente, in discordanza stratigrafica, poggia la Formazione delle "Arenarie di Pirri" (Serravalliano; Cherchi, 1974; Pecorini & Pomesano Cherchi, 1969) costituite da banchi di arenarie giallastre alternate a sabbie incoerenti e limitati livelli argillosi e conglomeratici. Questi depositi, per diffusione, costituiscono il substrato principale dell'area cagliaritana, con spessori massimi intorno ai 200 m.
In contatto trasgressivo segue superiormente la sequenza dei "Calcari di Cagliari", distinta nelle tre classiche *facies* della "Pietra Cantone" Auct., "Tramezzario" Auct. e "Pietra Forte" Auct.(Cherchi, 1974; Comaschi Caria, 1958; Gandolfi & Porcu, 1967; Pecorini & Pomesano Cherchi, 1969; Spano & Barca, 2002), caratterizzate da ambiente deposizionale da circalitorale a infralitorale e giacitura generalmente sub-orizzontale.
La "Pietra Cantone" Auct. (Tortoniano) è costituita da calcari marnoso-arenacei giallastri con stratificazione irregolare, marcata bioturbazione e spessore massimo di circa 50 m (Capo S. Elia).
Il termine superiore ("Tramezzario" Auct.; Tortoniano), in contatto tettonico, è caratterizzato dall'alternanza di banchi metrici di calcari argillosi, calcari bioclastici e biocalcareniti, per uno spessore massimo di circa 40 m.
Chiude la successione carbonatica miocenica la "Pietra Forte" Auct. (Tortoniano-Messiniano), costituita da calcari biohermali e biostromali, biancastri, generalmente massivi, aventi spessore massimo intorno ai 60 m.
Depositi pliocenici e quaternari, costituiti da alluvioni continentali terrazzate, formazioni di ambiente litorale e fluvio-lacustre, depositi eluviali e colluviali, detrito di falda affiorano prevalentemente lungo i versanti e alla base delle colline calcaree (Barroccu et al., 1979).
L'assetto geomorfologico dell'area cagliaritana è contraddistinto dalla presenza di modeste colline, aventi quota massima intorno ai 140 m s.l.m. (Capo S. Elia). Dal punto di vista strutturale questi rilievi rappresentano dei pilastri tettonici, suddivisi in blocchi secondari per effetto delle vicende tettoniche correlabili con l'evoluzione della "Fossa Sarda" oligo-miocenica e con il *graben* plio-quaternario del Campidano (Cherchi et al., 1978; fig. 2).

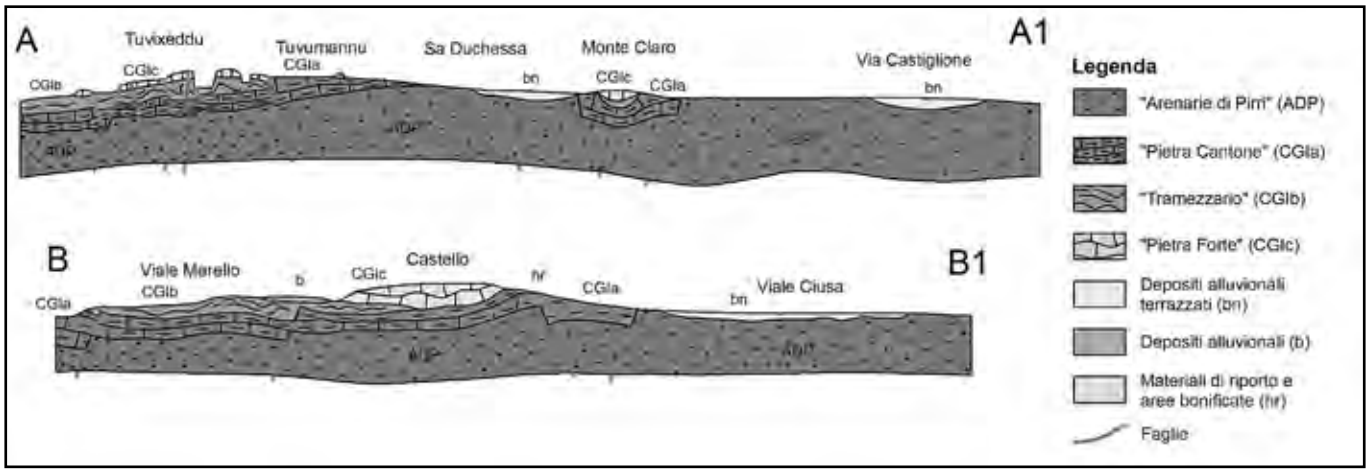


Fig. 1- Sezione geologica del territorio di Cagliari (elaborazione G. Piras).
Fig. 1 - Territory of Cagliari: geological section (processing G. Piras).

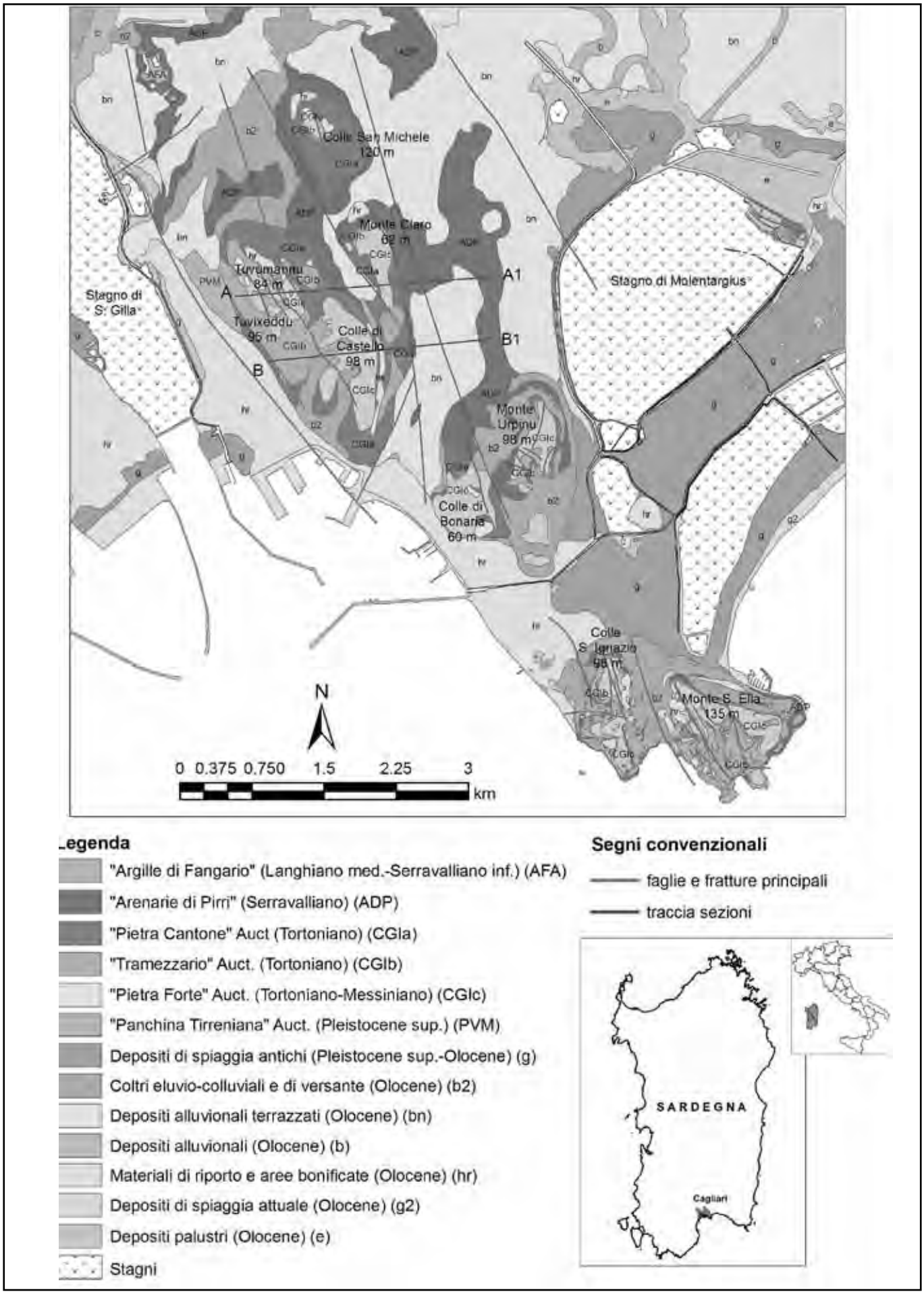


Fig. 2 - Carta geologica del territorio di Cagliari (elaborazione G. Piras).
Fig. 2 - Territory of Cagliari: geological map (processing G. Piras).

Per quanto riguarda l'assetto idrogeologico dell'area urbana cagliaritana è possibile distinguere un acquifero principale, impostato nei depositi sabbioso-arenacei delle "Arenarie di Pirri", che sono caratterizzate da permeabilità alta per porosità, e sostenuto inferiormente dalle argille impermeabili di Fangario. Un acquifero secondario, di modesto spessore, è riconoscibile in corrispondenza dei calcari della "Pietra Forte", fratturati e carsificati, sovrastanti ai calcari detritico-argillosi del "Tramezzario" e ai depositi calcareo-marnosi della "Pietra Cantone", questi ultimi scarsamente permeabili (Barroccu et al., 1979; Pala, 1997).
L'assetto geologico ha profondamente influenzato le modalità di insediamento nell'area urbana di Cagliari e, conseguentemente, la realizzazione di ambienti sotterranei artificiali per vari scopi e utilizzi. Le rocce affioranti, specialmente quelle di natura carbonatica, hanno da sempre costituito interesse per la produzione di pietra da costruzione, tanto da essere state denominate, in relazione all'utilizzo specifico in campo edilizio, con i termini eloquenti utilizzati anche nella letteratura scientifica di "Pietra Cantone", "Tramezzario" e "Pietra Forte".
Anche la presenza di acque sotterranee ha favorito, in una città spesso interessata da prolungati periodi di siccità, la creazione di opere di eduzione, spesso imponenti, quali alcuni pozzi ubicati nelle aree più rilevate della città (Castello), per lo sfruttamento degli acquiferi più profondi impostati in corrispondenza dei litotipi ad elevata permeabilità ("Arenarie di Pirri"), o più superficiali, spinti in corrispondenza dei termini calcarei più fratturati ("Pietra Forte"), sede di accumuli limitati e di ridotta potenza.
Anche la scarsa permeabilità delle *facies* calcaree argillose ha favorito la creazione di serbatoi e cisterne per il convoglio e la conservazione delle acque meteoriche.

La stratificazione archeologica di Cagliari

La città di Cagliari nasce e si costruisce su resti più antichi, oggi inglobati nel moderno assetto urbano. Le cavità artificiali costituiscono parte integrante di questo sviluppo poiché nate in buona parte grazie ad una fiorente attività estrattiva prolungata nel tempo, favorita da un territorio caratterizzato in prevalenza da calcare, roccia di facile taglio adatta alle costruzioni. Le particolari condizioni geomorfologiche hanno influenzato in modo determinante l'assetto delle aree edificabili.
Certamente è importante capire qual' è stato lo sviluppo del centro abitato nei secoli, per dare una maggiore determinazione di tempo e luogo a ciò che si va a presentare.
Sappiamo che già in antico Cagliari è stata centro importante sul piano politico-sociale. Diverse sono le fonti che citano l'origine e la storia della Città, da Plinio (*Naturalis Historia* III, 7, 87) a Pausania (X, 17,9.; Colavitti & Tronchetti, 2003). Interessante è senza dubbio la leggenda tramandata dallo scrittore latino Gaio Giulio Solino (prima metà-fine del III secolo), che nei suoi *Collectanea rerum memorabilium* (Solino IV, 2: Ugas, 2005; Zedda Macciò, 2010) racconta che la Città sarebbe stata fondata da Aristeo giunto in Sardegna nel XV secolo a.C. circa. I rinvenimenti archeologici, pur essendo limitati, poiché l'odierno sviluppo urbano ricalca quello antico, hanno permesso di individuare un interessante espansione urbanistica (Colavitti & Tronchetti, 2003).
Nel territorio della città di Cagliari la preistoria è documentata per un periodo che va dal neolitico antico (VI-V millennio a.C.), sino alla I età del ferro (IX sec. a.C.: Santoni, 2012), con ritrovamenti ad esempio nei pressi dell'area della Grotta ormai scomparsa di S. Elia, sul capo Sant'Elia[1] (Orsoni, 1879) (fig. 3), di frammenti di ceramica cardiale[2] (Atzeni, 1986; Orsoni, 1879), la presenza di manufatti in selce e ossidiana nell'area di S. Gilla e di elementi del bronzo finale presso la Grotta dei Colombi (fine XII, inizi IX sec. a.C.; Taramelli, 1904). All'interno dell'attuale area urbana sono interessanti i ritrovamenti del neolitico nella zona di Viale Bonaria, dell'eneolitico nell'area di Monte Claro, via Basilicata e Sa Duchessa, mentre più rare sono le presenze di età nuragica (una testa di mazza in andesite dalla grotta di Santa Restituta: AA.VV., 1988) e resti di un villaggio in località Is Bingias, datato tra l'età del bronzo recente e finale (XIII - X sec. a.C.: Santoni, 2012).

Fig. 3 - Capo S. Elia (foto C. Cilla).
Fig. 3 - Cape Sant'Elia (photo C. Cilla).

