

Geologia dell'Ambiente

Periodico trimestrale della SIGEA
Società Italiana di Geologia Ambientale - APS



Fondatore *Giuseppe Gisotti*

Supplemento al n. 4/2023 ISSN 1591-5352

ATTI DEL CONVEGNO

LA GEOLOGIA AMBIENTALE AL SERVIZIO DEL PAESE

ROMA, 10-11 OTTOBRE 2022



A CURA DI

Mario Bentivenga
ed **Eugenio Di Loreto**

SESSIONE

RISORSE GEOLOGICHE



Società Italiana di Geologia Ambientale - APS

Associazione di protezione ambientale individuata con decreto ministeriale del 24 maggio 2007 e con successivo D.M. 238 del 28/07/2023 ai sensi dell'articolo 13, della legge 8 luglio 1986, n. 349

Fondatore *Giuseppe Gisotti*

PRESIDENTE
Antonello Fiore

CONSIGLIO DIRETTIVO NAZIONALE
Lorenzo Cadrobbi, Daria Duranti, Antonello Fiore (*Presidente*), Adele Garzarella, Giuseppe Gisotti (*Presidente Onorario*), Marianna Morabito, Stefania Nisio, Fabio Oliva, Michele Orifici (*Vice Presidente*), Vincent Ottaviani (*Vice Presidente*), Paola Pino d'Astore (*Tesoriere*), Luciano Masciocco, Sabina Porfido, Livia Soliani, Salvatore Valletta (*Segretario*)

Geologia dell'Ambiente
Periodico trimestrale della SIGEA - APS

Supplemento al N. 4/2023
Anno XXXI • ottobre-dicembre 2023

Iscritto al Registro Nazionale della Stampa n. 06352
Autorizzazione del Tribunale di Roma n. 229
del 31 maggio 1994

DIRETTORE RESPONSABILE
Antonello Fiore

CONDIRETTORE RESPONSABILE
Eugenio Di Loreto

COMITATO SCIENTIFICO
Mario Bentivenga, Aldino Bondesan, Francesco Cancellieri, Rachele Castro, Massimiliano Fazzini, Giuseppe Gisotti, Giancarlo Guado, Salvatore Lucente, Fabio Luino, Endro Martini, Luciano Masciocco, Davide Mastroianni, Antonio Paglionico, Mario Parise, Giacomo Prosser, Giuseppe Spilotro, Vito Uricchio, Gianluca Valensise

COMITATO DI REDAZIONE
Fatima Alagna, Federico Boccalaro, Valeria De Gennaro, Eugenio Di Loreto, Sara Frumento, Fabio Garbin, Michele Orifici, Vincent Ottaviani, Maurizio Scardella

REDAZIONE
SIGEA - APS c/o Fidaf - Via Livenna, 6 00198 Roma
info@sigeaweb.it

**PROCEDURA PER L'ACCETTAZIONE
DEGLI ARTICOLI**

I lavori sottomessi alla rivista dell'Associazione, dopo che sia stata verificata la loro pertinenza con i temi di interesse della Rivista, saranno sottoposti a un giudizio di uno o più referees

UFFICIO GRAFICO
Pino Zarbo (Frallerighe Book Farm)
www.frallerighe.it

PUBBLICITÀ
SIGEA - APS

STAMPA
Industria grafica Sagraf Srl, Capurso (BA)

La quota di iscrizione alla SIGEA-APS per il 2024 è di € 30 e da diritto a ricevere la rivista "Geologia dell'Ambiente".

Per ulteriori informazioni consulta il sito web all'indirizzo www.sigea-aps.it

Sommario

Prefazione	
MARCO AMANTI	5
Introduzione	
MARIO BENTIVENGA, EUGENIO DI LORETO	7
I giacimenti naturali di CO ₂ nel centro Italia	
ANTONIO MARIA BALDI	13
Caratteri idrologici e idrogeologici dell'Alto corso del T. Sentino (Marche-Umbria): indagini preliminari e valutazione delle risorse idriche	
MASSIMO BELBUSTI, MICHELE ROMAGNOLI, DANIELE FARINA, GIACOMO FURLANI, LUCA DE ANGELIS, CARLO BRENTARI	20
Valorizzazione geoturistica di antichi ipogei dell'agro nolano (Campania, Italia)	
GIANFRANCO CACCAVALE, DOMENICO CALCATERRA, MASSIMO RAMONDINI	27
Geopolimeri come materiali ecologici per il trattamento delle acque reflue	
VITO COFANO, MARINA CLAUSI, DANIELA PINTO	36
Erosione del suolo e degrado dell'ambiente naturale in contesti carsici	
UMBERTO SAMUELE D'ETTORRE, MARIO PARISE, ISABELLA SERENA LISO	43
Valutazione degli esiti del monitoraggio qualitativo dei Corpi Idrici Sotterranei in relazione alle pressioni antropiche insistenti sul territorio regionale della Puglia	
SILVIA DI CUNSOLO, CLAUDIA MARCELLA PLACENTINO, MINA LACARBONARA, VINCENZO MUSOLINO, VITO BRUNO, VINCENZO CAMPANARO	49
Attività estrattive nel territorio di Roma: evoluzione storica, normativa ed amministrativa; situazione attuale; prospettive e sviluppi futuri	
CRISTIANO DI FILIPPO	57

In copertina: Cascate di San Fele

Valorizzazione geoturistica di antichi ipogei dell'Agro Nolano (Campania, Italia)

Geotourism enhancement of ancient hypogea in the Nola countryside (Campania Region, Italy)

Gianfranco Caccavale

Geologo, libero professionista, Dottore di Ricerca in Analisi dei Sistemi Ambientali, Università degli Studi di Napoli Federico II, Casamarciano (Na)
E-mail: geosunda1@libero.it

Domenico Calcaterra

Professore Ordinario di Geologia Applicata, Dipartimento di Scienze della Terra, dell'Ambiente e delle Risorse, Università degli Studi di Napoli Federico II
E-mail: domenico.calcaterra@unina.it

Massimo Ramondini

Professore Associato di Indagini e Monitoraggio Geotecnico, Dipartimento di Ingegneria Civile, Edile ed Ambientale, Università degli Studi di Napoli Federico II
E-mail: massimo.ramondini@unina.it

Parole chiave: Tufo Grigio Campano, cavità sotterranee antropogeniche, geoturismo
Key words: Campanian Ignimbrite, anthropogenic underground cavities, geotourism

ABSTRACT

It is known that in the Neapolitan area, since ancient times until the first half of the last century, the abundance of tuff deposits, mainly of Phlegrean origin, favoured an intense excavation activity aimed at their use in the construction sector or for the creation of protected environments for different purposes (tombs, places of worship, aqueducts, etc.) or for food storage (canning, wine-making). In the Agro Nolano, a fertile plain north-east of Napoli, the study of artificial cavities started a few decades ago, returning an interesting series of data for the identification of ancient sampling sites, the analysis of the genesis of instability and the evaluation of the effective stability of hypogea in territorial and planning studies. In this study, next to the important historical-archaeological emergencies of this area, the underground heritage singularities and possible public fruition are considered.

RIASSUNTO

Nell'area napoletana, dall'antichità fino alla prima metà del secolo scorso, l'abbondanza di giacimenti di tufi, soprattutto di origine flegrea, ha favorito un'intensa attività di escavazione per il loro impiego o per la creazione di ambienti protetti per vari usi (sepulture, luoghi di culto, acquedotti, etc.) o per lo stoccaggio alimentare (attività conserviera, enotecnica). Nell'Agro Nolano, storica plaga a nord-est di Napoli, lo studio delle cavità artificiali è stato avviato da pochi decenni restituendo un'interessante serie di dati per l'individuazione degli antichi siti di prelievo, l'analisi della genesi dei dissesti e la valutazione dell'effettiva stabilità degli ipogei negli studi di pianificazione territoriale e di dettaglio. In questo studio, insieme alle importanti emergenze storico-archeologiche dell'area, si considerano le singolarità del patrimonio ipogeo e la sua possibile fruizione pubblica.

INTRODUZIONE

A nord-est della metropoli partenopea, la pianura interposta tra l'apparato vulcanico del Somma-Vesuvio e le prime propaggini dell'Appennino meridionale (Fig. 1) costituisce da sempre un territorio storicamente ricco di risorse naturali. Tra queste l'approvvigionamento di materiali da costruzione, quali la *facies* più litoide dell'Ignimbrite Campana (I.C., 39 ka), fu oggetto di un intenso sfruttamento in sotterraneo e/o con cave a fossa (Fig. 2).

Il deposito vulcanico, che assume una distribuzione radiale attorno ai Campi Flegrei e colma la Piana Campana con spessori compresi tra i 60 m, presso la caldera, e varie decine di metri, ai piedi dei rilievi, è ricoperto da terreni sciolti di provenienza vesuviana e alluvionale (Bellucci, 1994; 1998).

