

Estratto da:

OPERA IPOGEA

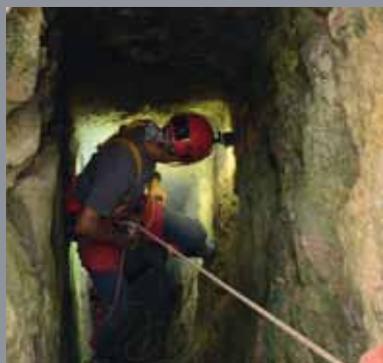
Journal of Speleology in Artificial Cavities

1-2 / 2020



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

A cura di C. Galeazzi & P. Madonia



Rivista della Società Speleologica Italiana

Commissione Nazionale Cavità Artificiali



ISSN 1970-9692



IX CONVEGNO NAZIONALE SPELEOLOGIA IN CAVITÀ ARTIFICIALI

(Palermo) - 20 Marzo 2020



ISTITUTO NAZIONALE
DI GEOFISICA E VULCANOLOGIA
Sezione di Palermo

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PALERMO



Dipartimento di Scienze della Terra e del Mare



Federazione
Speleologica
Regionale Siciliana

HYPOGEA



IX Convegno Nazionale di Speleologia in Cavità Artificiali

(Palermo) 20 Marzo 2020

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

Comitato organizzatore

Paolo Madonia (Presidente)

Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, Palermo; CNCA SSI

Carla Galeazzi

Egeria Centro Ricerche Sotterranee, Roma; Hypogea; CNCA SSI

Michele Betti

Commissione Nazionale Cavità Artificiali della Società Speleologica Italiana

Marcello Panzica La Manna

Società Speleologica Italiana

Elena Alma Volpini

Hypogea Ricerca e Valorizzazione Cavità Artificiali

Enti Promotori

Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia

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

Società Italiana di Geologia Ambientale

Hypogea Ricerca e Valorizzazione Cavità Artificiali

Patrocini istituzionali

Federazione Speleologica Regionale Siciliana

Comitato Scientifico

Michele Betti

CNCA SSI

Roberto Bixio

Centro Studi Sotterranei, Genova; CNCA SSI

Vittoria Caloi

Egeria Centro Ricerche Sotterranee, Roma; CNCA SSI

Marianna Cangemi

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

Andrea De Pascale

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

Sossio Del Prete

CNCA SSI

Carla Galeazzi

Egeria Centro Ricerche Sotterranee, Roma; Hypogea; CNCA SSI

Carlo Germani

Egeria Centro Ricerche Sotterranee, Roma; Hypogea; CNCA SSI

Giuliana Madonia

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

Massimo Mancini

Università degli Studi del Molise, Campobasso; CNCA SSI

Mario Parise

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

Stefano Saj

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

Pietro Todaro

Società Italiana di Geologia Ambientale

Marco Vattano

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

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

OMAGGIO ALLA CITTÀ DI PALERMO E A SANTA ROSALIA SUA PATRONA

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

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

Massimo Mancini, Paolo Forti

ANTICHE OPERE IDRAULICHE, SISTEMI DI RACCOLTA DELLE ACQUE METEORICHE

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

Modernity of rain harvesting underground systems

Paolo Madonia, Marianna Cangemi, Ygor Oliveri

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

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

Pietro Todaro

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

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

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

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

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

Laura Schepis, Pietro Valenti, Marco Vattano

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

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

Paolo Cultrera, Luciano Arena

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

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

Gaetano Giudice, Francesco Politano, Alfio Cariola

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

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

MONITORAGGIO E PREVENZIONE, CENSIMENTI E CATALOGAZIONE

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

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

OPERE INSEDIATIVE CIVILI, ESTRATTIVE, BELLICHE E DI TRANSITO

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

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

OPERA IPOGEA

Memorie della Commissione Nazionale Cavità Artificiali
www.operaipogea.it

Semestrale della Società Speleologica Italiana

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

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

Proprietario:

Società Speleologica Italiana

Direttore Responsabile:

Stefano Saj

Direttore Editoriale:

Andrea De Pascale

Comitato di Redazione:

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

Sede della Redazione:

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

Comitato Scientifico:

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

Recensioni:

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

Composizione e impaginazione:

Fausto Bianchi, Enrico Maria Sacchi

Foto di copertina:

Immagini tratte dagli articoli del presente numero doppio della rivista

Foto quarta di copertina:

Immagini tratte dagli articoli del presente numero doppio della rivista

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

Prezzo di copertina:

Euro 40,00

Tipografia:

A.G.E. s.r.l.
Via della Stazione, 41
61029 Urbino (PU)
Tel. 0722 328756

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

Il *qanat* di Villa Riso (Palermo, Sicilia)

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

Giuseppe Avellone¹, Marco Vattano^{2,3}, Giuliana Madonia², Cipriano Di Maggio²

Riassunto

Durante i lavori di ristrutturazione del complesso edilizio di Villa Riso, villa storica ubicata nell'area della Piana dei Colli (Palermo), sono state applicate tecniche di prospezione georadar e di ispezione diretta che hanno permesso di rinvenire un cunicolo drenante di tipo *qanat* nel sottosuolo della corte antistante la villa. La presenza di cunicoli drenanti al di sotto di antiche ville è frequente in questo settore della città di Palermo, ma la possibilità di accedervi diventa sempre più difficile, a causa del loro cattivo stato di conservazione.

Il *qanat* di Villa Riso presenta la classica struttura dei *qanat* della Piana dei Colli, dai quali, tuttavia, si differenzia per la presenza di una grande cisterna di raccolta delle acque localizzata nella parte mediana del cunicolo. Nel presente lavoro viene effettuata una descrizione dell'ipogeo, delle sue caratteristiche costruttive, delle peculiarità geologiche della roccia in cui è scavato e delle sue attuali condizioni di conservazione.

Parole chiave: *qanat*, Villa Riso, Piana dei Colli, Palermo.

Abstract

During the renovation of Villa Riso, a historic complex located in the Piana dei Colli area (Palermo), a *qanat*-type underground draining tunnel was found. In this sector of Palermo, the presence of *qanat* below important historical villas is frequent but often their access is hard because of the poor conservation conditions. The *qanat* of Villa Riso shows the classic structure of the *qanat* in the Piana dei Colli, from which, however, it differs for the presence of a large water cistern located in the middle part of the tunnel. The detailed description of the *qanat*, showing its structure and its conservation conditions, and geological features of the rock in which it carved are displayed in this paper.

Keywords: *qanat*, Villa Riso, Piana dei Colli, Palermo.

Introduzione

Ideati per soddisfare i bisogni idrici in aree geografiche caratterizzate da climi aridi o semi-aridi, i *qanat* sono dei cunicoli che, sfruttando la gravità, drenano acque per vie sotterranee, in modo da evitare tutte le perdite legate ai processi evaporativi, molto intensi in quelle aree climatiche. Diffusi dalla zona dell'attuale Iran nell'area mediterranea, i *qanat* vennero abbondantemente costruiti e utilizzati anche nell'area di Palermo, sia nella zona prossima al centro storico, che nella Piana dei Colli (Biancone, 1994; 1997; Todaro 1988, Catalano et al., 2013a, Todaro, 2014). Nei due settori della città vennero realizzati con stili e accorgimenti costruttivi differenti, in relazione alla differente circolazione idrica tra la zona meridionale e quella settentrionale della Piana di Palermo.

Nel sottosuolo dell'antica Palermo, i sistemi di *qanat* svolgevano il ruolo di acquedotti sotterranei mediante i quali veniva soddisfatta l'esigenza idrica urbana attraverso dei pozzi verticali di attingimento. Questi, disposti in serie lungo il cunicolo sotterraneo, si attestavano con il loro fondo fino alla base del cunicolo stesso. Attraverso questa raffinata opera di ingegneria idraulica, veniva incanalata l'acqua di falda intercettata a monte, anche molto distante della zona di sbocco del cunicolo: l'effetto, straordinario per quei tempi, era di creare sorgenti artificiali in superficie, dove l'acqua era presente solo nel sottosuolo a notevoli profondità. Nelle campagne circostanti il centro urbano di Palermo, i cunicoli sotterranei e i pozzi seriali rappresentavano invece un raffinato sistema di irrigazione a servizio della fiorente attività agricola del passato.