Come si può dunque constatare, per la fase più antica è certamente più complesso capire la tipologia di espansione sul territorio mentre diventa più semplice in età fenicia. Cagliari infatti sorge come "scalo permanente fenicio"[3] (Barreca, 1988), intorno all'VIII-VII sec. a.C., e si sviluppa all'interno della laguna di S. Gilla (Barreca, 1986; fig. 4), con tracce di cultura materiale datate appunto a questo periodo. Alla fine del VII sec. a.C. vengono fatte risalire delle strutture ritrovate in via Brenta (Tronchetti, 1993), in mattoni di fango su zoccolature di pietre. Il porto si trovava presumibilmente nell'area della laguna di S. Gilla.

---

[1] Ricerche dell'Orsoni del 1878.
[2] Impressa e decorata a crudo con la conchiglia del *cardium edulis*.
[3] I fenici giunti in Sardegna attraverso le rotte commerciali per la penisola Iberica, mirate allo sfruttamento minerario, fondano nella parte sud-occidentale dell'isola intorno all'VIII sec. a. C., una serie di insediamenti costieri quali ad esempio Nora, Sulci e Tharros.

Fig. 4 - Veduta dello stagno di Santa Gilla dal colle di Tuvixeddu (foto C. Cilla).
Fig. 4 - View of the pond St. Gilla from the hill of Tuvixeddu (photo C. Cilla).

Fig. 5 - Necropoli di Tuvixeddu: vista in sezione delle tombe a camera con pozzo d'accesso, scavate nella roccia (foto M. Vargiu).
Fig. 5 - Tuvixeddu necropolis, sectional view of the chamber tombs with access shaft dug into the rock (photo M. Vargiu).

In età punica, si può invece parlare di primo insediamento urbano, ovvero della nascita di una vera e propria città. I Cartaginesi giungono in Sardegna a partire dalla metà del VI secolo a.C. (Barreca, 1988), e Cagliari diventa fin dagli inizi del V secolo a.C. un centro di notevole importanza. (Colavitti & Tronchetti, 2003). L'abitato si sviluppa in maniera più complessa con riutilizzi e espansioni, realizzazione di cisterne e canalette per il passaggio dell'acqua, e presenza di ambienti ad uso artigianale (Salvi, 1991). Documentazione materiale si ritrova infatti in viale Sant'Avendrace, via Brenta, sul colle di Tuvixeddu, nella zona di San Paolo e S. Gilla, con datazioni che vanno dal VI al II sec. a.C. (Tronchetti, 1993). La necropoli è situata sul colle di Tuvixeddu (fig. 5) e utilizzata dagli inizi del V secolo a.C. sino al periodo romano repubblicano (II-I secolo a.C.; AA.VV., 2000). Il tophet è invece situato nella regione San Paolo (Tronchetti, 1993). Altre testimonianze certe del periodo si documentano nell'area di capo S. Elia per la presenza di alcune cisterne e il ritrovamento di un iscrizione dedicatoria ad Astarte (Stiglinz, 2007), che presuppone la presenza di un tempio. Il colle di Bonaria ha infine restituito testimonianze di alcune tombe a camera, utilizzate da poco dopo la metà del III alla metà circa del II secolo a.C. (Salvi, 1988). Il porto è invece ancora documentato all'interno della laguna di Santa Gilla (Santoni, 2012).

Il passaggio sotto il dominio romano per la Sardegna avviene intorno alla metà del III secolo a.C. (238-237 a.C.) e nel 227 a.C. con l'invio dei primi pretori si crea la *provincia Sardinia et Corsica*. Numerosi rinvenimenti epigrafici databili a questo periodo evidenziano il quadro di una città in continua crescita urbanistica (Colavitti & Tronchetti, 2003). Si verifica lo spostamento del nucleo centrale cittadino nell'area di piazza del Carmine, nei pressi della quale si costruisce un teatro-tempio monumentale (Colavitti, 2003). Si realizzano strutture termali (tra via Sassari e largo Carlo Felice) e nel II sec. d.C. l'acquedotto. Le aree a destinazione abitativa si collocano in una zona a monte della piazza del Carmine, si può infatti evidenziare il complesso della cosiddetta villa di Tigellio (le strutture sono pertinenti ad un edificio termale e a tre edifici abitativi datati tra I e IV sec. d.C.; fig. 6) e l'anfiteatro (Dadea, 2006), inserito all'interno dello spettacolare scenario del Colle di Buoncammino, con arena e parte della cavea interamente scavate nella roccia. Interessanti inoltre l'area di S. Eulalia[4] (AA.VV., 2002) nella Marina, e la *fullonica*[5] (Mureddu, 2000) situato in una zona vicina all'ipotizzato porto che recenti indagini archeologiche pongono nei pressi dell'odierna via Campidano.

Le due necropoli più importanti si documentano ancora a Tuvixeddu (fig. 7) e Bonaria. Nel complesso si può capire come già in antico si sia iniziato a tracciare l'assetto attuale della città. Lo sviluppo urbanistico procede probabilmente ricalcando la città romana già in età tardo-antica e medievale, con notevoli difficoltà nel seguire le modalità a causa dei riutilizzi. Hanno in questo periodo grande importanza impianti monastici come l'esempio nell'area della Basilica di San Saturno. E certamente significativa è la realizzazione nel 1217 del Castellum Castri de Kallari[6] (Cadinu, 2001), costruito dai Pisani sul Colle di Castello appunto, fortificato e sede centrale della città (fig. 8), al cui sviluppo si affiancheranno i quartieri della Marina, Villanova e Stampace. Certamente la realizzazione delle fortificazioni cagliaritane ha un suo grande interesse per la storia delle cavità artificiali sia perché ha notevole im-

[4] Con i resti di un'antica cava ed un piccolo impianto per le offerte monetali (età romano-repubblicana) e la presenza di un portico colonnato, una strada e due edifici in pietra (IV sec. - VI sec. d.C).

[5] Antico impianto per la lavorazione dei tessuti.

[6] La sua planimetria viene programmata secondo il modello delle città toscane e prevede un tracciamento di tre strade ad andamento sinuoso, parallele alla ruga Mercatorum (odierna via Lamarmora). La città, oltre alle tre *rugae*, presenta tre porte, con al centro la *Platea Comunis*. Fortificata con un complesso di mura per 1640 mt, alternato da una ventina di torri secondarie, più le tre principali di S. Pancrazio, del Leone e dell'Elefante.

Fig. 6 - Villa di Tigellio (foto M. Vargiu).
Fig. 6 - Villa Tigellio (photo M. Vargiu).

patto nello sviluppo urbano, sia perché ha portato alla realizzazione di gallerie di transito sotterranee in particolare durante la costruzione dei Bastioni nel 1500, e gli ampliamenti del 1700.
Da questo breve e sintetico resoconto si può capire come Cagliari oggi non sia altro che lo specchio di ciò che è stato, nella sua espansione ricalca pienamente le sue origini e le sue cavità son ciò che resta di varie attività perpetuatesi nei secoli.

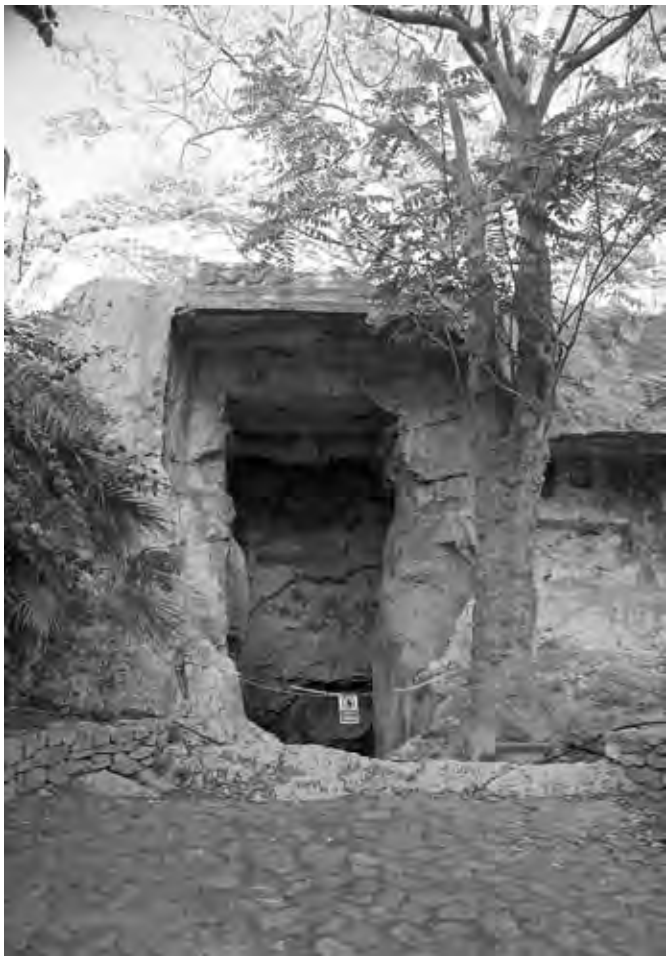


Fig. 7 - Tomba di Atilia Pomptilla, detta Grotta della Vipera: viale S. Avendrace, necropoli di età romana alle pendici del colle di Tuvixeddu (foto M. Vargiu).
Fig. 7 - Atilia Pomptilla's tomb called Grotta della Vipera: S. Avendrace avenue, Roman necropolis at the foot of the hill of Tuvixeddu (photo M. Vargiu).

Metodologia dei lavori

La conoscenza del sottosuolo urbano è da sempre stata un punto fermo dell'attività dei gruppi speleo cittadini, che fin dagli anni 80 si sono interessati di esplorare, studiare e rilevare le cavità cagliaritane. I dati rilevati in questi anni sono stati quindi un'ottima base di partenza per la pianificazione del lavoro, come primo passo si è infatti proceduto alla catalogazione dei rilievi in nostro possesso al fine di identificare quali cavità erano ancora esistenti e accessibili. In questa fase si è deciso di suddividere il lavoro in tre sezioni separate e consecutive: la ricerca bibliografica, il rilevamento delle cavità artificiali e la restituzione dei rilievi in formato CAD, la realizzazione e compilazione delle schede catastali (completate da bibliografia). La ricerca bibliografica è stato un fondamentale strumento per il reperimento di informazioni sulle cavità citate negli anni da diversi autori, di cui spesso si erano perse le conoscenze o peggio che sono state inglobate all'interno di complessi edilizi. La ricerca si è concentrata principalmente su testi (Floris, 1988) e pubblicazioni scientifiche (Floris, 1987) risalenti alla fine del secolo scorso. La seconda fase ha interessato il rilievo delle cavità (fig. 9), che è stato svolto su due filoni paralleli: il rilievo delle nuove cavità identificate e la verifica dei rilievi storici.

Fig. 8 - Quartiere di Castello: veduta di un tratto delle antiche fortificazioni di età Pisana (foto M. Vargiu).
Fig. 8 - Castle District: section view of the old fortifications dating back to the Pisan age (photo M. Vargiu).

Fig. 9 - Fasi del rilevamento (foto M. Vargiu).
Fig. 9 - Phase of surveying (photo M. Vargiu).

Infatti tutti i rilievi presenti negli archivi sono stati informatizzati e importati su una piattaforma CAD, al fine di accertarne l'attendibilità e di poterli correggere sulla base delle nuove misurazioni. Questa attività ha inoltre dato modo di comprendere l'evoluzione delle cavità stesse, di verificare come le condizioni idrologiche, strutturali e ambientali siano mutate nell'arco degli anni.
I rilievi delle nuove cavità identificate sono stati realizzati principalmente da una squadra di tre rilevatori che, attraverso l'utilizzo di strumenti speditivi, hanno effettuato le misurazioni necessarie. Si è deciso di utilizzare strumenti speditivi e non attrezzature tipiche dei rilievi topografici di precisione per questioni di velocità, praticità ed ingombro. Infatti spesso ci si è trovati a rilevare in condizioni ambientali che hanno richiesto l'utilizzo di apparecchi poco ingombranti, e soprattutto molto robusti (fig. 10). La scelta è quindi ricaduta sul distanziometro ottico della Leica, il Disto A8, che accosta doti di robustezza e precisione a una dotazione tecnologica avanzata. Difatti questo strumento è in grado di misurare in un'unica battuta sia le distanze che l'inclinazione, essendo dotato anche di un sensore di inclinazione.

Fig. 10 - Fasi del rilevamento: esempio di utilizzo del materiale da rilievo in ambiente complesso (foto C. Cilla).
Fig. 10 - Phase of surveying: example of use of the material to be embossed in the complex environment (photo C. Cilla).

La strumentazione a disposizione, pur mantenendo un alto standard di velocità e praticità, ha consentito di poter effettuare i rilievi con una buona precisione, consentendoci di mantenere l'errore sulle distanze entro un range di +/- 1.5 mm, e di +/- 0.15° sulle inclinazioni e sugli angoli azimutali.
Per agevolare e migliorare la restituzione dei dati si è provveduto a effettuare diverse fotografie in corrispondenza delle sezioni trasversali, queste, una volta riportate in ambiente CAD, sono servite da base per la realizzazione delle sezioni.
Per ogni cavità si è provveduto inoltre a rilevare le coordinate dell'ingresso attraverso due metodologie, un GPS portatile e una triangolazione. Il GPS utilizzato è un Garmin Oregon 550, che in condizioni ottimali consente di ottenere una precisione prossima ai due metri, la triangolazione invece è stata effettuata sfruttando gli strumenti da rilievo su descritti.
Ciò si è reso necessario per consentire il posizionamento di ogni rilievo sulla cartografia tematica fornitaci dal Comune di Cagliari.