La coltivazione del tufo in alcuni centri urbani (Casamarciano, Tufino, Comiziano), presente in *facies* litoide a

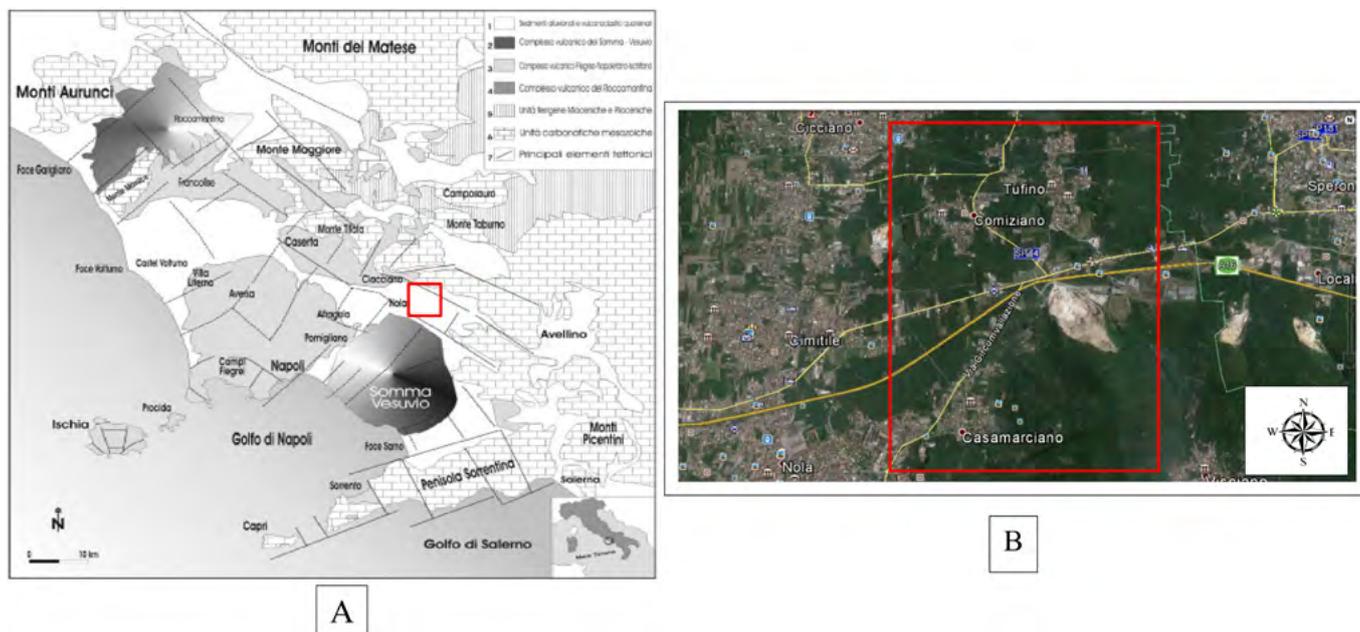


Figura 1. Inquadramento Territoriale; A) Schema geologico della Pianura Campana (Aprile et al., 2004) e B) Individuazione dell'unità intercomunale in studio (da Google Earth)

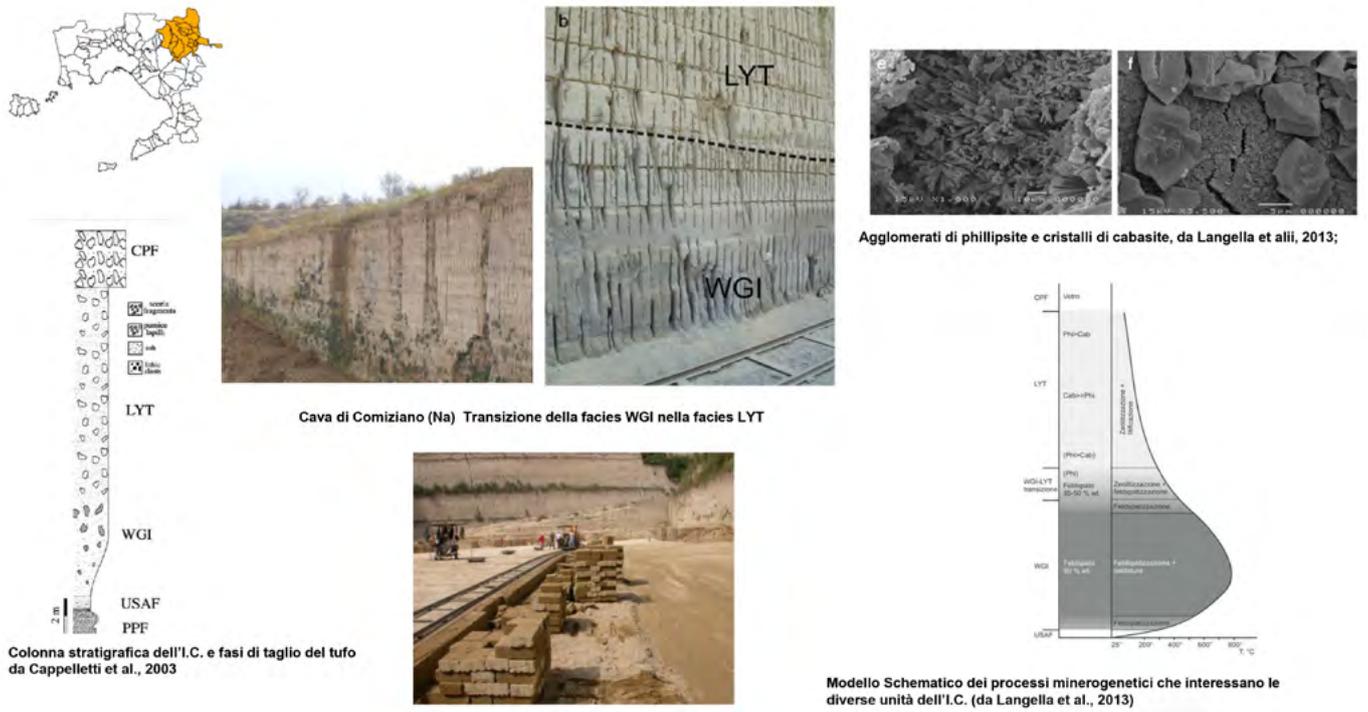


Figura 2. L'Agger Nolanus e l'Ignimbrite Campana; A) Limiti amministrativi dei Comuni dell'Agro Nolano con cavità sotterranee Ambito 5 (Provincia di Napoli, 2002); B) Fronti di cava con l'esposizione delle facies WGI e LYT; C) Colonna stratigrafica dell'I.C. e fasi di taglio del tufo, D) processi minerogenetici che interessano le diverse unità dell'I.C.; E) micrografie SEM con agglomerati di phillipsite e cristalli di cabasite, da Langella et al., 2013

profondità variabili tra 8 e 13 m dal p.c., si attuava da pozzi cilindrici che, in previsione del futuro impiego della cavità, erano successivamente ricondotti ad una sezione quadrata e rivestiti in muratura di tufo, per consentire in maniera ade-

guata il contrasto alla spinta dei terreni di copertura. Una volta raggiunto il tetto del giacimento, si dava inizio al taglio ed alla risalita dei blocchi a mezzo di una ruota dentata azionata da animali da tiro, lasciando nell'immediato sottosuolo

grandi camere sotterranee dalla sezione "a campana" e gallerie di collegamento con la volta generalmente piana. Il collegamento dell'ipogeo con le fabbriche attigue, nei cui cortili sfociavano i pozzi di areazione, era realizzato con un siste-



Figura 3. L'Ignimbrite Campana e la Città Capoluogo; A) Nola (Na), Tomba sannita con lastre di tufo e pareti dipinte, Museo Archeologico; B) frontespizio del "DE NOLA" di Ambrogio Leone (1514) con citazione di uno dei centri del tufo; C) Nola (Na) - Interno della Cattedrale con il Campanile ricostruito in tufo dopo il sisma del 26 luglio 1805; D) Archivio di Stato di Caserta - Stralcio del Rogito per l'affido della ricostruzione del Campanile al Tavolario Reale Carlo Praus; E) Caserma Principe Amedeo poi Cesare Battisti, iniziata dal Fuga (1751) e completata dal Vanvitelli (1758); F) Archivio di Stato di Caserta, Stralcio da un Contenzioso Amministrativo tra Nola e Casamarciano per i danni prodotti da un impluvio montano