¹ Geologo, Via Pietro D'Asaro 45, 90138 Palermo

² Dipartimento di Scienze della Terra e del Mare, Università di Palermo, via Archirafi 22, 90123 Palermo

³ Associazione Naturalistica Speleologica *Le Taddarite*, via Terrasanta 46, 90141 Palermo

Autore di riferimento: Giuseppe Avellone - geostudioavellone@gmail.com

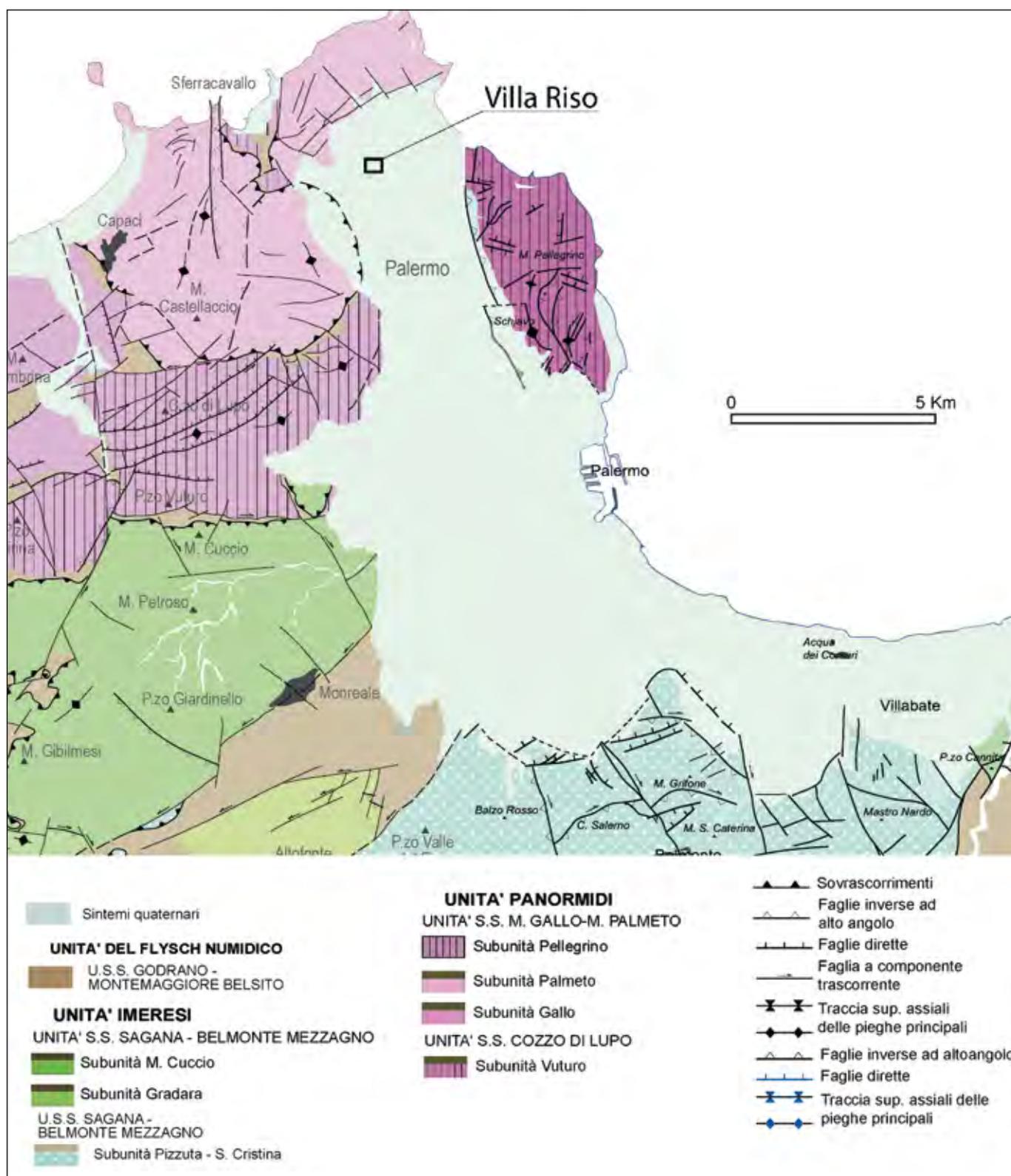


Fig. 1 – Schema strutturale dell'area della Piana di Palermo (da Catalano et al., 2013a; 2013b).

Fig. 1 – Structural sketch of the Piana di Palermo area (after Catalano et al., 2013a; 2013b).

In seguito ai lavori di ristrutturazione del complesso edilizio di Villa Riso, nel settore settentrionale della Piana di Palermo, è stato riconosciuto un cunicolo di tipo *qanat*. La descrizione del *qanat* rinvenuto e delle rocce in cui è stato scavato costituisce l'obiettivo del presente lavoro.

Aspetti geologici

Villa Riso è ubicata nella Piana dei Colli, toponimo locale della porzione settentrionale della Piana di Palermo; quest'ultima, delimitata da rilievi montuosi a nord, ovest e sud, è una depressione strutturale

dell'edificio dei Monti di Palermo, un segmento del complesso collisionale della catena siciliana prodottosi in seguito alla tetto-genesi appenninica; i monti che circondano la Piana di Palermo, risultano costituiti da unità tettoniche che derivano dalla deformazione delle coperture sedimentarie mesozoico-terziarie, di originari paleo-domini sud-tetidei caratterizzati da depositi in facies di bacino-scarpata e di piattaforma carbonatica (rispettivamente successioni del Dominio Imerese e di quello Panormide; Catalano et al., 2013a; 2013b con bibliografia).