L'archivio storico dei rilievi

L'archivio storico dei Rilievi nasce sin dall'anno di fondazione del GSAGS nel 1976. Già nel suo atto costitutivo infatti si parlava di censimento e catalogazione di tutte quelle cavità, sia naturali sia artificiali, presenti nel territorio cagliaritano.
Sì è iniziato raccogliendo informazioni orali sulla presenza delle cavità, e anche ricerche bibliografiche presso vari archivi. Inizialmente venivano censiti tutti i vuoti presenti, anche di piccolissime dimensioni, e questo ha portato, fino agli inizi degli anni '80, ad avere una mole di materiale difficilmente gestibile anche perché organizzata in modo non omogeneo.
Intorno al 1982, sì pensò di realizzare una scheda catastale che permettesse di contenere i dati ritenuti interessanti.
Il numero di cavità censite fino a quel momento era di circa 400, per la maggior parte si trattava di cisterne di varie epoche.
Poi nel 1987, iniziando a collaborare con la Soprintendenza Archeologica di Cagliari, il lavoro divenne più completo, infatti, oltre alla realizzazione di una nuova scheda, si realizza un rilievo sia grafico sia fotografico della cavità, inoltre la stessa viene georeferenziata con l'utilizzo delle Carte Tecniche Comunali.
In seguito a causa di vari spostamenti di sede, dei circa 500 rilievi che avevamo durante l'ultimo censimento effettuato nel 2005, ci siamo ritrovati con circa 150 rilievi utilizzabili.
Di questi circa una quarantina rappresentavano delle tombe della necropoli di Tuvixeddu, quindi sì e provveduto alla risistemazione e rilievo ex novo delle cavità accessibili.
A oggi il nostro catasto ufficioso conta circa 300 rilievi, quelli, però, inseriti nel catasto della Commissione Cavità Artificiali sono solo 100.
Si sta lavorando ora alla realizzazione delle schede delle restanti cavità per aggiungerle al catasto.

L'aggiornamento dei rilievi

I rilievi effettuati nel corso degli anni da parte del GSAGS e del CSI Specus sono stati utilizzati come base di partenza per le verifica dell'affidabilità dei rilievi effettuati e per uno studio sull'evoluzione delle cavità.
La maggior parte dei rilievi presenti negli archivi dei due gruppi infatti era costituito da lavori effettuati negli anni 80 e 90, riportati su supporti lucidi e conservati per anni. Alla luce di quanto detto l'utilizzo e la verifica di questi rilievi è stato quindi assai problematico per due motivi principali: l'errore indotto dagli strumenti al momento del rilievo e l'errore indotto dalla variazione delle dimensioni della carta.
Buona parte dei rilievi riportava in calce, tra i dati inerenti la cavità, anche la strumentazione utilizzata per effettuare il rilievo. Tutti i rilievi sono stati eseguiti con bussola, clinometro e doppio decametro. La precisione di questi strumenti si attesta entro un range di +/- 0.50° per gli angoli azimutali e verticali e un errore variabile e non valutabile per la misura delle distanze. Questo dato non è ovviamente stato corretto in alcun modo, ma la conoscenza del potenziale errore ci ha consentito di poter comprendere al meglio l'evoluzione della cavità.
L'altro problema che abbiamo riscontrato era dovuto alla deformazione del supporto su cui il rilievo è stato riprodotto, comunemente carta lucida. Questo supporto se esposto a umidità tende a deformarsi in maniera anisotropa modificando di fatto sia le distanze che gli angoli. Una volta scannerizzati i rilievi è stato quindi necessario attraverso un programma di photo editing modificarli al fine di poterli riportare il più possibile nelle condizioni originali, sfruttando i dati riportati in calce ai rilievi.
La verifica è stata effettuata con i medesimi strumenti usati per il rilevamento, effettuando nuovamente tutte le misure di angoli e delle distanze. In diverse occasioni ci si è imbattuti in condizioni ambientali e strutturali differenti rispetto a quelle rilevate, che hanno richiesto sostanziali modifiche ai rilievi. Le differenze più significative hanno interessato la variazione del livello idrico all'interno delle cavità, la presenza di crolli e l'occlusione dell'ingresso o di alcune parti. Di particolare curiosità è stato l'adattamento di una cavità presente nella cava dell'ex Cementificio di Tuvixeddu, che da polveriera era stata trasformata negli anni 90 in abitazione, prima dell'abbandono definitivo.

Le "nuove" cavità rilevate

La ricerca bibliografica ha consentito di avere notizie di circa 40 cavità non ancora rilevate, ma l'individuazione sul territorio degli ingressi non è stato semplice. Infatti l'identificazione di una parte delle cavità è stata possibile solo grazie alle indicazioni e al prezioso aiuto che diverse persone assidue frequentatrici dei luoghi, ci hanno fornito.
Alla conclusione dei lavori sono state individuate e rilevate 30 cavità artificiali, risalenti alla prima metà del secolo scorso. Si tratta principalmente di opere realizzate con lo scopo di attività estrattive, come le cave presenti all'interno dei giardini pubblici di Cagliari o attività militari, come ad esempio il Rifugio Antiaereo dei Salesiani (fig. 11) o le gallerie militari del Borgo Sant'Elia.
Particolarmente importante è stato il rilievo delle 4 cavità che insistono sotto la Piazza d'Armi a Cagliari, importante snodo viario che collega la parte occidentale della città con quella orientale e il quartiere di Castello. Fin dall'ottocento la zona è stata sfruttata come cava di pietra cantone, un'eccellente materiale da costruzione con cui venivano erette molte abitazioni della città, attività che già alla fine della prima metà del '900 risultava però abbandonata. Lo sviluppo di Cagliari principalmente nel secondo dopoguerra, ha fatto si che le cave venissero inglobate nel tessuto urbano. Il rilievo ha messo in luce come buona parte dell'incrocio viario soprastante risulti essere ricavato al di sopra delle quattro cavità, mettendo tra l'altro in luce un'importante situazione di pericolo data da crolli recenti, ma soprattutto dalla presenza di due laghi sotterranei (fig. 12).

La schedatura e il database delle cavità

Il Catasto Nazionale Cavità Artificiali della Società Speleologica Italiana ha elaborato fin dagli anni '80 una scheda di censimento catastale. Tale scheda si è rivelata un ottimo strumento descrittivo per le 100 cavità accatastate per conto del Comune di Cagliari, tanto utile da essere stata utilizzata *tout court* senza che vi fossero apportate modifiche anche per garantire la standardizzazione dei dati a partire dall'ambito cittadino, regionale fino ad arrivare a quello nazionale.
La ricerca bibliografica è stata compiuta da un apposito gruppo di lavoro su pubblicazioni in particolare speleologiche. Solo 6 cavità erano totalmente inedite e quindi prive di bibliografia, il censimento si è quindi rivolto per la quasi totalità ad ipogei già conosciuti e pubblicati, di cui però è stata fornita una descrizione ed uno studio completo ed organico.
La compilazione delle schede è avvenuta passo passo con il rilevamento delle cavità, onde limitare il numero degli ingressi dato che alcuni ipogei pongono problemi di accesso non solo logistici, ma anche legati alla proprietà

Fig. 11 - Rifugio Antiaereo dei Salesiani (foto M. Vargiu).
Fig. 11 - Air-raid shelter of the Salesians (photo M. Vargiu).

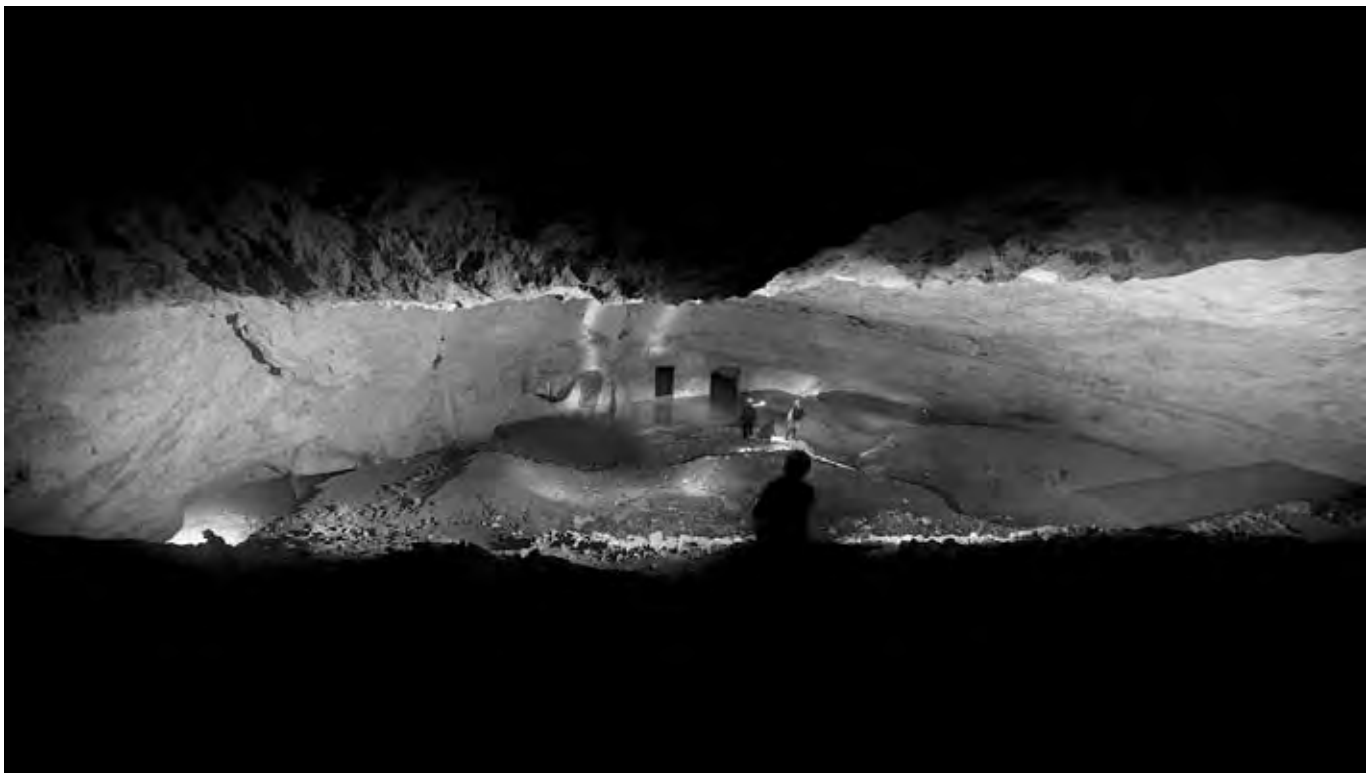


Fig. 12 - Cavità di Su Stiddiu sotto Piazza d'Armi (foto M. Mattana).
Fig. 12 - Cavity of Su Stiddiu under Piazza d'Armi (photo M. Mattana).

in cui sono ubicati, tanto da richiedere specifiche autorizzazioni oltre che accordi con il detentore. La scheda è elaborata in formato xls e strutturata in modo tale da compilare un singolo file per ciascuna cavità. Questa strutturazione iniziale pone però dei problemi limitando l'eventuale ricerca di dati e caratteristiche comuni a più cavità. Si è quindi pensato di compilare, secondo la richiesta del Comune, un database egualmente in formato xls che sopperisse a tali limiti. Nel suddetto database i dati relativi a tutte le 100 cavità sono unificati in un'unica tabella, in cui una riga corrisponde ad un ipogeo. La lettura del database è indubbiamente molto difficoltosa essendo gli oltre centocinquanta campi della scheda catastale trasposti linearmente, ma la ricerca e il filtraggio degli elementi raccolti è così possibile oltre che semplice e immediato.
A fine lavori al Comune è stata consegnata una copia sia digitale che cartacea di ciascuna scheda catastale e il file del database delle cavità.
Dai dati raccolti nel database possiamo estrapolare alcuni elementi significativi, che chiaramente non possono esaurire il discorso relativo alle cavità artificiali di Cagliari, città ricchissima di ipogei creati dall'uomo in ogni epoca, ma possono comunque fornire un'idea, in alcuni casi proiettabile sulla totalità della situazione sotterranea (tab. 1).
Per ciò che riguarda i proprietari o detentori delle cavità analizzate si tratta prevalentemente di enti pubblici tra cui spicca decisamente il Comune di Cagliari con vari Assessorati titolari, dopodiché il Demanio concessionario di un buon numero di ipogei ubicati sul colle di Sant'Elia, quindi l'Università e Coimpresa proprietaria dell'area del colle di Tuvixeddu, dove è presente una fitta rete di gallerie legate all'attività della ex Cementeria e tratti dell'acquedotto romano di Cagliari.

Proprietari	**N. cavità**
Abbanoa	1
Aeronautica Militare	1
ASL n. 8 Cagliari	5
Coimpresa	9
Comune di Cagliari	37
Croce Rossa Italiana	1
Demanio	5
Demanio marittimo	13
Ordini Religiosi e Chiese	4
Prefettura	1
Privati	8
Provincia di Cagliari	1
Regione Sardegna	1
Sconosciuti	2
Università degli Studi di Cagliari	10
Vendita giudiziaria	1

Tab. 1 - Tipologia di proprietari o detentori delle cavità analizzate.
Tab. 1 - Type of owners or holders of the cavities analyzed.

La tipologia del primo utilizzo delle cavità, suddivise secondo la classificazione adottata dalla Società Speleologica Italiana (CAPPA, 1999) vede una netta prevalenza delle opere idrauliche, dato assolutamente prevedibile ed estensibile alla situazione di tutta la città (tab. 2). Cagliari è infatti da sempre una città assetata in cui l'assenza di acque dolci ha costretto i suoi abitanti a creare strutture per la captazione e la raccolta delle acque, fino ad arrivare a grandiose opere di ingegneria idraulica come l'acquedotto romano, o i grandi pozzi di falda come quello di San Pancrazio.

Tipologia cavità	N. cavità
Opere idrauliche (A)	41
Opere insediative civili (B)	4
Opere di culto (C)	1
Opere militari (D)	28
Opere estrattive (E)	26
Vie di transito per usi civili (F)	0
Altre opere (G)	0

Tab. 2 - Numero totale delle cavità analizzate, suddivise per tipologia.
Tab. 2 - Total number of cavities analyzed by type.