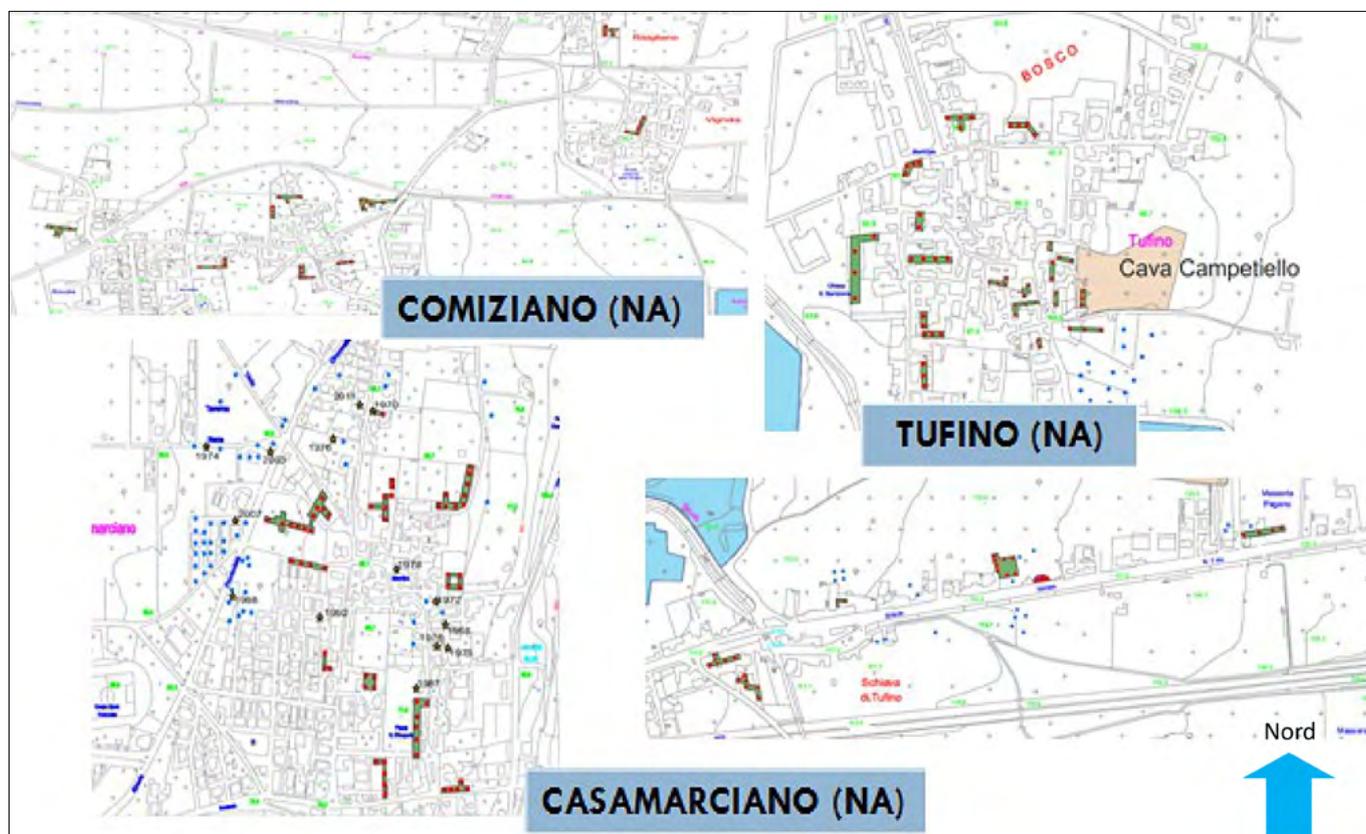


Figura 4. Distribuzione delle grotte-cantine nel centro urbano (Caccavale et al., 2017)

ma di scale e cunicoli che si dipartivano da alcuni locali al piano terra.

Lo studio, molto utile anche per la pianificazione territoriale, vuole mettere in evidenza le principali peculiarità geologiche, storiche e architettoniche dei luoghi interessati dagli ipogei e dare indicazioni sulle diverse modalità di fruizione da parte dei potenziali visitatori.

1. L'AGRO NOLANO E IL SUO TUFO

L'estrazione dell'Ignimbrite Campana nell'Agro Nolano è documentata già in epoca sannitica (De Caro, 1984) ed alto-medioevale (Ebanista, 2003), ma solo a partire dal XVI secolo abbiamo indicazioni sull'esatta provenienza del materiale edilizio fornito alla Città di Nola (Leone, 1514); qualche secolo dopo, ulteriori documenti testimoniano il suo utilizzo per la realizzazione di opere religiose e opere militari (Ruopoli, 1806; Intendenza Borbonica, 1809-1814, 1819-1814) indicate nella Fig. 3. Il tufo nolano concorse anche al restauro di molti edifici napoletani, profondamente danneggiati dal disastroso terremoto del 1805, sostituendo il sempre più raro Piperno (Langella et al., 2013). Una trasformazione urbana interessò gli agglomerati che sfruttavano la risorsa geologica intorno alla Città capoluogo con la costruzione di "case palaziate" con annessa proprietà terriera, nel corso della quale il tufo iniziava ad essere

prelevato in loco e le conseguenti cavità erano successivamente destinate a vari usi (Lucci, 1991). La mappatura di tali manufatti spesso risulta poco agevole, in quanto, per buona parte di essi se ne è persa la memoria. Recentemente, Caccavale et al. (2017) hanno eseguito un dettagliato lavoro di rilievo storico e successiva schedatura, che ha permesso di individuare una sessantina di cavità nei Comuni di Tufino (circa il 50%), Casamarciano e Comiziano (circa il 25% per ciascuno dei due Comuni) (Fig. 4), mentre nuovi elementi di rilievo si stanno acquisendo anche per i Comuni di Cicciano e Roccarainola. Gli impieghi documentati di questi spazi sotterranei sono riferibili per la gran parte all'attività enotecnica, all'approvvigionamento idrico e come laboratorio per la solforazione delle ciliegie. L'altezza delle camere (h) oscilla dai 4 ai 12 m, la larghezza (b) ricorrente non supera i 6 m, salvo alcuni ipogei di maggior ingombro, in cui raggiunge anche i 12 m. Lo spessore del tufo in volta è sempre intorno al metro e, dove la formazione litoide è più superficiale, è prossimo ai 2 m (Fig. 5-A). La profilatura delle cavità rimanda ad una parametrizzazione degli ambienti ipogei che, a luoghi, dipende dalla profondità di rinvenimento e dalla qualità dell'ammasso tufaceo (Fig. 5- B). Gli elementi che maggiormente caratterizzano tali opere sono: 1) *le discenderie di accesso*, con pendenza del 15% e provvi-

ste di un'ottantina e più di gradini, che, nel caso di più proprietari, si pongono a 90° e 180° fra di loro; 2) *la volta di copertura delle scale*, soffusamente illuminata da pozzi secondari; 3) *le grandi camere* che accoglievano le attività di lavorazione e/o di conservazione di derrate agricole; 4) *gli elementi esterni di protezione* delle canne di areazione che, in non pochi casi, evidenziano motivi decorativi. L'assetto planimetrico delle cavità, la cui estensione varia da poche centinaia ad alcune migliaia di m², dipende dalla geometria della proprietà su cui si edificava, dalla destinazione degli ambienti e dalla consistenza e posizione del costruito nel contesto urbano (Ebanista, 2014). Ciò ha comportato lo sviluppo di molteplici geometrie di coltivazione, che possono essere così raggruppate: a) pianta rettangolare, talora con angoli smussati e pareti regolari, con accesso dal lato corto e scala ad una rampa in asse, due pozzi di areazione nella cavità ed una bocca di areazione nel vano scala; b) pianta rettangolare, con vano laterale, disposti a formare una "L", con accesso dal lato corto con scale ad una rampa in asse; nel vano scala sono presenti una/due bocche di aerazione, e due nella cavità principale, uno dei quali può permettere il prelievo dell'acqua di falda nella cavità ed una in quella laterale; c) pianta "a barca", con accesso dal lato lungo e scala centrale a due rampe disposte a formare una "L", tre bocche nella ca-