Tali unità meso-cenozoiche sono state riconosciute anche nella Piana di Palermo e sotto di essa, in posizione strutturale ribassata perché al letto dei sovrascorri-menti (Catalano et al. 2013a); risultano sepolte al di sotto di una copertura del Pleistocene inferiore (Calabriano), sulla quale sorgono la città di Palermo ed i numerosi complessi di ville e giardini – come Villa Riso – sparsi nella rigogliosa campagna circostante (fig. 1).

Nell'area di studio della Piana dei Colli, questa copertura è discordante sul substrato meso-cenozoico ed è costituita da una successione calcarenitico-sabbiosa (Calcareniti di Palermo) che passa gradualmente, verso il basso, ad argille siltose e sabbie fini grigio azzurre (Argille di Ficarazzi). Queste ultime si riconoscono solo attraverso sondaggi profondi.

Le due principali litofacies sopra citate sono riferite al sintema di Marsala (Catalano et al. 2013a; 2013b), risultando delimitate alla base da una superficie di erosione marina del Calabriano inferiore-medio e, verso l'alto, da una superficie di terrazzo marino dell'inizio del Pleistocene medio. Nel complesso, questi depositi mostrano spessore variabile e presentano la geometria di un cuneo sedimentario clinostratificato che si assottiglia gradualmente procedendo verso monte.

Seguendo Catalano et al. (2013a), i livelli sabbiosi e quelli calcarenitici, presentano macrofaune a molluschi, gasteropodi e subordinatamente ad echinidi, tipici di ambienti prevalentemente litorali. Si riconosce localmente una ricca fauna a molluschi con ospiti nordici (Ruggieri et al., 1968; 1975) quali *Arctica islandica* e *Limacina retroversa*, grossi gusci di *Pecten* sp. e talvolta, frammenti di coralli.