L'epoca di realizzazione vede un terzo di cavità realizzate in epoca pre-romana e un altro terzo nel novecento (tab. 3). Il periodo di utilizzazione per quasi la totalità delle cavità cagliaritane va invece dall'epoca di realizzazione fino a tempi più recenti, nel dettaglio la Seconda Guerra Mondiale, come rifugi antiaerei e nel dopoguerra come abitazioni per sfollati.

Epoca di realizzazione	N. cavità
Pre-romana (periodo punico ante 238 a.C.)	34
Romana repubblicana (238 a.C. - fine I sec. a.C.)	7
Romana imperiale (fine I sec. a.C. - IV sec. d.C)	4
Alto medioevo (fino al 1000 circa)	4
Medio - tardo Medioevo	12
Rinascimentale (1440 - 1600 circa)	1
Ottocento	2
Novecento	36

Tab. 3 - Periodi di utilizzo delle cavità analizzate.
Tab. 3 - Periods of use of the cavities analyzed.

UTILIZZO E RIUTILIZZO DELLE CAVITÀ CAGLIARITANE

Come anticipato, il sottosuolo dell'area urbana di Cagliari è stato interessato da un'intensa attività di estrazione e utilizzo della pietra calcarea, costituente predominante della maggior parte delle colline cagliaritane. Ciò ha fatto sì che si sviluppasse un capillare sistema ipogeo conservatosi fino ad oggi.
I punici furono i primi ad utilizzare la roccia della parte alta della città, come testimoniano le numerose cave, e dopo di loro i romani che oltre ad estrarre blocchi di pietra per la costruzione dei loro edifici, trasformarono successivamente molte di queste cave in un vasto sistema di raccolta delle acque piovane.
Uno degli esempi più interessanti di riutilizzo di una cavità ipogea, per la raccolta delle acque piovane, è quella del grande Cisternone costruito in vicinanza del più importante edificio storico di epoca romana: l'Anfiteatro di Cagliari. Nei mesi invernali, infatti, la pioggia defluiva dalle gradinate dell'Anfiteatro e, attraverso un condotto lungo più di 95 m veniva raccolta all'interno di questo grande Cisternone, capace di contenere quasi 9.000 m^3 d'acqua (fig. 13).
All'interno di questo immenso ambiente sono facilmente riconoscibili diverse fasi del suo utilizzo: nato come cava, come indicano numerosi blocchi ancora in parte da asportare, venne successivamente trasformato in cisterna. Una volta dismessa la funzione di utilizzo come cisterna, probabilmente a causa di crolli dal soffitto, questo grande ambiente sotterraneo venne probabilmente riadattato dai romani in carcere.
Ad avallare questa iposei è stata la scoperta nel 1997, su una parete del Cisternone, di un graffito paleocristiano raffigurante la *Navicula Petri*, la nave della Chiesa. Il suo autore va probabilmente individuato in un martire sconosciuto e detenuto in attesa di essere ucciso nei giochi dell'Anfiteatro, attorno ai primi anni del IV secolo d.C.
Il Cisternone sarà riutilizzato intorno alla metà del 1600. È noto che il padre cappuccino Giorgio Aleo, autore di una famosa *"Storia Cronologica di Sardegna"*, riferisce di una notizia relativa alla pestilenza cagliaritana del 1656, che probabilmente ha interessato il Cisternone. L'Aleo scrive infatti che negli ultimi giorni di maggio del 1656 la mortalità a Cagliari era diventata

Fig. 13 - Cisternone dell'orto dei Capuccini (foto M. Vargiu).
Fig. 13 - Big cistern of Capuchin's garden (photo M. Vargiu).

così elevata, che non vi erano "fossori" a sufficienza per seppellire i morti. Di fronte al crescente numero di cadaveri insepolti il magistrato di sanità decise allora di far "tumulare" i morti in pozzi e cisterne: ed i morti del quartiere di Castello finirono "in un antico Cisternone" situato nelle vicinanze dell'Anfiteatro romano.
Altro esempio di riutilizzo di un ambiente ipogeo è la cavità di via Vittorio Veneto, nota anche con il nome della "Cavità delle 5 colonne". Di forma irregolare, la cavità ha un perimetro di circa 150 m ed uno sviluppo interno di circa 600 m^2.
All'interno della cavità, realizzata inizialmente per attività di cava, furono risparmiati, in fase di scavo nella roccia, cinque tozzi pilastri a base quadrata al fine di conferire solidità alla volta ed evitare crolli.
Cessata l'attività di cava seguì forse quella di utilizzo della cavità come serbatoio d'acqua. Tale utilizzo, a giudizio del canonico Giovanni Spano, sarebbe iniziato in epoca cartaginese e proseguito in epoca romana. Durante l'alto medioevo qualche comunità monastica, probabilmente *basiliana*, si insediò nella cavità, come era già avvenuto nella cripta di Santa Restituta a Stampace, ed in altre cavità presenti nel sottosuolo urbano di Cagliari, come la grotta di San Guglielmo, gli ambienti sotterranei dell'Anfiteatro o la necropoli di Tuvixeddu. Pur in assenza di qualsiasi indagine archeologica, le tracce di *pancali* in pietra ed *arcosoli* alle pareti ci portano ad ipotizzare la loro presenza.
Durante la Seconda Guerra Mondiale la cavità venne riadattata a rifugio anti-aereo e successivamente, come gran parte degli ipogei presenti in zona, venne abitata per lungo tempo dagli sfollati anche a guerra finita, quando più della metà delle case di Cagliari erano ancora distrutte.
Un altro interessante esempio di riutilizzo di un sito ipogeo è la galleria rifugio di via Don Bosco (fig. 14). Questa lunga galleria non nacque come rifugio di guerra durante la Seconda Guerra Mondiale, ma si presume facesse parte di una articolata serie di percorsi sotterranei ancora esistenti, con analoghe dimensioni e caratteristiche di scavo, distribuiti lungo tutto il versante nord della città, dai bastioni di Buoncammino sino all'area del ex mercato di via Pola, e che furono probabilmente realizzati dai Piemontesi, all'esterno delle mura, intorno al 1700 per scopi militari: forse come vie di fuga o gallerie di contromina.

Fig. 14 - Galleria Rifugio via Don Bosco (foto M. Mattana).
Fig. 14 - Gallery refuge via Don Bosco (photo M. Mattana).

Buona parte di questa preesistente rete di gallerie fu velocemente riadattata, agli inizi del secondo conflitto mondiale, come rifugio per la popolazione civile, compresa la galleria rifugio di via Don Bosco.
La galleria assolse egregiamente il suo compito e, a memoria degli abitanti del quartiere, alcune famiglie avevano addirittura attrezzato spazi per farne un uso abitativo temporaneo. Alla fine della guerra la galleria venne dimenticata, ed i vari ingressi, compreso quello principale su via Don Bosco, furono murati. Ciò ha consentito di farla pervenire quasi integra fino ai giorni nostri.
Purtroppo uno sfruttamento industriale, sia del sottosuolo che del soprasuolo, avvenuto nel secolo scorso, con la nascita intorno agli anni '20 della fabbrica Italcementi, ha cancellato per sempre molti ambienti ipogei presenti in città.
Alcune colline di Cagliari, tra cui la nota necropoli fenicio-punica di Tuvixeddu, furono quasi rase al suolo per estrarre la pietra calcarea essenziale per la produzione della calce - cemento. Soltanto alla fine degli anni '70 l'industria ha cessato sia l'attività estrattiva che produttiva.
Alla chiusura della fabbrica non è seguito un serio intervento di risanamento ambientale e le aree degradate, compresa l'importante area archeologica di Tuvixeddu, sono state completamente abbandonate.
In molte di queste ex cave, pur situate all'interno dell'area urbana, sono stati riversati per decenni detriti di ogni genere e rifiuti inquinanti.
A questo scempio hanno assistito inermi le varie amministrazioni comunali succedutesi nel corso di questi decenni. Non sono state risparmiate da questo degrado neppure le cavità artificiali più antiche quali cisterne, vecchie cave di epoca romana, antiche latomie, mentre gli ambienti ipogei delle tombe di Tuvixeddu sono stati frequentati per diversi anni da indigenti in cerca di alloggio.
Fortunatamente verso la fine degli anni novanta, un gruppo di giovani speleologi, animati dall'entusiasmo per le prime esperienze di esplorazione del sottosuolo cagliaritano, si rendono protagonisti di un progetto per il recupero e la fruizione delle ricchezze sotterranee della città. Luoghi degradati e compromessi vengono rivalorizzati grazie ad un'iniziativa culturale promossa da un gruppo di volontari che vede la luce nel 1997: *"Cagliari Monumenti Aperti"*, e che si avvale in larga misura del lavoro volontario e della collaborazione di alcuni Gruppi speleologici presenti in città.

Analisi sullo stato di conservazione delle cavità cagliaritane rilevate

Questo lavoro oltre a fornire un dato utile all'amministrazione cittadina ai fini della pianificazione territoriale, ha anche consentito di analizzare in maniera critica la situazione di una parte delle più importanti cavità cittadine.
Lo stato di conservazione generale delle cavità analizzate è prevalentemente buono, così come si può dire la

stessa cosa in merito alla staticità, ad eccezione di alcuni casi di cui abbiamo già avuto modo di parlare (tab. 4). Decisamente meno confortanti sono i dati relativi all'inquinamento; infatti oltre 80 delle cavità rilevate sono interessate dalla presenza di rifiuti di differente tipologia ma sempre di chiara origine antropica.
I problemi che abbiamo riscontrato, principalmente nelle cavità di proprietà di Enti o Istituzioni, sono dovuti all'utilizzo delle cavità come magazzini per lo stoccaggio dei materiali in disuso, che anziché essere conferiti in discarica vengono alloggiati perennemente in questi ambienti (tab. 5). Le cavità di libero accesso sono divenute in alcune occasioni piccole discariche principalmente di materiali da costruzione ma anche di rifiuti solidi urbani o di rifiuti speciali (fig. 15).
Il caso più emblematico è sicuramente l'ex Ospedale dell'Aereonautica Militare Italiana, un ospedale ipogeo risalente alla Seconda Guerra Mondiale completamente scavato nella roccia e rimasto in attività sino agli anni '80. Per qualche anno dopo la chiusura, la struttura risultava in perfette condizioni, con anche la presenza una parte di elementi d'arredo. L'utilizzo da parte di famiglie sfollate prima, e l'azione vandalica, conclusa con un incendio doloso poi, hanno compromesso la stabilità di quest'opera.
Di contro però sono presenti alcuni casi di tutela e valorizzazione dei beni che, quando non risultano essere fruibili tutto l'anno, vengono aperti in occasioni di manifestazioni come Monumenti Aperti; è questo il caso ad esempio del Pozzo di San Pancrazio o del Rifugio di Via Don Bosco o dell'ex ospedale della Croce Rossa (tab. 6).

Stato di conservazione	N. cavità
Ottima	1
Buona	64
Mediocre	32
Pessima	1

Tab. 4 - Stato di conservazione delle cavità analizzate.
Tab. 4 - State of conservation of cavities analyzed.

Staticità	N. cavità
Ottima	1
Buona	77
Mediocre	20

Tab. 5 - Grado di staticità delle cavità analizzate.
Tab. 5 - Static nature of the cavities analyzed.

Conclusioni

La presenza di cavità artificiali nel sottosuolo della città di Cagliari è da un lato un patrimonio che, tranne rari casi, non si sta valorizzando, e da un lato un pericolo per la stabilità degli edifici e delle strade.

Fig. 15 - Discarica di rifiuti in grotta (foto M. Vargiu).
Fig. 15 - Landfill tipping in cavities (photo M. Vargiu).

Inquinamento	N. cavità
Marcato	32
Lieve	49
Assente	17

Tab. 6 - Livello di inquinamento delle cavità analizzate.
Tab. 6 - Level of pollution of the cavity analyzed.

Lo scopo di questo lavoro è stato quello di rilevare, documentare e schedare 100 tra le cavità più importanti della Città di Cagliari, al fine di dare un primo quadro generale relativamente all'ammontare del patrimonio ipogeo della città e di fare una fotografia dello stato dei beni in possesso della cittadinanza.
I rilievi sono stati effettuati attraverso strumenti speditivi che hanno coniugato la velocità di utilizzo e la robustezza con una precisione accettabile per lo scopo di questo progetto.
Per ogni cavità rilevata si è provveduto a fornire all'amministrazione comunale il rilievo e la scheda catastale realizzata dalla Commissione Cavità Artificiali della Società Speleologica Italiana.
Tutti i rilievi sono stati georeferenziati e inseriti in due carte generali realizzate su base cartografica al 1000 fornita dall'amministrazione Comunale di Cagliari.
La prima comprendente le planimetrie e gli ingombri di ogni cavità la seconda contenente una differenziazione delle cavità in funzione della tipologia.
Lo stato di conservazione generale delle cavità analizzate è prevalentemente buono così come la staticità delle strutture. Meno confortanti sono i dati relativi all'inquinamento con oltre 80 cavità interessate da rifiuti di origine antropica.
La conoscenza di dette cavità artificiali consentirà all'amministrazione cittadina di poter pianificare in maniera più razionale lo sviluppo urbano e, si spera, di attuare una politica di tutela e valorizzazione del bene ipogeo.

Ringraziamenti e partecipazioni

Si ringrazia Antonello Fruttu per la collaborazione nella parte della ricerca bibliografica.
Hanno partecipato ai lavori: Barbara Ibba; Nicola Ibba; Giovanni Lonis; Fabrizio Manca (Unione Speleologica Cagliaritana).