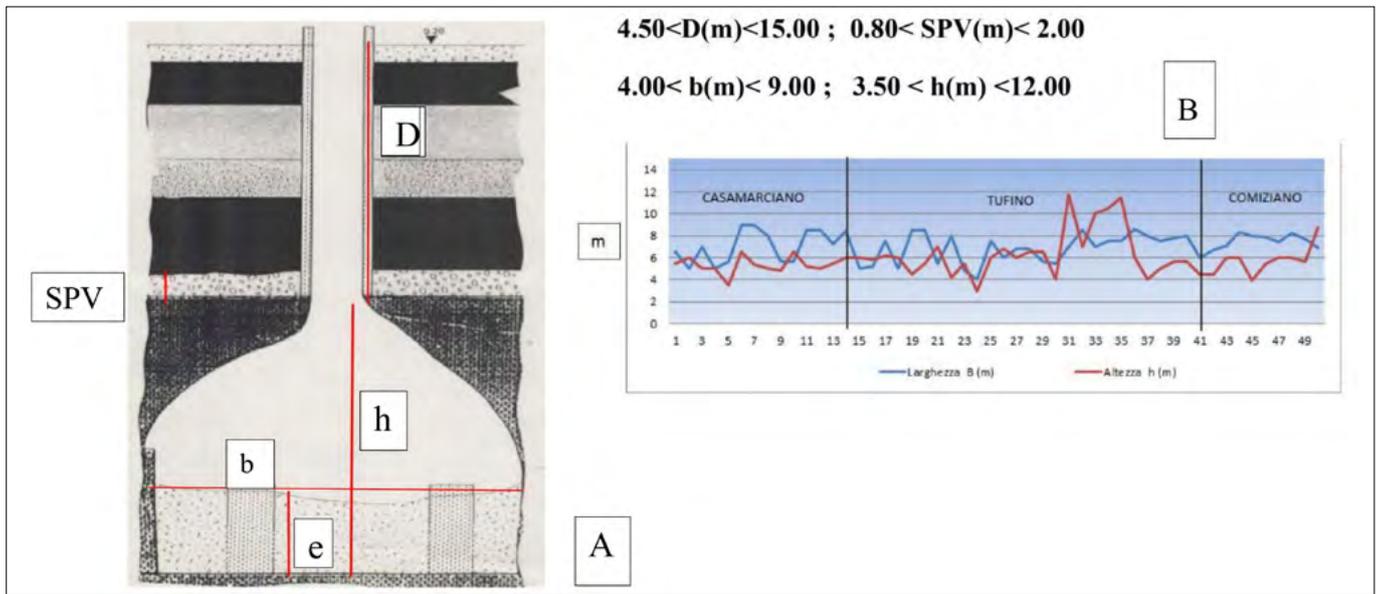


Figura 5. La Geometria degli ipogei: A) Dimensionamento di una cavità sotterranea con D=altezza del camino di accesso, SPV=spessore dello strato alluvionale a tetto del tufo, h= altezza della cavità, b=larghezza della cavità, e=spessore del taglione di tufo; B) Distribuzione delle larghezze e delle altezze, espresse in metri, osservate nelle grotte-cantina dei centri dell'Agro Nolano

vità ed una nel vano scala; d) pianta “a barca”, anche irregolare, con accesso dal lato lungo a scala laterale/laterale obliqua, due/tre pozzi di areazione nella cavità e due bocche di areazione nel vano scala; e) pianta complessa, costituita da una sala principale e da due ambienti laterali con accesso sul lato corto e la scala ad una rampa in asse, tre condotti di areazione nella cavità principale ed uno in una delle due laterali, con una sola bocca nel vano scala; f) pianta a due gallerie parallele, con due vani laterali ed ingresso dal lato corto, con scala ad una rampa in asse, dieci bocche sulle gallerie e una nel vano scala; g) ampia cisterna a pianta quadrangolare, con pozzi per

il prelievo dell'acqua o regolazione del troppo pieno, intorno alla quale corre una lunga galleria accessibile con scale poco illuminata, collegata all'invaso da stretti cunicoli; h) pozzi-cisterna, costituiti da “occhi” comunicanti, dove la cavità sottostante svolge una funzione di invaso, facendo intravedere il pelo libero della falda freatica.

2. UTILIZZO PRIMARIO DEGLI IPOGEI

Lo scavo delle cavità artificiali in Campania si richiama ad una radicata tradizione che, nel corso dei secoli, ha visto susseguirsi e talora intrecciarsi diverse modalità di utilizzo, con una

documentazione ricca che investe una pluralità di situazioni differenti. Nella maggior parte dei casi, proprio perché la tipologia delle cavità e le tecniche di scavo si ripetono invariate nei secoli, in assenza di testimonianze scritte e di dati di scavo la loro datazione può diventare problematica. Nel caso dei Comuni di Casamarciano, Tufino e Comiziano, la documentazione d'archivio rappresenta un utile indicatore cronologico; ad esempio, i Catasti Onciari del XVIII secolo sono una delle fonti di informazioni più dettagliate sulle celle vinarie delle “case palaziate” dell'aristocrazia locale e sull'intensiva coltura delle uve nei loro possedimenti (Fig. 6). Ancora oggi

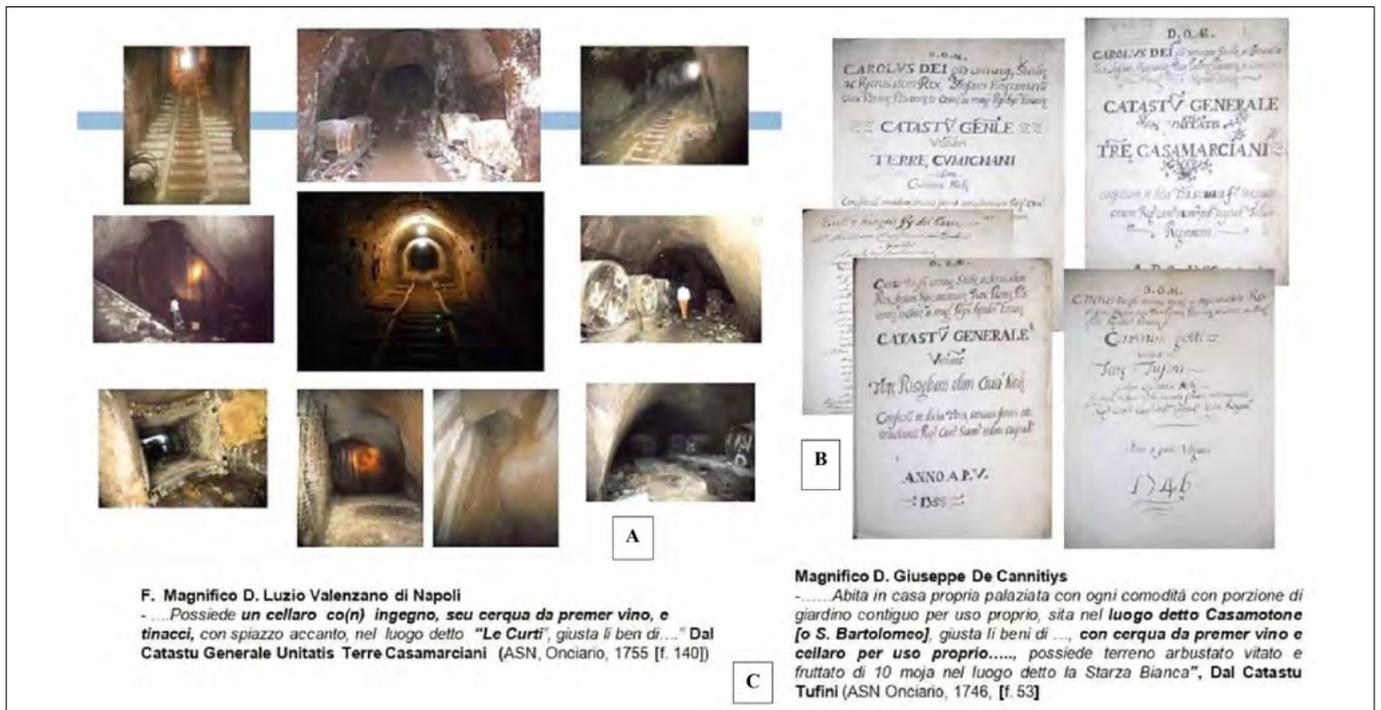


Figura 6. Gli Ipogei nei Catasti Onciari (XVIII secolo): A) Cavità sotterranee con discenderie e pozzi di luce; B) Frontespizi degli antichi documenti dei centri di Comiziano, Casamarciano e Tufino; C) Trascrizione censuaria di alcuni proprietari delle celle vinarie

VITIGNI NOLANI
VINI PRIMARI A PRONTA BEVA

a bacca bianca

Greco di Nola
Sanginella
San Nicola



a bacca nera

Palombina
Tintore
Aglianico
Olivella
Lugliese
Soricella

VINI FINI DA PASTO ASCIUTTO-SAPIDI

PIEDIMONTE ROSSO (Aglianico, Palombina, Lugliese, Tintore), alcool da 11 a 12 gradi

VINO ROSSO DEL VESUVIO (Aglianico, Tintore, Palombina), alcool da 12 a 13 gradi

Comune	Abitanti al 1922	Produzione annua (hl)
Casamarciano	1822	5000
Comiziano	1551	4500
Tufino	2339	5000

Quantitativi di vino disponibili in alcuni centri del Nolano
VIV - Unione Italiana Vini - A. Marescalchi, Anno III

Tabella 1. Schema delle antiche uve e vini dell'Agro Nolanus (da Caccavale, 2014)

nei locali al piano terra e/o strettamente legati alle cantine, si conservano i possenti torchi in quercia e, in vicinanza di esse, pregevoli vasche di fermentazione. Il mosto d'uva era calato in grotta attraverso un primo canaletto a cielo aperto, ricavato in un piccolo corridoio di collegamento con la scala di accesso, ed un canale scavato all'interno della parete sinistra della stessa discenderia, così da rendere diretto ed agevole il travaso nelle grandi botti poste su robusti muretti in pietra di tufo. Sulle varietà dei vini dell'Agro la ricerca storica ha permesso di distinguere *cultivar* a bacca sia bianca (uva greca) che nera (uva latina) indicati nella Tab. 1, con vini primari di pronta

beva originatisi dalla miscelazione di più mosti (Piancastelli, 2001) o che, in alcuni casi, contribuivano alla produzione di varietà fini da pasto ristrette al settore orientale del Somma-Vesuvio e sul promontorio di Posillipo. A riguardo, si menzionano - 1) *IL GRECO DI NOLA O CICALA* (Asprinio) proveniente dalla lavorazione di un vitigno a bacca bianca coltivato sulle circostanti colline, un vino "matroso, grasso opilativo" (Del Zan *et al.*, 2004), molto ricercato dai sovrani angioini per i suoi minimi effetti sulla gotta, e - 2) *LA PALOMBINA* (Piedirosso), proveniente da un vitigno a bacca rossa presente oggi nell'Isola d'Ischia, che restituiva, con opportuna mi-

scelazione di uve minori, un vino color rosso granato, "brillante, asciutto, molto profumato e dal sapore armonico" (Leone, 1514). Le cavità profonde offrivano un microclima adatto alle caratteristiche olfattive di questi vini che, tanto per il modesto tasso alcolico ($T = 12-14^{\circ}\text{C}$), quanto per la bassa acidità (5-7 gr/l), riuscivano a conservarsi per lungo tempo. L'attività commerciale garantiva redditi significativi con una produttività per singolo Comune che non si discostava dai 5000 hl/anno (Marescalchi, 1922), dove le committenze, soprattutto napoletane, andavano ad acquistarlo in loco anche per servirlo nelle cantine sociali della Città. A partire dalla metà del secolo scorso, purtroppo, l'introduzione del nocciolo sulle terre nolane, intesa come una coltura più redditizia e meno onerosa, segnò il declino della coltura della vite e la chiusura di molte cavità-cantine dislocate sui centri urbani.

3. VALORIZZAZIONE DEGLI IPOGEI

La necessità di garantire la conservazione di un bene pubblico e/o privato si basa sul presupposto che tale attività debba essere finalizzata ad evidenziarne le singolari peculiarità, l'impiego di spazi fruibili, i benefici culturali e sociali del recupero. Deve essere sottolineato, al riguardo, che la fruizione di tali spazi è sempre più limitata dallo stato di abbandono (assenza di manutenzione che ac-

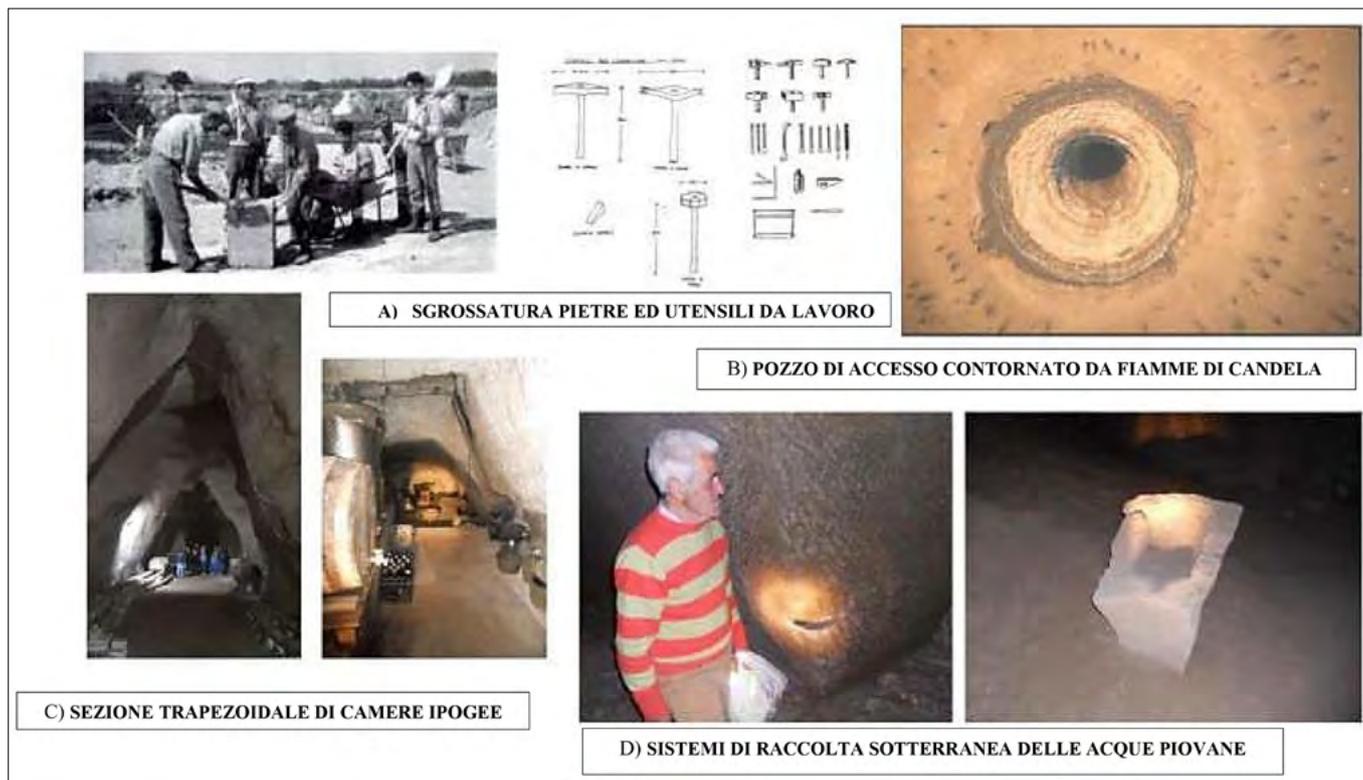


Figura 7. La sagomatura dei cavi sotterranei e la vita di miniera; A) Maestranze impegnate nella sgrossatura dei blocchi di tufo con gli utensili dei minatori, da Mascolo *et al.*, 1983; B) Pozzo di accesso visto dalla base di una cavità; C) Sezione trapezoidale di alcuni ambienti realizzati nel XVIII-XIX sec.; D) Sistemi di raccolta sotterranea delle acque, incavo realizzato a parete o in un blocco di tufo, da Caccavale G., 2014