Bibliografia

AA.VV., 1988, *Domus et Carcer Sanctae Restitutae. Storia di un santuario rupestre a Cagliari*. Cagliari.
AA.VV., 2000, *Tuvixeddu: la necropoli occidentale di Karales: atti della Tavola rotonda internazionale La necropoli antica di Karales nell'ambito mediterraneo*. Cagliari, 30 novembre-1 dicembre 1996, Cagliari.
AA.VV., 2002, *Cagliari, le radici di marina*. Cagliari.
Atzeni E., 1986, *Cagliari Preistorica*. In: *"S. Igia, capitale giudicale: contributi all'Incontro di studio Storia, ambiente fisico e insediamenti umani nel territorio di S. Gilla"*, Cagliari, 3-5 novembre 1983, Pisa, pp. 21-57.
Barreca F., 1986, *L'esplorazione di S. Igia nel quadro della ricerca scientifica sul passato della città di Cagliari*. In *"S. Igia. Capitale giudicale: contributi all'incontro di studio Storia, ambiente fisico e insediamenti umani nel territorio di S. Gilla"*, Cagliari, 3-5 novembre 1983, Pisa, pp. 119- 121.
Barreca F., 1988, *La civiltà fenicio-punica in Sardegna*. Sassari, pp. 21-24.
Barroccu G., Crespellani T., Loi A., 1979, *Caratteristiche geologico-tecniche dei terreni dell'area urbana di Cagliari*. Riv. Italiana di Geotecnica, a. XV, vol. 2, pp. 98-144.
Cadinu M., 2001, *Urbanistica medievale in Sardegna*. Roma.
Cappa G., 1999, *Speleologia in cavità artificiali*. Quaderni Didattici (S.S.I.), n. 4, 20 pp.
Cherchi A., 1974, *Appunti biostratigrafici sul Miocene della Sardegna (Italia)*. Inter. Néogéne Médit., Lyon, 1971, Mem. B.R.G.M., vol. 78, pp. 433-445.
Cherchi A., Marina A., Murru M., Ulzega A., 1978, *Movimenti neotettonici nella Sardegna meridionale*. Mem. Soc. Geol., It., vol. 19, pp. 581-587.
Cherchi A., Maxia C., Ulzega A., 1974, *Evoluzione paleogeografica del Terziario della Sardegna*. Rend. Sem. Fac. Sc. Univ. Cagliari, vol. 43 (suppl.), pp. 73-82.
Cherchi A., Montadert L., 1982, *Il sistema di rifting oligomiocenico del Mediterraneo occidentale e sue conseguenze paleogeografiche sul Terziario sardo*. Mem. Soc. Geol. It., vol. 24, pp. 387-400.
Colavitti A. M., 2003, *Cagliari: forma e urbanistic*a. Roma.
Colavitti A. M., Tronchetti C., 2003, *Guida archeologica di Cagliari*. Cagliari, pp. 7-8.
Comaschi caria I., 1958, *Macrofauna e stratigrafia del Miocene della zona di Cagliari*. Boll. Soc. Geol. It., vol. 77, pp. 32.
Dadea M., 2006., *L'anfiteatro romano di Cagliari*. Collana "Sardegna archeologica. Guide e Itinerari", Sassari.
Floris A., 1987, *La valorizzazione delle cavità artificiali: note su alcuni problemi inerenti speleologia urban*a. Speleologia sarda, n. 63/64, pp. 6-29.
Floris A., 1988, *Cagliari Sotterranea*. Cagliari.
Fruttu A., 1998, *Cagliari: itinerari urbani tra archeologia e arte*. Cagliari.
Gandolfi R., Porcu A., 1967, *Contributo alla conoscenza delle microfacies mioceniche delle colline di Cagliari (Sardegna)*. Riv. Ital. Paleont., vol. 73, n. 1, pp. 313-348.
ISPRA, 2010, *Qualità dell'Ambiente Urbano IIV Rapporto*. Roma.
Mureddu D., 2000, *Il complesso archeologico della fullonica*. Cagliari, pp. 1-4.
Nisio S., 2008, *I sinkholes in Sardegna*. Mem. Descr. Carta Geol. d'It., LXXXV, pp. 387-398.
Orsoni F., 1879, *Ricerche paletnologiche nei dintorni di Cagliari*. Boll. di Paletnologia Italiana, pp. 44-45.
Pala A., Siriu E., 1998, *Note illustrative alla carta idrogeologica di Cagliari*. Rend. Sem. Fac. Sc. Univ. di Cagliari, fascicolo unico, pp. 68.
Pecorini G., Pomesano Cherchi A., 1969, *Ricerche geologiche e biostratigrafiche sul Campidano meridionale (Sardegna)*. Mem. Soc. Geol. It., vol. 8, pp. 421-451.
Salvi D., 1988, *La necropoli orientale*. In: AA.VV., *Sancti Innumerabiles*, Cagliari, pp. 79-83.
Salvi D., 1991, *Contributo per la ricostruzione topografica della Cagliari punica. Notizie preliminari sullo scavo di S. Gilla 1986-87*, in Atti del II Congresso internazionale di Studi Fenici e Punici, Roma 9 - 14 novembre 1987, C.N.R., Roma, pp. 1215-1220.
Salvi D., 2000, *Tomba su tomba. Indagini di scavo condotte a Tuvixeddu nel 1997*. Relazione preliminare, Riv. di Studi Fenici, XXVIII, 1, pp. 57-78.
Santoni V., 2012, *Il porto di Cagliari dall'età preistorica all'età romana*. [Online]: http://www.porto.cagliari.it/index.php?option=com_content&view=article&id=295&Itemid=123&lang=it.
Spano C., Barca S., 2002, *Ecobiostratigraphic, lithostratigraphic, depositional and synthemic setting of Cenozoic units in Southern Sardinia (Italy)*. Boll. Soc. Geol. It., vol. 121, pp. 19-34.
Spano C., Meloni D., 1992, *Macrofauna and paleoenvironment of the Langhian-Serravallian deposits from the Cagliari area (south Sardinia, Italy)*. In: L. Carmignani & F.P. Sassi (a cura di) *"Contribution to the Geology of Italy with special regard to the Paleozoic basement. A volume dedicated to Tommaso Cocozza"*, IGCP Project No. 276, Newsletter, vol. 5, pp. 199-214.

Stiglitz A., 2007, *Cagliari Fenicia e Punica*. Rivista di Studi Fenici, XXXV, 1, pp. 43-72.
Taramelli A., 1904, *Esplorazioni archeologiche e scavi nel promontorio di S. Elia*. Not. degli Scavi 1903-1968, Sassari.
Tronchetti C., 1993, *Lo scavo di via Brenta a Cagliari. I livelli fenicio-punici e romani*. In: AA. VV., *Lo scavo di via Brenta a Cagliari. I livelli fenicio-punici e romani*, Quaderni della Soprintendenza archeologica per le province di Cagliari e Oristano, 9/199, Supplemento, Cagliari, pp. 23-35.
Ugas G., 2005, *L'alba dei Nuraghi*, Cagliari, pp. 24-25.
Zedda Macciò, I., 2010, *Il mito delle origini. La Sardegna, Aristeo e la fondazione di Cagliari*. Rivista dell'Istituto di Storia dell'Europa Mediterranea, n. 5, pp. 127-146.

Trasformare le immagini in modelli tridimensionali. Il rilievo delle facciate rupestri attraverso la fotomodellazione

Beniamino Polimeni[1]

Riassunto

Le moderne tecniche di rilevamento tridimensionale ci consentono di mettere insieme informazioni quantitative e qualitative utili per generare rappresentazioni innovative degli oggetti architettonici ed archeologici. La fotogrammetria tradizionale, in particolare, è stata profondamente rivoluzionata da nuove applicazioni web-based che generano modelli texturizzati mediante immagini digitali con un intervento minimo da parte dell'utente. Queste nuove tecniche di rilievo ci consentono di acquisire i caratteri geometrici degli oggetti architettonici in un tempo ridotto e con un rapporto ottimale tra l'accuratezza e la facilità di impiego. Quando altri metodi certamente più sofisticati come la scansione laser non possono essere usati per problemi di accessibilità, o quando lo scopo del rilievo necessita di una accuratezza non elevata, la fotomodellazione diventa, per l'accessibilità e l'automazione dei processi, una valida alternativa. L'obiettivo dello studio presentato è quello di analizzare questi nuovi metodi nel rilievo della facciate rupestri presenti nell'area della Cappadocia. Per farlo verranno analizzati alcuni casi di studio con l'intento di verificarne l'affidabilità e comprendere le procedure operative.

Parole chiave: fotomodellazione, fotogrammetria a basso costo, rilievo, modellazione 3D, facciate rupestri, Cappadocia.

Abstract

Turning Images into 3D Model. 3D surveying of cave façades trough the use of photo modeling software

The current techniques of 3D surveying and modelling allow us to put together quantitative and qualitative information useful for creating new and remarkable representations of architectural sites and archaeological objects. Traditional photogrammetry has been particularly revolutionized by software and web-services that automatically generate textured and dense models from user supplied digital imagery, requiring little or no post-processing. These new techniques allows us to acquire metric data about photographed objects in very little time and with a good ratio between accuracy and ease of access. When even other techniques that are certainly more reliable, such as laser scanning, cannot be used for various reasons, or when differences between details leads to a search for more practical solutions in data-collecting operations, Photo Modelling, if the boundary conditions guarantee its correct use, becomes a valid alternative and an excellent tool of automated data-collecting. The aim of this study is to analyze these new methods for creating 3D meshes of Cappadocian Cave façades. To do this, some significant case studies will be analyzed with the purpose of understanding and verifying problems and issues of their reliability.

Key words: photo modelling, 3D surveying, Cappadocian Cave Façades.

[1] Università degli Studi Mediterranea di Reggio Calabria - Dipartimento di Architettura e Analisi della Città Mediterranea; e-mail: beniamino.polimeni@unirc.it.

Introduzione

All'interno dell'insieme delle indagini che riguardano la conoscenza dei manufatti rupestri artificiali il tema del rilievo architettonico svolge un ruolo fondamentale.
La conoscenza geometrica dell'oggetto ci consente, infatti, di acquisire le informazioni metriche indispensabili per la comprensione della struttura del manufatto, dei caratteri formali, delle trasformazioni eventualmente subite e delle tecniche di scavo utilizzate.
L'insieme delle elaborazioni prodotte a seguito della restituzione grafica dei dati rilevati funge inoltre da "base topologica", ovvero da supporto su cui registrare in forma sintetica la varietà delle informazioni provenienti dai diversi settori disciplinari impegnati nel processo di conoscenza: la fase diagnostica e progettuale si serve, ad esempio, di carte tematiche per rappresentare, attraverso caratterizzazioni di tipo simbolico, i fenomeni di degrado che condizionano o hanno condizionato lo stato di conservazione dell'oggetto, i materiali, nonché le proposte progettuali che mirano alla conservazione.
Nel campo architettonico e archeologico il rilievo ha subito, nell'ultimo decennio, diversi mutamenti tecnici legati essenzialmente alla capacità di restituire modelli digitali tridimensionali senza contatto e con grande accuratezza.
Tali mutamenti hanno determinato un notevole incremento nell'utilizzo di tecniche di modellazione e di rilievo 3D basati sulla scansione laser o generati da scene reali, che presentano ormai passaggi chiari e ben definiti. In questo nuovo ambito la fotomodellazione web-based rappresenta una delle evoluzioni più interessanti.
Nei successivi paragrafi tale metodo di rilievo verrà descritto attraverso l'applicazione su alcuni casi di studio, con lo scopo di definirne procedure, limiti e possibilità operative.

Le nuove tecniche per la foto modellazione

La fotomodellazione è una tecnica di rilievo di sviluppo recente che consente di creare una nuvola di punti o una *mesh* tridimensionale a partire da un repertorio di immagini raster.
I vantaggi di questa tecnica consistono principalmente nei costi contenuti dell'hardware e nell'accessibilità dei software a disposizione.
Vantaggi particolarmente evidenti se messi a confronto con le tecnologie che si basano sulla scansione laser (tab. 1) che, pur garantendo allo stato attuale una maggiore precisione, presentano dei costi medi ancora elevati (De Luca, 2011). Come prodotto della rivoluzione digitale degli ultimi anni la fotomodellazione può essere considerata uno sviluppo della fotogrammetria tradizionale: "la pratica di determinare le proprietà geometriche degli oggetti dalle immagini fotografiche".
I costi, l'accessibilità, la qualità e la diversità dei risultati ottenuti attraverso questa nuova tecnica arrivano oggi a soddisfare i bisogni ed i vincoli (tecnici ed istituzionali) del rilievo a scala architettonica, liberando l'utente finale dalle complesse procedure che la fotogrammetria tradizionale richiedeva durante le fasi che dall'acquisizione delle immagini conducono alla ricostruzione geometrica.
Gli sviluppi recenti nel campo dell'analisi dell'immagine, della visione computazionale e della sensoristica permettono oggi di definire dei trattamenti completamente automatici riguardanti l'estrazione dei punti omologhi, la calibrazione e l'orientamento delle immagini oltre che la generazione delle nuvole di punti o *mesh* poligonali arricchite da *textures* (Pierrot-Deseilligny et al., 2011).
Questa facilità di approccio è testimoniata da un utilizzo sempre crescente di queste tecniche così come testimoniato dalle campagne di rilievo tridimensionale dei siti storici o dei monumenti basate sull'acquisizione delle immagini reperibili online (flickr, google) (Snavely et al., 2008) che, sebbene condotte da laboratori di ricerca su campioni di migliaia di file, potranno in futuro rappresentare un nuovo modo di rilevare e studiare il costruito (Frahm et al., 2010).
In questo saggio limiteremo il campo della nostra indagine all'utilizzo di un software di fotomodellazione gratuito denominato "123D Cacth", sperimentandolo su alcuni esempi di facciate rupestri. Il fine è quello di comprendere le procedure applicative ed analizzare i risultati ottenuti.