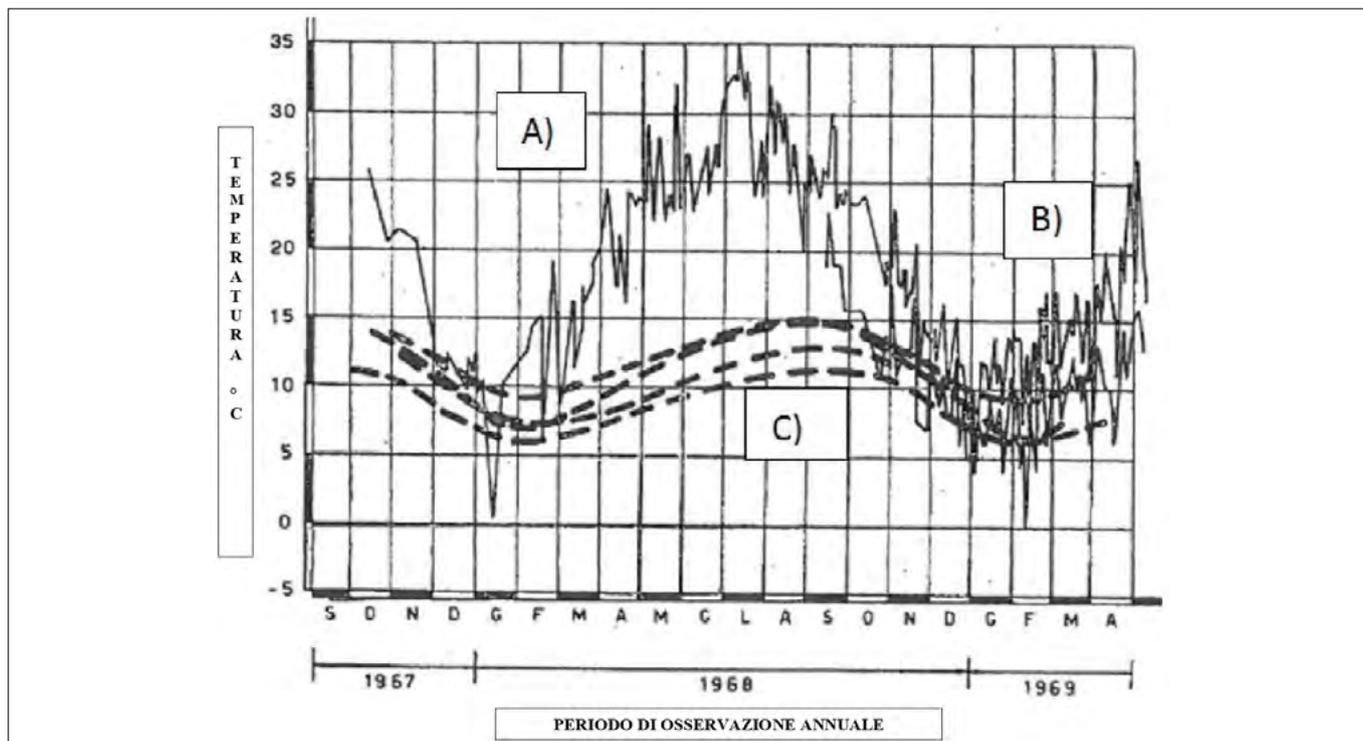


Figura 8. Il microclima degli ipogei: Andamento delle temperature centigrade registrate nel periodo temporale 1967-1969, con confronto di A) Temperatura massima esterna, B) Temperatura minima interna e C) Insieme delle temperature registrate, da Capolongo, 1969

celera i processi di degrado strutturale) e da manomissioni in epoche successive (chiusura delle discenderie con obliterazione per motivi fiscali; interrimento con scarti edilizi). Una recente analisi sulla valutazione della propensione al dissesto di questi sistemi di cavità ha suggerito per la loro conservazione vari interventi di messa in sicurezza, anche al fine di scongiurare l'insorgere di pericolosi collassi in prossimità dei pozzi di luce (Caccavale *et al.*, 2017). Sulla destinazione attuale di questi ambienti sotterranei, la letteratura recente ha proposto varie soluzioni, la cui attuazione dipende da più fattori (provenienza del bene, categoria catastale, interferenza dell'ipogeo con pertinenze pubbliche, condizioni strutturali, valore imprenditoriale dell'attività, adeguamento alle norme di sicurezza, etc.) che non sempre trovano il giusto incastro. A partire dalla metà del secolo scorso, le singolarità di questi ipogei sono stati argomenti di studio delle Scienze Applicate (Mascolo *et al.*, 1983, Spizuoco, 1996, Del Prete *et al.*, 2007) e Naturali (Capolongo, 1969). Gli elementi di rilievo delle cavità ricadenti nei centri abitati, considerati in questa sede, maggiormente estese (>1500 m²) e meglio mantenute (20%), hanno valenze di varia natura nel seguito riassunte:

a) **VULCANOLOGICA:** sulle pareti degli ipogei, come su quelle di una cava a fossa, è possibile riconoscere gli elementi dei complessi processi di deposizione della coltre ignim-

britica, dove le *facies* distali (LYT – *Lithified Yellow Tuffe* e WGI – *Welded Grey Ignimbrite*) si sono formate in conseguenza di processi secondari caratterizzati da differenti temperature di messa in posto e, relativamente alla *facies* LYT, in presenza di una matrice cineritica con dispersi lapilli pomicei arrotondati e poche scorie disperse, da interazione con acque meteoriche (Cappelletti *et al.*, 2003; Ort *et al.*; 2003, Langella *et al.*, 2013). Conseguenza di ciò è la diversa composizione mineralogica delle due *facies*: l'unità WGI ha una parte massiva più bassa, a grana relativamente fine, meno coerente e caratterizzata da un elevato tenore di K-feldspato sia pirogenico che autigeno, mentre il carattere litoide dell'unità LYT è il risultato dello spiccato fenomeno zeolitico che ha determinato la formazione di tectoalluminosilicati alcalocalcici idrati intermedi (philipsite, cabasite). Negli ipogei più profondi, adeguatamente illuminati, sono riscontrabili indizi di fratturazione colonnare singenetica/post-genetica che hanno interessato la *facies* litoide (Fiore e Lanzini, 2007) e l'emersione dal fondo della *facies* WGI, non cavabile (Miele *et al.*, 1991);

b) **GEOTECNICA:** diversamente dalle aree periferiche dei centri abitati, dove il prelievo intensivo del tufo ha lasciato molte cavità in condizioni di debolezza strutturale, negli

ipogei urbani si avverte una maggiore solidità strutturale che, partendo da una prima costruzione di camera a sezione trapezoidale, si conserva anche in quelle a sezione parabolica (Fig. 7-C). Le geometrie innanzi indicate trovano ragione nell'esperienza acquisita dalle maestranze che, allorché avvertivano il cambio delle proprietà geotecniche del tufo, risagomavano il cavo, adattando le dimensioni geometriche alla qualità dell'ammasso (Mascolo *et al.*, 1983; Aversa *et al.*, 1991). Durante la coltivazione, era prassi seguire la disposizione dei giunti della formazione per facilitare il disgiungimento dei blocchi e ridurre le operazioni di taglio con più e complessi utensili. Il gravoso lavoro svolto in miniera sollecitava le maestranze a usufruire di mezzi di fortuna per consentire l'illuminazione delle cavità o per soddisfare sinanche l'arsura (Fig. 7-B).

c) **MICROCLIMATICA:** la luce solare che penetra indirettamente attraverso le bocche di questi ambienti offre un'illuminazione molto scarsa e discontinua, con zone di maggiore intensità limitate alla base delle bocche stesse, che si attenua ancora più se la profondità è notevole. Se le grotte-cantina fossero perfettamente isolate dall'esterno, l'andamento termico atteso sarebbe a carattere solamente stagionale, con un'escursione annua sempre meno ampia che, verso i 30 m dal p.c., raggiunge

ORGANISMI

all'ingresso delle grotte, sulle muffe, sulle botti, sulle pareti, nel detrito di suolo

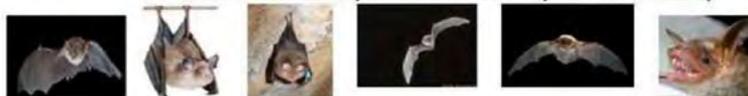
DECOMPOSITORI
(FUNGHI, ANIMALI SAPROFITI)

PREDATORI
(ANIMALI DI TAGLIA GROSSA)

- MUFFE



- CHORDATA (CHIROPTERA, RODENTIA)



- ARTHROPODA
(ISOPODA, DIPLOPODA, INSECTA)



Tabella 2. La Comunità Ecologica degli Ipogei: Schema essenziale della complessa biocenosi che abita gli ambienti ipogei, con diversificazione tra organismi eterotrofi stanziali (funghi, insetti) e predatori (cordati), modificato da Capolongo, 1969

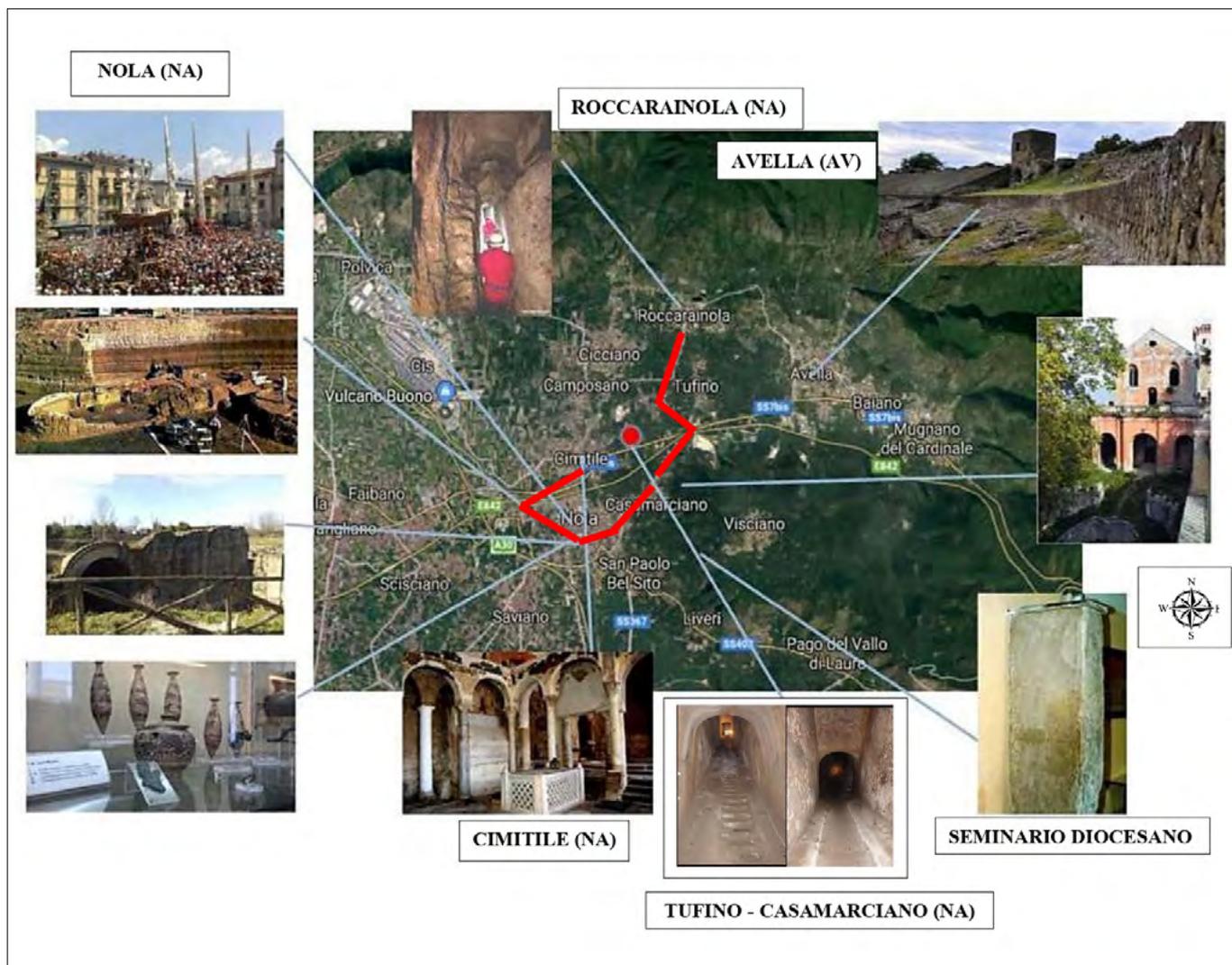


Figura 9. Itinerario Arco-Speleologico: Il percorso culturale, partendo dal Qanat di Roccarainola si sviluppa tra alcuni ipogei tufacei di Tufino e Casamarciano, dopo sosta enogastronomica, si raggiunge il Parco Archeologico del Bronzo Antico terminando presso le Basiliche Paleocristiane di Cimitile. La visita si sviluppa nell'arco di una giornata, con la durata di 2 ore per ciascuna tappa

un valore praticamente costante, pari a quello medio annuo dell'atmosfera della zona considerata (Capolongo, 1969). Nella sostanza, i numerosi pozzi di luce che collegano le cantine all'esterno sovrappongono all'andamento delle stagioni modulazioni rapide che si manifestano essenzialmente nella presenza di un'escursione diaria (minimo 1 °C nei periodi caldi e massimo 2–3 °C nei periodi freddi) e di una sensibilità marcata ai picchi di freddo invernale (qualche grado intorno allo 0 °C), con uno sfasamento che è meno evidente rispetto alle stagioni esterne (Fig. 8). Ne consegue che l'umidità osservata nelle cavità è sempre elevata, con un campo di variazione dall'80 al 100%. Esistevano quindi tutti i presupposti perché qualsiasi derrata alimentare, congiuntamente al vino, potesse essere conservata per un ragionevole lasso di tempo;

d) **BIOCENOTICA**: l'ingresso di un notevole quantitativo di materiale organico (fogliame d'autunno, accumuli di scarichi di grappi d'uva e fecce di vino), ad opera di movimenti d'aria che, talora, si accumulano specialmente alla base delle gallerie, hanno da sempre favorito lo sviluppo di una comunità ecologica dal metabolismo eterotrofo (Tab.2) composta

da organismi decompositori (funghi, insetti) e predatori (cordati). Uno studio accurato di questa biocenosi (Capolongo, 1969) ha evidenziato un sistema di nicchie ecologiche organizzate a più livelli, con specie viventi che si ritrovano sulle pareti dell'ipogeo, sul legno delle botti in disuso, nel detrito del suolo e sotto i massi. La famiglia dei funghi è rappresentata dal soffice e feltroso *Rhacodium cellare*, anticamente usato come antisettico ed emostatico, per preservare dagli urti o dall'umidità particolari oggetti e ancora come esca per accendere il fuoco, con le simbionti *Coniophora cerebella*, *Stereum hirsutum* e *Thelephora sp.* Sulle ampie fruttificazioni delle conifere si riuniscono in gran numero molti insetti ospiti del *Rhacodium*, quali **Coleoptera** *Cryptophagidae* (*Cryptophagus*, *Mycetaea*), *Latrididae* (*Lathridius*, *Orthoperus*, *Athete*) e *Staphylinidae* (*Atheta*, *Aleochara*). Gli Artropodi più evoluti, abbondanti sulle botti, sulle pareti e nel detrito del suolo, sono alcuni rappresentanti dei **Chilopoda** (*Scutigera Coleoptrata*) e **Myriapoda** (*Callipus surrentinus*, *Brachydesmus superus*, *Brachydesmus proximus*, *Synischiosoma muro-rum*, *Ophiulus targionii verruculiger*, *Pachyulus flavipes*), **Hexapoda**

(*Pristonychus algerinus*, *Ceuthosphodrus acutangulus*, *Anchus ruficornis*, *Peryphus dalmatinus*) e **Arachnidae** con le specie pseudo-scorpiones (*Chthonius ischnocheles*) e opiliones (*Nelima silvatica*, *Dicranolasma diomedum*), **Araneae** (*Nesticus eremita*, *Nemesia cellicola*, *Tegerania domestica*, *Arcotsa lacustris*, *Pholcus*). Tra gli organismi predatori di grossa taglia si annoverano alcuni **Chordata**, quali **Chiroptera** (*Rhinolophus ferrumequinum*, *Rhinolophus hipposideros*, *Myotis capaccinii*, *Myotis oxygnathus*) che si rifugiano nelle parti alte delle volte, all'esterno o dentro fessure, e **Rodentia** (*Rattus sp.*).

4. INIZIATIVE PER LA PROTEZIONE DI "UN BENE CULTURALE"

Il D.lgs. n. 42 del 22/01/2004 disciplina le varie forme di tutela e conservazione di beni culturali italiani di appartenenza tanto pubblica che privata. La nozione di bene culturale è desunta dall'art. 2 comma 2 e dagli artt. 10 e 11 del suddetto decreto, a cui si affianca la categorizzazione di cose immobili e mobili di interesse, riportata nei commi 1 e 3 lett. a). Un accertamento del valore culturale di questi ipogei nolani, se attuata con l'attuale procedura VIC (Verifica di Interesse Culturale) prevista



Figura 10. Iniziative di Valorizzazione: A sinistra, Casamarciano (Na) Locandine della Festa del Vino, dei Vignaioli e del Convegno sulla Nocciola tenutosi nella Chiesa di Santa Maria del Plesco, al centro, discesa nella cavità-cantina di Via Sidon; Comiziano (Na), un enologo presso la cavità-cantina Napolitano su Via Provinciale Cicciano, la visita al vigneto, la discesa in grotta con degustazione di Asprinio, in alto, a destra, frontespizio di un testo storico sul centro abitato e la sua frazione Gallo. (personal photos Caccavale, 2012-2018)

dal Ministero della Cultura, ne permetterebbe l'assoggettamento nell'ambito delle *architetture rurali*, di cui al comma 4 lett. a-l dell'art. 10, che richiama a testimonianze di un'economia antica basata sul connubio tra sfruttamento di risorse geologiche locali e attività rurale tradizionale.

La frequentazione di questi ambienti troverebbe ragione con percorsi enologico-rurali (ripresa della coltura della vite con degustazione di vini in grotta, musei del cavamonte e del contadino, danze e canti agricoli nelle corti urbane), mancanti sul territorio, in simbiosi con quelli folk-storico-archeologici di Nola (Festa dei Gigli, Museo Archeologico, Villaggio del Bronzo Antico, Anfiteatro Laterizio, Cippo Abellano presso il Seminario Diocesano), di Cimitile (Basiliche Paleocristiane), di Casamarciano (Chiesa di S. Maria del Plesco), di Avella (Castello di San Michele), di Roccarainola, (Qanat), con un itinerario indicato nella Fig. 9. Allo stato attuale, gli accessi alle grotte-cantine, che hanno visto la partecipazione di un folto pubblico, sono stati autorizzati dalle Amministrazioni di Casamarciano e Comiziano nel corso delle feste patronali (San Clemente, San Severino) o nel quadro di manifestazioni autunnali (Festival Nazionale del Teatro, Sagra della Nocciola e dei Vignaioli), con la produzione di opuscoli di storia del territorio e l'allestimento di pannelli descrittivi da parte di associazioni culturali (Fig. 10).