Software liberi di foto modellazione

I software di fotomodellazione presenti sul mercato differiscono notevolmente per la logica di funzionamento e per le modalità d'uso.
Tra i vari pacchetti esistenti, dopo un attento confronto delle caratteristiche tecniche, la nostra attenzione

Caratteristiche	**Fotomodellazione** *Image based Modelling*	**Laser Scanner 3D** *Range-Based Modelling*
Maneggevolezza	Ottima	Buona
Tempi di acquisizione	Minori	Maggiori
Dipendenza dalla geometria	Abbastanza dipendente	Indipendente
Dipendenza dalla distanza	Indipendente	Dipendente
Costo della strumentazione	Contenuto	Elevato
Esistenza dei pacchetti *open source*	Pochi	Molto pochi

Tab. 1 - Sintesi delle principali differenze tra la scansione laser e la foto modellazione.
Tab. 1 - Summary of the main differences between laser scanning and image based modelling.

è stata rivolta a quelli *freeware* e basati su *server web*, che forniscono come risultato finale del rilievo una *mesh* poligonale eventualmente texturizzata.
Tra i vari pacchetti appartenenti a questa categoria abbiamo scelto di concentrarci sul software libero e *cloud-based* 123D Catch della Autodesk[1], al fine di descriverne il funzionamento e l'applicazione all'interno del contesto rupestre.
I motivi di tale scelta dipendono principalmente dalla sua facilità d'uso e dalla sua affidabilità generale. "Catch" appartiene alla famiglia 123D di Autodesk: un insieme di applicativi che possono essere scaricati liberamente il cui scopo è quello di rendere accessibili le operazioni di rilievo 3D basate sulle immagini raster, la modellazione di oggetti complessi e la creazione di modelli fisici.
Basato sugli algoritmi di *structure from motion*, Catch è un servizio *cloud* che, una volta acquisite le immagini dell'oggetto architettonico, le processa restituendo un 3D texturizzato editabile sotto forma di *mesh*. Il processo che porta alla generazione della *mesh* è estremamente semplice: l'utente ha il compito di effettuare un *upload* delle immagini del rilievo sul server, selezionando unicamente il livello di dettaglio necessario. Il server, successivamente, restituisce come *output* un file che contiene la prima versione dei dati processati. La qualità e l'accuratezza del modello sono ovviamente legate alla qualità delle immagini inviate.
Di fondamentale importanza è dunque progettare il rilievo in modo da avere delle buone condizioni di luce, evitando eccessive variazioni di esposizione e illuminazione tra i diversi fotogrammi. Sebbene non sia necessario referenziare le immagini all'oggetto è utile fare in modo che gli scatti siano strettamente concentrati sull'oggetto da restituire.
È inoltre consigliabile prevedere un percorso di ripresa dalla geometria semicircolare, in cui ogni singolo scatto abbia un angolo di circa 15-30° rispetto al successivo, in modo da ottenere delle immagini che in virtù della loro equidistanza siano facilmente confrontabili.
In maniera conforme a quanto accade per altri sistemi di rilievo, va evidenziato come la *mesh* ottenuta può essere caratterizzata da coni d'ombra o parti approssimate, come conseguenza degli angoli di presa e di condizioni di luce di zone particolari (bucature, cavità). Queste imperfezioni possono essere corrette durante le successive fasi di *editing*. Va sottolineato che il software funziona con le immagini proveniente da tutti i moderni dispositivi digitali e non ne richiede la calibrazione.

Post processing della Mesh

L'automazione del processo che conduce dalle immagini alla *mesh* va completato attraverso la fase di *editing*. Autodesk raccomanda l'utilizzo di un *editor* chiamato Meshmixer, allo stato attuale in versione beta, liberamente scaricabile dal sito della casa.

[1] Autodesk® 123D™ Catch, Autodesk MeshMixer™ are registered trademarks or trademarks of Autodesk, Inc.

Per mezzo di una interfaccia minimale il software consente di compiere le principali operazioni di *editing* sulla *mesh* importata: le più comuni sono quelle di *filling*, ovvero il riempimento di eventuali parti mancanti nella superficie, e di *smoothing*, utile a ridurre eventuali errori di processamento dovuti a fattori differenti.
Gli algoritmi di *filling* sono tre ed agiscono in modo sostanzialmente differente. L'algoritmo di *filling* di *default* è denominato *COILS*. Questo è ottimizzato per produrre transizioni continue intorno ai bordi della superficie che vanno a diminuire all'interno di essa. L'algoritmo *RotInvCoord* ha invece il vantaggio di presentare una superficie più regolare nelle parti interne delle zone da coprire con un decremento verso quelle esterne, tendendo solitamente a produrre una superficie di riempimento "appiattita".
Il filtro *Membrane* crea invece un'area di riempimento dalla superficie minima e risulta ideale per il riempimento di porzioni ridotte. Anche le operazioni di *smoothing* presentano differenti possibilità, consentendo di variare l'algoritmo impiegato, la scala di applicazione e la sua efficacia.
I due algoritmi di *smoothing* presenti sono denominati *Uniform* e *Cotan*, quest'ultimo è, nella maggior parte dei casi, più efficiente rispetto al primo poiché tende a mantenere la geometria originale dei poligoni dell'area selezionata.
La scelta, l'applicazione ed i parametri relativi a questi filtri dipendono dagli obiettivi e dalla finalità del rilievo. Le operazioni di ottimizzazione ed *editing* sono infatti utili nel rendere esplicita la forma complessiva dell'oggetto ma generano delle superfici che non possono essere utilizzate a scopo metrico.
Una volta completato il processo di ottimizzazione della *mesh* questa può essere usata in vari modi: i dati digitali possono infatti costituire un archivio di risorse "metriche" dell'oggetto utile per estrapolare le misure degli elementi geometrici da analizzare o, alternativamente, possono essere esportati come oggetti 3D da utilizzare su altri software di rappresentazione in modo da integrarsi con ulteriori analisi a scala diversa.

Casi di studio

La Cappadocia è una regione storica dell'Anatolia un tempo ubicata nell'area corrispondente all'attuale Turchia centrale, che comprende parti delle province di Kayseri (anticamente conosciuta come Cesarea), Aksaray, Niğde e Nevşehir.
La regione è caratterizzata dalle sue peculiari formazioni geologiche e dal suo patrimonio storico e culturale. Il Parco Nazionale di Göreme e i siti rupestri che lo caratterizzano sono stati dichiarati Patrimonio dell'Umanità dall'UNESCO nel 1985.
I casi di studio presentati in questo saggio rappresentano due singolari esempi di facciate rupestri presenti nell'area. Per le loro caratteristiche geometriche e formali, la Durmuş Kadir Kilise (Chiesa di Durmuş Kadir) a Göreme e la Karşi Kilise (Chiesa di San Giovanni) a Gulşehir, costituiscono, infatti, gli "estremi" di un insieme di esempi che si presentano con caratteri forte-

mente variegati lungo tutto il territorio della regione.
La Durmuş Kadir Kilise, probabilmente costruita tra il sesto ed il settimo secolo dopo Cristo, è una chiesa rupestre costituita da due vani rettangolari adiacenti. Il vano principale è diviso in tre parti da spesse colonne rettangolari in mezzo alle quali è situata la fonte battesimale. Sul vano secondario sono presenti le testimonianze archeologiche di alcune tombe scavate all'interno della struttura ad altezze differenti. La configurazione dei due vani ha un legame architettonico forte con le aperture esterne che scandiscono la facciata mantenendo l'equilibrio presente in pianta, con uno stretto rapporto tra le parti "piene" e le parti "scavate". La chiesa di San Giovanni a Gulşheir, probabilmente costruita all'inizio del tredicesimo secolo, ha invece una facciata semplice, senza discontinuità, scandita da alcune decorazioni scavate sulla parte corrispondente al primo livello. Si tratta dunque di due esempi eterogenei che testimoniano la ricca varietà formale presente all'interno delle facciate rupestri di questi territori.

Acquisizione delle immagini

Per l'acquisizione delle immagini è stata usata una Camera digitale modello Canon EOS 350 con un sensore da 8 megapixel ed uno zoom Canon con una lunghezza focale che va dai 18 ai 55mm nel formato APC, usato prevalentemente in modalità grandangolare.

Il motivo di questa scelta è da legarsi alla possibilità di introdurre all'interno del fotogramma il maggior numero possibile degli elementi dell'oggetto, oltre che alla necessità di avere una maggiore profondità di campo ed evitare eventuali fuori fuoco. Per il rilievo della Durmuş Kadir Kilise (fig. 1) sono state acquisite undici immagini orizzontali cercando di seguire un percorso semicircolare orientato da est ad ovest con un intervallo tra una immagine e l'altra compreso tra i 10° ed i 15°.
Per la chiesa di San Giovanni (fig. 2) a Gulşheir sono state invece utilizzate otto immagini con un percorso che va da ovest ad est limitando il rilievo alla parte

Fig. 2 - Chiesa di San Giovanni.
Fig. 2 - St. John rocky Church.

Fig. 1 - Durmuş Kadir Kilise.
Fig. 1 - Durmuş Kadir Kilise.

inferiore della facciata. Il motivo di tale scelta è stato dettato dall'impossibilità ambientale di ottenere degli scatti utili al rilievo di tutta la facciata. In questo caso, date le particolari condizioni di luce si è optato per l'utilizzo del cavalletto, in modo da poter privilegiare dei diaframmi intermedi che potessero garantire una adeguata profondità di campo e le migliori prestazioni delle lenti usate. Va infine sottolineato come in entrambi i casi le immagini sono state acquisite in modalità RAW e convertite in JPG solo successivamente ad una fase di *editing* al calcolatore.

Risultati

Dopo avere effettuato l'*upload* della sequenza delle immagini all'interno di 123D Catch è stata ottenuta una prima *mesh* texturizzata iniziale. Per entrambi gli oggetti sono state effettuate le prime operazioni di *editing* direttamente da 123D con l'eliminazione delle parti della scena che non avevano un interesse specifico nello studio della facciata. Il software consente di selezionare la qualità dell'*output* finale attraverso la selezione della risoluzione della *mesh* da esportare.
Per entrambi i modelli si è scelto di utilizzare una qualità media, utile per diversi processi di analisi e visualizzazione. La *mesh* è stata esportata in formato OBJ per la successiva fase di *editing* all'interno di MeshMixer. In questa fase l'unica funzione utilizzata è stata quella "Fill" necessaria per chiudere i piccoli buchi generati da 123D nel primo esempio a causa dei coni d'ombra presenti all'interno della sequenza, con dei buoni risultati dal punto di vista visivo. Sia in un caso che nell'altro il processo che va dall'*upload* delle immagini alla generazione della *mesh* è stato rapido e senza interruzioni significative.
Le differenze riscontrate all'interno dei files finali dipendono essenzialmente dalla geometria e dalla posizione delle prese. Nel caso della Durmuş Kadir Kilise (fig. 4) la geometria della facciata, caratterizzata da profonde bucature, ha generato una superficie complessiva accurata nelle parti visibili della scena e nell'intorno ambientale, con delle incertezze all'interno di tutte le parti profonde al di sotto delle ampie bucature.

Fig. 3 - Durmuş Kadir Kilise, mesh poligonale della facciata. La texture è stata rimossa per evidenziare le caratteristiche geometriche dell'oggetto.
Fig. 3 - Durmuş Kadir Kilise, polygonal mesh of the façade. The texture has been removed to highlight the geometrical characteristics of the object.

Fig. 4 - Durmuş Kadir Kilise, mesh poligonale della facciata. La texture è stata rimossa per evidenziare le caratteristiche geometriche dell'oggetto.
Fig. 4 - Durmuş Kadir Kilise, polygonal mesh of the façade. The texture has been removed to highlight the geometrical characteristics of the object.

Il rilievo di queste parti meriterebbe probabilmente una ulteriore campagna di analisi, utile a generare ulteriori parti tridimensionali da unire con la *mesh* iniziale. Il risultato complessivo è comunque compatibile con gli scopi del rilievo in termini di resa geometrica e accessibilità.
Nel caso della chiesa di San Giovanni (fig. 5) le caratte-

Fig. 5 - Chiesa di San Giovanni a Gulşehir, mesh poligonale della facciata. La texture è stata rimossa per evidenziare le caratteristiche geometriche dell'oggetto.
Fig. 5 - Church of St. John at Gulsehir at Gulşehir, polygonal mesh of the façade. The texture has been removed to highlight the geometrical characteristics of the object.

Fig. 6 - Chiesa di San Giovanni a Gulşehir, mesh poligonale della facciata. La texture è stata rimossa per evidenziare le caratteristiche geometriche dell'oggetto.
Fig. 6 - Church of St. John at Gulsehir at Gulşehir, polygonal mesh of the façade. The texture has been removed to highlight the geometrical characteristics of the object.

ristiche di accuratezza sono uniformi su tutta la *mesh* estrapolata nonostante il limitato numero di scatti effettuato.
Tale risultato è dovuto principalmente alle caratteristiche geometriche della facciata che non presenta bucature o porzioni scavate profonde. Anche in questo caso il risultato ottenuto è compatibile con gli scopi del rilievo e si presta a possibili integrazioni di altre sequenze di immagini.

Conclusioni

Le attuali tecniche di rilievo digitale tridimensionale permettono di ottenere informazioni geometriche e colorimetriche molto più complete di quelle accessibili attraverso le tradizionali tecniche di rilievo.
La fotomodellazione in particolare consente di acquisire dati metrici degli oggetti rilevati con tempistiche ridotte e con ed un buon rapporto tra accuratezza ed accessibilità (Chandler & Fryer, 2011).
Quando anche altre tecniche certamente più affidabili, come la scansione laser, non possono essere utilizzate per diverse ragioni, o quando un'eterogeneità di dettagli porta a ricercare soluzioni di maggiore praticità nelle operazioni di rilevamento, la fotomodellazione, se le condizioni al contorno ne garantiscono una corretta applicazione, diviene una valida alternativa ed un ottimo strumento di rilievo automatizzato.
I grandi vantaggi sono quindi legati ai costi e all'automatizzazione dei processi.
Gli svantaggi principali sono invece connessi alla stretta dipendenza del rilievo dal contesto ambientale, ovvero dal rapporto fra le immagini generatrici e il modello ottenuto.
È evidente quindi come in determinate condizioni di luce o nell'impossibilità di effettuare un numero sufficiente di scatti utili al rilievo sia probabile il mancato raggiungimento di risultati soddisfacenti.
Ciò che appare interessante, allo stato attuale, è la possibilità di integrare molteplici tecniche di rilievo esistenti, ognuna con i suoi pregi ed i suoi difetti, in relazione alle loro caratteristiche e prestazioni specifiche (Remondino, 2011).

Bibliografia

Chandler J., Fryer J., 2011, Accuracy of AutoDesk 123D Catch? Aboriginal cave remeasurement using digital photogrammetry - Jim Chandler and John Fryer. [Online]: http://www.staff.lboro.ac.uk/~cvjhc/OtherFiles/Accuracy%20of%20123DCatch.htm.

De Luca L., 2011, La fotomodellazione architettonica. Rilievo, modellazione, rappresentazione di edifici a partire da fotografie. Dario Flaccovio ed., Palermo, p. 20, ISBN 978-88-579-0070-4.

Frahm JM., Georgel P., Gallup D., Johnson T., Raguram R., Wu C, Jen Y.-H., Dunn E., Clipp B., Lazebnik S., Pollefeys M., 2010, Building Rome on a Cloudless Day. In 11th European Conference on Computer Vision ECCV, September 5-11, 2012, Crete, Greece.

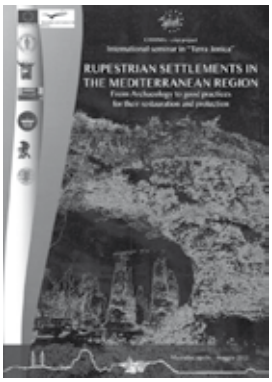
Pierrot-Deseilligny M., De Luca L., Remondino F., 2011, Automated Image-Based Procedures for Accurate Artifacts 3D Modeling and Orthoimage. In XXIIIrd International CIPA Symposium, September 12-16, 2011, Prague, Czech Republic.

Remondino F., 2011, 3D surveying and modelling of complex architectural sites and heritage objects. DISEGNARECON, vol. 4, pp. 90-98, ISSN 1828-5961.

Snavely N., Seitz S.M., Szeliski R., 2008, Modeling the World from Internet Photo Collections, in International Journal of Computer Vision, vol. 80, pp. 189-210, ISSN 1573-1405.

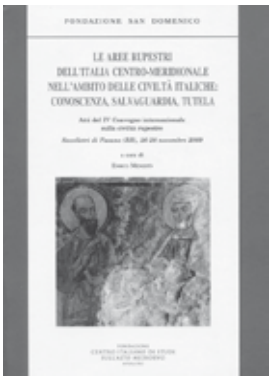
Segnalibri

Carmela Crescenzi, Roberto Caprara, Giulio Mastrangelo (a cura di)
Rupestrian settlements in the Mediterranean region.
From Archaeology to good practices for their restauration and protection.
Università degli Studi di Firenze, Archeogruppo "E. Jacovelli", Firenze-Massafra, 2012, 2 volumi (pp. 208 + pp. 200).
Informazioni: rupestre.mediterraneo@gmail.com; www.rupestrianmed.eu



Nell'ambito del progetto CRHIMA-CINP (Cultural Rupestrian Heritage in the Circum-Mediterranean Area: Common Identity, New Perspective), coordinato da Carmela Crescenzi per l'Università degli Studi di Firenze, sono stati editi i primi due volumi di una più ampia serie dedicata alle attività e ai risultati delle indagini condotte in occasione di questo programma di ricerca finanziato dalla Commissione Europea con fondi del Programma Cultura 2007-2013. Il progetto, svolto tra il settembre 2010 e il settembre 2012, ha visto, in veste di capofila, il Dipartimento di Architettura - Disegno, Storia, Progetto dell'Università di Firenze, che ha coordinato un programma con numerosi partner internazionali: Ecole Nationale Superieure d'Architecture La Villette - Parigi; Kadir Has Üniversitesi - Istanbul; National and Kapodistrian University - Atene; Universidad Politecnica - Valencia; Archeogruppo "E. Jacovelli" di Massafra; Centro Studi Sotterranei di Genova.
Il progetto, partendo dall'idea che l'habitat rupestre è uno degli elementi comuni e distintivi del paesaggio mediterraneo e delle diverse culture che nel corso dei millenni si sono avvicendate e affacciate in tale contesto ha voluto promuovere studi scientifici interdisciplinari e lo scambio di informazioni tra i Paesi coinvolti da questo fenomeno. Nei convegni, nei workshop e nelle attività sul campo promosse - quali i due incontri a Massafra e Palagianello (TA) nell'ottobre 2010 e nell'aprile-maggio 2011, di cui i volumi ora editi raccolgono gli atti - decine di studiosi si sono confrontati e hanno portato le proprie esperienze su come censire gli insediamenti rupestri, classificare le strutture ipogee, promuovere la conoscenza degli insediamenti nel loro assetto urbano e bioclimatico valorizzando oltre ai monumenti più noti (quali le chiese rupestri) anche le altre tipologie di ambienti ipogei, promuovere la conservazione e lo sviluppo - inteso come riqualificazione - dei siti rupestri delle diverse regioni mediterranee, comunicare e rappresentare tali siti rendendone accessibili i dati alla comunità scientifica e al più vasto pubblico. I due volumi, corredati da un ampio e valido apparato iconografico, ospitano decine di contributi, in lingua italiana e inglese, con interessanti approfondimenti e spunti, soprattutto sulle tecniche di rilievo e documentazione (in particolare le possibilità offerte dal laser scanner per la documentazione digitale 3D), sulle problematiche di conservazione e degrado, su diverse tipologie di cavità artificiali, sull'utilità di fonti storiche e d'archivio a sostegno della ricerca in tale contesto, sulle buone pratiche da adottare e le opportunità di recupero dei siti rupestri anche quali motore di rilancio sociale, di valorizzazione territoriale e di sviluppo economico.

Andrea De Pascale



Autori Vari, 2011 (a cura di Enrico Menestò)
Le aree rupestri dell'Italia Centro-Meridionale nell'ambito delle civiltà italiche: conoscenza, salvaguardia, tutela
Fondazione Centro Italiano di studi sull'alto medioevo, Spoleto e Fondazione San Domenico, Savelletri di Fasano. Info: cisam@cisam.org; www.cisam.org

Il volume contiene gli atti del "IV Convegno Internazionale sulla civiltà rupestre" che si è svolto a Savelletri di Fasano (Bari) nel novembre del 2009, promosso dalla Fondazione San Domenico e dalla Fondazione Centro Italiano di studi sull'alto medioevo.
Cosimo Damiano Fonseca esordisce, nella presentazione, con una riflessione che vale la pena di riportare per intero: "Uno dei problemi che ha accompagnato il dibattito storiografico relativo agli insediamenti rupestri ha riguardato la loro presunta marginalità…. rispetto ai più elaborati modelli degli insediamenti urbani", e conclude auspicando "…una più attenta lettura di un fenomeno storico, qual è quello della vita in grotte, non più marginale ma saldamente integrato alla storia complessiva dell'insediamento e del popolamento del Mezzogiorno d'Italia". Tale approccio è avvalorato dall'intervento di Ebanista che ravvisa la necessità, negli sviluppi futuri del proprio progetto di rilevazione sistematica delle strutture abitative e cultuali ipogee, di "…includere anche le altre tipologie rupestri legate alle attività estrattive e produttive, alla captazione e conservazione dell'acqua e alle fortificazioni", risultando in totale sintonia con le evidenze raccolte in diverse aree del mondo dai ricercatori che operano dal 1981 nell'ambito della Commissione Nazionale Cavità Artificiali e con quanto realizzato in seno al progetto europeo CRHIMA-Cinp. La significativa sintesi espressa dal titolo della relazione di Fonseca, "Non solo chiese, non solo grotte…", prelude allo sviluppo dei successivi temi del convegno che, pur circoscritti alle "aree rupestri dell'Italia centro-meridionale", spaziano, senza dimenticare le chiese, dalle opere insediative del Lazio, di Elisabetta De Minicis, agli abitati e luoghi di culto in Campania e Molise, di Carlo Ebanista, alla civiltà rupestre in Basilicata, di Dietrich Heissenbüttel, alla distribuzione e al rapporto con la geologia dei suoli delle cavità della Puglia, di Jean-Marie Martin, al popolamento rupestre in Calabria, di Alessandro Di Muro, per citare solo alcuni dei 22 lavori presentati. Il volume è davvero corposo: 416 pagine di testo a cui si aggiunge un notevole apparato iconografico costituito da oltre 450 foto, mappe e planimetrie. Caratteristiche più che sufficienti per consigliarne l'acquisizione nella biblioteca di ogni ricercatore che si occupi di habitat rupestre.

Roberto Bixio

Coupon Abbonamento Opera Ipogea 2012

Rivista semestrale della Società Speleologica Italiana
Autorizzazione del Tribunale di Bologna n. 7702 dell'11 ottobre 2006

Nome ..... **Cognome** .....

Società, Associazione, Istituto .....

Indirizzo .....

CAP ..... **Città** ..... **Prov.** .....

Cod. Fiscale - P. IVA (necessari per la fatturazione) .....

Indirizzo di spedizione delle fatture (se diverso): .....

.....

Telefono ...../..... **Altro recapito tel.** ...../..... **Fax** ...../.....

Indirizzo e-mail per comunicazioni: .....

Inviare questa pagina, compilata, unita all'attestazione di pagamento a:
Redazione Opera Ipogea - Abbonamenti e Vendite: fabrizio.fabus@libero.it

TARIFFE 2012

Abbonamento ordinario Italia 2012 (due numeri)	**€ 25,00**
Abbonamento Europa (due numeri)	**€ 25,00**
Abbonamento Paesi extra europei	**€ 35,00**

Arretrati:

1-2007 – 2-2010 (a copia)	**€ 15,00**
Numero 1-2/2008 (Speciale Atti Convegno Napoli)	**€ 40,00**
Numero 1-2/2011 (Speciale Atti Convegno Urbino)	**€ 40,00**

Bonifico Bancario a favore della Società Speleologica Italiana
presso Banca di Bologna - Filiale di Bologna - Mazzini - via Bellaria, 32 - 40139 Bologna
IBAN: IT22S 08883 02402 CC0200202447 - SWIFT/BIC: BDBOIT21BOM

Versamento su C.C.P. numero 58504002 intestato a: Società Speleologica Italiana - Via Zamboni, 67 - 40126 Bologna

Carta di credito, inviare un fax al numero 051/250049 (Biblioteca Anelli) con il numero della carta, scadenza, nome dell'intestatario, importo da trattenere e causale del pagamento.

Attenzione nella causale specificare sempre Abbonamento Opera Ipogea anno 2012

CONTATTI

Redazione OPERA IPOGEA
c/o Sossio Del Prete
Via Ferrarecce, 7 - 81100 Caserta
redazione.operaipogea@socissi.it / info@operaipogea.it

Guidelines for Authors

Manuscript submission

Manuscripts, not published before, must be prepared in Italian or English language and sent in digital format, including figures and tables, to the Editorial Board at the following address: Sossio Del Prete, via Ferrarecce 7 - 81100 Caserta, Italy.

Indications by the Editorial Board and Authors' instructions

- The articles must deal with speleology in artificial caves, or related studies and researches.
- Authors must indicate their affiliation, which will be shown on the first page of the manuscript.
- In case the manuscript is written by two or more Authors, the reference Author must be indicated (name, surname, postal address, E-mail).
- Length of the manuscript must not exceed 50,000 spaces, including the figures. In exceptional circumstances, the matter will be examined by the Editorial Board.
- Figure captions must be presented in Italian and English.

Organization of the text

- Starting from the first page, the manuscript must include: italian title, english title, name and surname of Authors, address and affiliation of Authors, extended abstract in italian, abstract in english, key words (in italian and english).
- The manuscript written in english must be preceeded by an english abstract and an extended italian abstract (maximum length 1000 spaces).
- Each page must be printed only on one face, with double spacing, 12 pt, Arial or Times New Roman, and must be numbered.
- The title must be written in **BOLD UPPER CASE**, centered. The 1st order sub-titles must not be numbered, and must be written in **bold lower case**, left alignment; the 2nd order sub-titles must be written in ***bold italics lower case***, left alignment.
- All the figures must be cited in the text, numbered progressively in Arab numbers between brackets (Fig. 1, Tab. 1). In the context of a sentence, the figure may also be indicated as: ..... in figure .....
- Notes must be placed as footnotes.
- References in the text must be indicated between brackets, as follows: Author, year (separated by a comma). In case of more works, these must be indicated in chronological order, separated by a semi-colon (i.e. Pisano & Sanna, 1999; Gortani et al., 2000). Multiple articles by the same Author, published in the same year, must be indicated with lower case letters after the year (i.e.: ...., 1999a; ....1999b).
- In case of long and repeated names in text, these must be fully indicated when cited the first time, and followed by its acronym between brackets, as in the following example: Tufo Giallo Napoletano (TGN). The acronym will be used in the following text.
- Cardinal points must be fully indicated in lower case letters (i.e.: north, east south east from Rome). Directions must be indicated in upper case letters (i.e.: N-S; ESE-WNW).
- Measurement units must belong to the International System (km, m, cm, mm); in case of ancient measurement units, the equivalent metric unit must be shown between brackets.
- Authors are responsible of the manuscript sent for publication, also as regards copyright of pictures and drawings.