Il coinvolgimento delle istituzioni scolastiche, di diverso ordine e grado, è stato significativo nel corso di specifici seminari dove geologi, naturalisti, enologi hanno comunicato al giovane uditorio le peculiarità di questo patrimonio culturale. Una coscienza naturalistica, civica e politica che miri ad una strategica sensibilizzazione, trasmissione e riqualificazione della propria identità storica, potrà portare a riconoscimenti legislativi locali già acquisiti da altre realtà territoriali campane, con nuovi percorsi di sviluppo economico per quest'area.

BIBLIOGRAFIA

AVERSA S., EVANGELISTA A., RAMONDINI M. (1991), *Snerciamento e resistenza a rottura di un tufo a grana fine*, II Convegno dei Ricercatori del G.N. CSIG del CNR, Ravello, I, pag. 3-22.

BELLUCCI F. (1994), *Nuove conoscenze stratigrafiche sui depositi vulcanici del sottosuolo del settore meridionale della Piana Campana*, Bollettino della Società Geologica Italiana, Vol. 113, fasc. 2, pp. 395-420.

BELLUCCI F. (1998), *Nuove conoscenze stra-*

tigrafiche sui depositi effusivi ed esplosivi nel sottosuolo dell'area del Somma-Vesuvio, Bollettino della Società Geologica Italiana, Vol.117, fasc. 2, pp. 385-405.

CACCAVALE G. (2014), *Analisi Sistemica per una valutazione della suscettibilità al dissesto di territori dell'Agro Nolano (Provincia di Napoli) con presenza di cavità e grotte cantine in tufo*, Tesi di Dottorato di Ricerca in Analisi dei Sistemi Ambientali, CI.R.AM, Università degli Studi di Napoli Federico II.

CACCAVALE G., CALCATERRA D., RAMONDINI M. (2017), *Analisi sistemica per una valutazione della suscettibilità al dissesto di territori dell'Agro Nolano (Provincia di Napoli) con presenza di cavità e grotte cantine in tufo*. Atti del Convegno Nazionale "Cavità di origine antropica, modalità di indagine, aspetti di catalogazione, analisi della pericolosità, monitoraggio e valorizzazione", Roma, 1° dicembre 2017, Geologia dell'Ambiente, Periodico trimestrale della SIGEA, Supplemento al n.4/2018, ISSN 1591-5352, pp.135-154, scaricabile all'indirizzo web sigaweb.it/supplementi.html.

CAPOLONGO D. (1969), *Studio Ecologico delle cantine del Napoletano*, Bollettino della Società Entomologica Italiana, Volume XCIX-CI, n. 9-10, pp. 194-205.

CAPPELLETTI P., CERRI G., COLELLA A., DE GENNARO M., LANGELLA L., PERROTTA A., SCARPATI C. (2003), *Post-eruptive processes in the Campanian Ignimbrite*, Mineralogy and Petrology, 79.

DE CARO S. (1984), *Una nuova tomba dipinta di Nola*, Rivista dell'Istituto Nazionale d'Archeologia e Storia dell'Arte, Terza Serie, VI-VII, 1983-1984, pp. 71-95.

DEL PRETE S., PARISE M. (2007), *L'influenza dei fattori geologici e geomorfologici sulla realizzazione di cavità artificiali*, Opera Ipogea, 2, pp. 11-24.

DEL ZAN F., FAILLA O., SCIENZA A. (2004), *La vite e l'uomo, dal rompicapo delle origini al salvataggio delle reliquie*, ERSA Agenzia regionale per lo Sviluppo Rurale, Lloyd Editore, San Dorligo della Valle, Trieste.

EBANISTA C. (2003), *Et manet in mediis quasi gemma intersita tectis: la basilica di S. Felice a Cimitile: storia degli scavi, fasi edilizie, reperti*, Memorie dell'Accademia di Archeologia, Lettere e Belle Arti in Napoli, XV, pp. 673, Napoli.

EBANISTA C. (2014), *Le cave di tufo, le cantine e le cisterne di Comiziano (Napoli)*, Opera Ipogea, Journal of Speleology in Artificial Cavities, 16/02, pp. 21-28.

FIGLIORE M., LANZINI M. C. (2007), *Problematiche di valutazione del rischio di crollo di cavità sotterranee*, Geologia & Territorio, Ordine dei Geologi della Puglia, nn. IV 2006/I.2007, pp. 33-45.

GAZZETTA UFFICIALE (2004), "Codice dei beni culturali e del paesaggio, ai sensi dell'articolo 10 della legge 6 luglio 2002, n. 137", Decreto Legislativo 22 gennaio 2004, G.U. n. 45 del 24-02-2004, Supplemento Ordinario n. 28.

LUCCI R., (1991), *La costruzione dell'abitare*, CUEN.

INTENDENZA BORBONICA (1809-1814), *Co-*

struzione di fabbriche nell'abolito Monistero di San Paolino di Nola, "Orsola Pugliese del Comune di Casamarciano, ... dovendosi costruire delle fabbriche nell'abolito Monistero di San Paolino di Nola, ivi si condusse a trasportar le pietre [di tufo], onde poter avere il salario giornaliero", Archivio di Stato di Caserta, Affari Comunali, Casamarciano, b. 1177, foglio non numerato

INTENDENZA BORBONICA (1819-1823), *Corrispondenza della Direzione Generale di Ponti e Strade a firma dell'Ing. Abate a Sua Eccellenza Segretario di Stato e Ministro degli Affari Interni in Napoli*, Archivio di Stato di Caserta, Affari Comunali di Nola, Contenzioso Amministrativo, b.1179-1180.

LANGELLA A., BISH D.L., CALCATERRA D., CAPPELLETTI P., CERRI G., COLELLA A., GRAZIANO S.F., PAPA L., PERROTTI A., SCARPATI C., DE GENNARO M. (2013), *L'Ignimbrite Campana (IC)*, in "Le Pietre Storiche della Campania, dall'oblio alla riscoperta", a cura di Maurizio de Gennaro, Domenico Calcatera, Alessio Langella, Luciano Editore, Napoli, pp. 155-177.

LEONE A. (1514), *De Nola, opusculum distinctum, plenum, clarum, doctum, pulchrum, vero, grave, varium et utile*, Venezia, Giovanni Rosso Editore.

MARESCALCHI A. (1922), *Annuario Vitivinicolo*, Unione Italiana Vini, Anno III.

MASCOLO G., PETRILLO G. (1983), *Il tufo come presenza del passato*, Tesi di Laurea in Architettura, Università degli Studi di Napoli Federico II, Anno Accademico 1982/83, Napoli.

MIELE A., PICIOCCHI C. (1991), *Studio delle cavità artificiali nel territorio di Cicciano (Na)*, 3RD International Symposium on Underground Quarries, Napoli Castel dell'Ovo, 10/14 July, organizzato dalla Sezione Provinciale del Club Alpino Italiano & Società Speleologica Italiana, Atti a cura di R. Paone e C. Piciocchi, pp.139-162.

ORT M.H., ORSI G., PAPPALARDO L., FISHER R.V. (2003), *Anisotropy of magnetic susceptibility studies of depositional processes in the Campanian Ignimbrite, Italy*, Bull. Vulcanol., Vol. 65, 1, pp. 55-72.

PIANCASTELLI M. (2001), *I grandi vini della Terra di Lavoro*, Publital Edizioni, Napoli.

PROVINCIA DI NAPOLI, CITTÀ METROPOLITANA (2002), *Progetto Cavità - Censimento delle Cavità Sotterranee dei Comuni della Provincia di Napoli, Ambito Area Nolano*, Assessorato al Piano Territoriale di Coordinamento e Progetti Speciali, Area di Pianificazione Territoriale ed Urbanistica Direzione PTCP - SIT- Piani di Settore, pag. 11.

RUOPOLI G. (1806), *Istrumento di Appalto di Fabbriche della Cattedrale e del Campanile di Nola*, Archivio di Stato di Caserta, Atti Notarili, Ruopoli, n. 134, 4 febbraio 1806, 4.C. 3131.

SPIZUOCO A. (1996), *Cavità antropiche nel tufo della Piana Campana: problematiche geologiche e geomeccaniche*, Università degli Studi Federico II di Napoli, Dipartimento di Scienze della Terra, dell'Ambiente e delle Risorse, Dispensa Universitaria.