Acknowledgements

- Acknowledgements at the end of the text must be preceeded by the word **Acknowledgements** in bold, 12 pt, left alignment.

References

- The reference list must include all the references cited in the text.
- Articles in preparation cannot be cited, whilst articles effectively in press (already accepted for publication) may be cited.
- The references must be listed at the end of the text, in alphabetical order, after the word **References**, bold, 12 pt, left alignment. The references must be prepared according to the following example: Ietto A., Sgrosso I., 1963, *Sulla presenza di una stazione paleolitica in un riparo sotto roccia nei dintorni di Cicciano (Nola).* Boll. Soc. Nat. in Napoli, vol. 2, pp. 26-30.

Figures

- The figures must be numbered progressively, and accompanied by the english and italian captions.
- Photographs must be of high quality, in 300 dpi resolution. In case of historical photos a high quality scan is required.
- Letters and numbers must be, after printing, between 1 and 5 mm. The use of Arial or Helvetica font (font size not lower than 6-8 pt) is recommended.
- All the maps and topographic surveys must present a metric scale, and indication of North.
- In case of figures from published papers, the source must always be indicated (and fully reported in the reference list).
- The Editorial Board may modify the size of figures proposed by the Author.
- The caption must always include indication of the author of the photograph or drawing.

Digital copy

Manuscripts must be prepared in MS Word (Windows 95 or later versions), following these guidelines. The complete manuscripts must include text, drawings and photographs (300 dpi resolution), and be sent exclusively on CD-Rom or DVD-Rom.
Photographs and figures must be in format .tif or .jpeg with 300 dpi resolution.
The material must be sent **exclusively** to the following address:
Sossio Del Prete, via Ferrarecce 7 - 81100 Caserta, Italy. Cell. phone: 338-7621231. E-mail: dpsossio@alice.it

All manuscripts prepared not in accordance to these guidelines will be sent back to Authors.

Opera Ipogea 2-2012 - L'abitat rupestre in Molise - Aqua Augusta Campaniæ - Mappatura delle cavità artificiali del sottosuolo cagliaritano (Sardegna) - Trasformare le immagini in modelli tridimensionali.

Indicazioni per gli Autori

Sottomissione dei manoscritti
I manoscritti, inediti, dovranno essere redatti in italiano o in inglese ed essere inviati su supporto informatico completi di iconografie al Comitato di Redazione al seguente indirizzo: Sossio Del Prete, via Ferrarecce 7 - 81100 Caserta.

Indicazioni del Comitato di Redazione e istruzioni per gli Autori
- Gli articoli devono riguardare tematiche riguardanti la speleologia in Cavità Artificiali e studi e applicazioni ad essa attinenti.
- Gli autori dovranno indicare la loro afferenza (gruppo speleologico, struttura universitaria, etc.), che sarà riportata sulla prima pagina del manoscritto.
- Nel caso il manoscritto sia redatto da più Autori, specificare il nome dell'Autore di riferimento (nome, cognome, recapito postale e posta elettronica);
- La lunghezza dei lavori non deve superare le 50.000 battute, figure incluse salvo eccezioni da concordare con il CdR;
- Le didascalie delle figure devono essere bilingui (italiano ed inglese).

Organizzazione del testo
- A partire dalla prima pagina il lavoro deve contenere: Titolo del lavoro in italiano, titolo del lavoro in inglese, nome e cognome degli Autori, indirizzi e afferenze degli Autori, riassunto in italiano, abstract esteso in inglese e termini chiave (italiano e inglese).
- Il manoscritto redatto in italiano deve essere preceduto da un riassunto in italiano e un abstract esteso in inglese che non devono superare rispettivamente le 1000 battute.
- Ogni pagina deve essere dattiloscritta soltanto sulla prima faccia con interlinea singola, 12 pt, Arial o Times New Roman e deve essere numerata.
- Il titolo dell'articolo va scritto in **GRASSETTO MAIUSCOLO** con allineamento al centro. I titoli di paragrafo non vanno numerati e vanno scritti in **grassetto minuscolo** con allineamento a sinistra, mentre i titoli di eventuali sottoparagrafi vanno scritti in ***grassetto corsivo minuscolo*** sempre con allineamento a sinistra.
- Tutte le illustrazioni devono essere richiamate nel testo con numerazione araba progressiva fra parentesi tonde secondo la dicitura (fig. 1, tab. 1), parti delle figure devono essere indicate nel testo con la dicitura (fig. 1a). Nel contesto di una frase le figure possono essere indicate anche per esteso (es.: ….nella figura….).
- Eventuali note dovranno essere poste a piè di pagina.
- Le citazioni bibliografiche nel testo vanno indicate fra parentesi tonde: Nome dell'Autore, virgola, anno di edizione. Nel caso di più lavori citati in serie devono essere riportati in ordine cronologico separati da punto e virgola (es. Pisano & Sanna, 1999; Gortani et al., 2000). Più articoli dello stesso Autore pubblicati nello stesso anno vanno distinti con lettere minuscole dopo la data (es.:…1999a; …1999b).
- Nel caso di denominazioni lunghe e ricorrenti nel testo si consiglia di esplicitare la denominazione per esteso solo la prima volta, facendola seguire, tra parentesi tonde, dal suo acronimo che verrà utilizzato successivamente; es.: Tufo Giallo Napoletano (TGN).
- I punti cardinali vanno citati per esteso con la lettera minuscola (es.: a nord, a est sud est di Roma), mentre nel caso di direzioni essi vanno indicati con la sigla maiuscola (es.: N-S; ESE-WNW).
- Le unità di misura devono essere metriche del Sistema Internazionale (km, m, mm) o nel caso di antiche unità di misura deve essere indicato, tra parentesi tonde, l'equivalente in unità metriche. Per le unità di misura non va usato il punto.
- Gli Autori sono responsabili del testo inviato per la pubblicazione, e si assumono ogni responsabilità relativa a diritti di copyright su fotografie e immagini.

Ringraziamenti
- I ringraziamenti alla fine del testo vanno preceduti dalla dicitura **Ringraziamenti** allineata a sinistra, grassetto, 12 pt. (così come un titolo di paragrafo).

Citazioni bibliografiche
- Nell'elenco bibliografico finale vanno riportati solo i riferimenti citati nel testo;
- Non sono ammesse citazioni di lavori in preparazione mentre possono essere fatti riferimenti a lavori effettivamente in corso di stampa;
- La letteratura citata va elencata alla fine del manoscritto in ordine alfabetico e preceduta dalla dicitura **Bibliografia** allineata a sinistra, grassetto, 12 pt. Vanno riportati solo i riferimenti citati nel testo e la lista va compilata in ordine alfabetico per Autore del tipo: Cognome Nome, anno di pubblicazione, titolo, rivista, volume, pagine, editore, altro. Esempio: Ietto A., Sgrosso I., 1963, *Sulla presenza di una stazione paleolitica in un riparo sotto roccia nei dintorni di Cicciano (Nola).* Boll. Soc. Nat. in Napoli, vol. 2, pp. 26-30.

Figure e disegni
- Disegni (in formato massimo A4), foto e diapositive devono essere numerati progressivamente ed essere accompagnati dalle relative didascalie bilingui stampate separatamente dal testo e scritte nelle stesse caratteristiche del testo (file .doc).
- Le foto dovranno essere di ottima qualità. Nel caso di foto storiche saranno accettate immagini a stampa, di qualsiasi formato. È possibile consegnare foto digitali, ottenute con fotocamere di qualità professionale, in risoluzioni che consentano una resa di 300 dpi.
- Le lettere ed i numeri in stampa, dopo la riduzione, dovranno essere compresi tra 1 e 5 mm. Si consigliano i caratteri Arial o Helvetica con dimensioni non inferiori a 6-8 pt.
- Tutte le mappe o i rilievi topografici devono riportare una scala metrica e indicazione del Nord.
- Nel caso in cui si utilizzino illustrazioni tratte da lavori già pubblicati va sempre indicata la fonte da cui è tratta.
- Il CdR si riserva comunque la facoltà di modificare le dimensioni proposte dall'Autore.
- Indicare sempre nelle relative didascalie l'autore della foto o del disegno, ovvero la fonte da cui è tratta.

Copie su supporto informatico
Gli articoli devono essere elaborati in MS Word per Windows 95 o successivi (file **.**doc), senza impaginazione (evitando quindi rientri, interlinea diversificata, tabulazioni, bordi, sfondi). Eventuali esigenze di particolari impaginazioni dovranno essere descritte a parte sulle versioni a stampa. I lavori completi (testi, disegni, fotografie e scansioni con risoluzione minima di 300 dpi) vanno inviati **esclusivamente** su supporto informatico: CD-Rom, ovvero DVD-Rom.
Per foto e figure predisposte con il computer devono essere inviati i file in formato .Tif o .Jpeg con risoluzione non inferiore a 300 dpi.

Il materiale va inviato **esclusivamente** al responsabile del CdR Sossio Del Prete all'indirizzo sotto indicato:
Sossio Del Prete, Via Ferrarecce 7, 81100 Caserta (CE), cell. 338.7621231, mail: dpsossio@alice.it

Tutti i manoscritti che non si atterranno alle presenti norme saranno rispediti agli Autori per il necessario adeguamento.

Guidelines for Authors

Manuscript submission
Manuscripts, not published before, must be prepared in Italian or English language and sent in digital format, including figures and tables, to the Editorial Board at the following address: Sossio Del Prete, via Ferrarecce 7 - 81100 Caserta, Italy.

Indications by the Editorial Board and Authors' instructions
- The articles must deal with speleology in artificial caves, or related studies and researches.
- Authors must indicate their affiliation, which will be shown on the first page of the manuscript.
- In case the manuscript is written by two or more Authors, the reference Author must be indicated (name, surname, postal address, E-mail).
- Length of the manuscript must not exceed 50,000 spaces, including the figures. In exceptional circumstances, the matter will be examined by the Editorial Board.
- Figure captions must be presented in Italian and English.

Organization of the text
- Starting from the first page, the manuscript must include: italian title, english title, name and surname of Authors, address and affiliation of Authors, extended abstract in italian, abstract in english, key words (in italian and english).
- The manuscript written in english must be preceeded by an english abstract and an extended italian abstract (maximum length 1000 spaces).
- Each page must be printed only on one face, with single spacing, 12 pt, Arial or Times New Roman, and must be numbered.
- The title must be written in **BOLD UPPER CASE**, centered. The 1st order sub-titles must not be numbered, and must be written in **bold lower case**, left alignment; the 2nd order sub-titles must be written in ***bold italics lower case***, left alignment.
- All the figures must be cited in the text, numbered progressively in Arab numbers between brackets (fig. 1, tab. 1). In the context of a sentence, the figure may also be indicated as: ..... in figure .....
- Notes must be placed as footnotes.
- References in the text must be indicated between brackets, as follows: Author, year (separated by a comma). In case of more works, these must be indicated in chronological order, separated by a semi-colon (i.e. Pisano & Sanna, 1999; Gortani et al., 2000). Multiple articles by the same Author, published in the same year, must be indicated with lower case letters after the year (i.e.: ...., 1999a; ....1999b).
- In case of long and repeated names in text, these must be fully indicated when cited the first time, and followed by its acronym between brackets, as in the following example: Tufo Giallo Napoletano (TGN). The acronym will be used in the following text.
- Cardinal points must be fully indicated in lower case letters (i.e.: north, east south east from Rome). Directions must be indicated in upper case letters (i.e.: N-S; ESE-WNW).
- Measurement units must belong to the International System (km, m, cm, mm); in case of ancient measurement units, the equivalent metric unit must be shown between brackets.
- Authors are responsible of the manuscript sent for publication, also as regards copyright of pictures and drawings.

Acknowledgements
- Acknowledgements at the end of the text must be preceeded by the word **Acknowledgements** in bold, 12 pt, left alignment.

References
- The reference list must include all the references cited in the text.
- Articles in preparation cannot be cited, whilst articles effectively in press (already accepted for publication) may be cited.
- The references must be listed at the end of the text, in alphabetical order, after the word **References**, bold, 12 pt, left alignment. The references must be prepared according to the following example: Ietto A., Sgrosso I., 1963, *Sulla presenza di una stazione paleolitica in un riparo sotto roccia nei dintorni di Cicciano (Nola).* Boll. Soc. Nat. in Napoli, vol. 2, pp. 26-30.

Figures
- The figures must be numbered progressively, and accompanied by the english and italian captions.
- Photographs must be of high quality, in 300 dpi resolution. In case of historical photos a high quality scan is required.
- Letters and numbers must be, after printing, between 1 and 5 mm. The use of Arial or Helvetica font (font size not lower than 6-8 pt) is recommended.
- All the maps and topographic surveys must present a metric scale, and indication of North.
- In case of figures from published papers, the source must always be indicated (and fully reported in the reference list).
- The Editorial Board may modify the size of figures proposed by the Author.
- The caption must always include indication of the author of the photograph or drawing.

Digital copy
Manuscripts must be prepared in MS Word (Windows 95 or later versions), following these guidelines. The complete manuscripts must include text, drawings and photographs (300 dpi resolution), and be sent exclusively on CD-Rom or DVD-Rom.
Photographs and figures must be in format .tif or .jpeg with 300 dpi resolution.
The material must be sent **exclusively** to the following address:
Sossio Del Prete, via Ferrarecce 7 - 81100 Caserta, Italy. Cell. phone: 338-7621231. E-mail: dpsossio@alice.it

All manuscripts prepared not in accordance to these guidelines will be sent back to Authors.