Nei pressi di Villa Riso, i sondaggi consultati presso la banca dati City Gis del Dipartimento di Scienze della Terra e del Mare dell'Università di Palermo (Giammarinaro & Maiorana, 2001) indicano uno spessore di circa 9 metri di Calcareniti di Palermo che si sovrappongono, con passaggio graduale, alle sottostanti Argille di Ficarazzi.

In particolare si riconoscono:

- dal p.c. (21 m s.l.m.) fino a 15 m s.l.m., calcareniti bioclastiche ben cementate in banchi o strati decimetrici alternate a sabbie parzialmente cementate in strati sottili centimetrici. Si riconoscono frequenti livelli di calcareniti fortemente cementate a consistenza lapidea;
- da 15 m a 12 m s.l.m., sabbie calcaree e sabbie fini limose fossilifere con rari livelli calcarenitici a consistenza lapidea;
- da 12 m fino a –2 m s.l.m. (base sondaggio), sabbie

fini limose grigio-azzurre fossilifere (Argille di Ficarazzi).

Per quanto riguarda l'ambiente deposizionale considerato alla scala del bacino sedimentario, si può fare riferimento all'analisi delle facies condotta da Giovanna Lo Cicero nell'adiacente settore di Marsala (Arces et al., 2000); gli Autori spiegano la successione verticale delle facies di tipo *shallowing upwards* in cui le Calcareniti di Palermo ricoprono con passaggio graduale le Argille di Ficarazzi per effetto di una regressione forzata, con migrazione e progradazione verso il mare delle facies costiere.

I cunicoli oggetto del presente lavoro sono stati scavati nella porzione calcarenitica della successione pleistocenica sopra descritta. Si osservano banchi di calcareniti bianco giallastre debolmente cementate alternati a sottili calcareniti a consistenza lapidea. Si riconoscono suggestive variazioni cromatiche degli strati in funzione della presenza di ossidi di ferro e manganese (fig. 2A, 2B).

Nello strato corrispondente alla volta del cunicolo è da segnalare una diffusa presenza di strutture da bioturbazione (ichnofacies). È l'effetto prodotto, sul fondo marino o nei primi metri di sedimento, dall'attività degli organismi che vivono, si nutrono, si rifugiano etc., nel sedimento sciolto e dei quali si riconoscono tracce fossili (fig. 2C). Nelle calcareniti studiate, le tracce fossili consistono in elementi allungati in rilievo perché costituite da materiale relativamente più cementato rispetto alle sabbie circostanti a minore grado di cementazione (fig. 2D). Queste tracce, prodotte da organismi bentonici che scavavano nel sedimento ancora sciolto, sono molto diffuse negli ambienti costieri prossimali; è da segnalare che, nel linguaggio comune dei sondatori, tali elementi cementati con forma allungata, quando recuperati durante il carotaggio delle calcareniti, vengono descritti impropriamente come "ossi" (fig. 2E).

Le suddette strutture sedimentarie sono riconducibili alle Skolithos e Psilonichnus icnofacies che caratterizzano l'ambiente sedimentario costiero di tipo *shoreline/shoreface* prossimale. Come dimostrato da studi su litologie simili alla Calcareniti di Palermo, la bioturbazione influenza in maniera importante i processi diagenetici in quanto una bioturbazione locale o diffusa induce locali o pervasivi cambiamenti della permeabilità o del contenuto organico delle sabbie, controllandone il grado di cementazione (Morad et al., 2010).

Il qanat di Villa Riso

Nell'ambito dei lavori di ristrutturazione del complesso edilizio di Villa Riso sono state applicate tecniche di prospezione geologica e di ispezione diretta che hanno permesso di rinvenire un sistema di cunicoli e pozzi seriali presenti nel sottosuolo della corte interna antistante la villa (fig. 3). Il sistema di gallerie e di pozzi seriali riportati alla luce rispecchia per molti versi le caratteristiche costruttive di un classico *qanat* dell'area palermitana. In quest'area, infatti, i *qanat* sono stati realizzati con raffinate tecniche

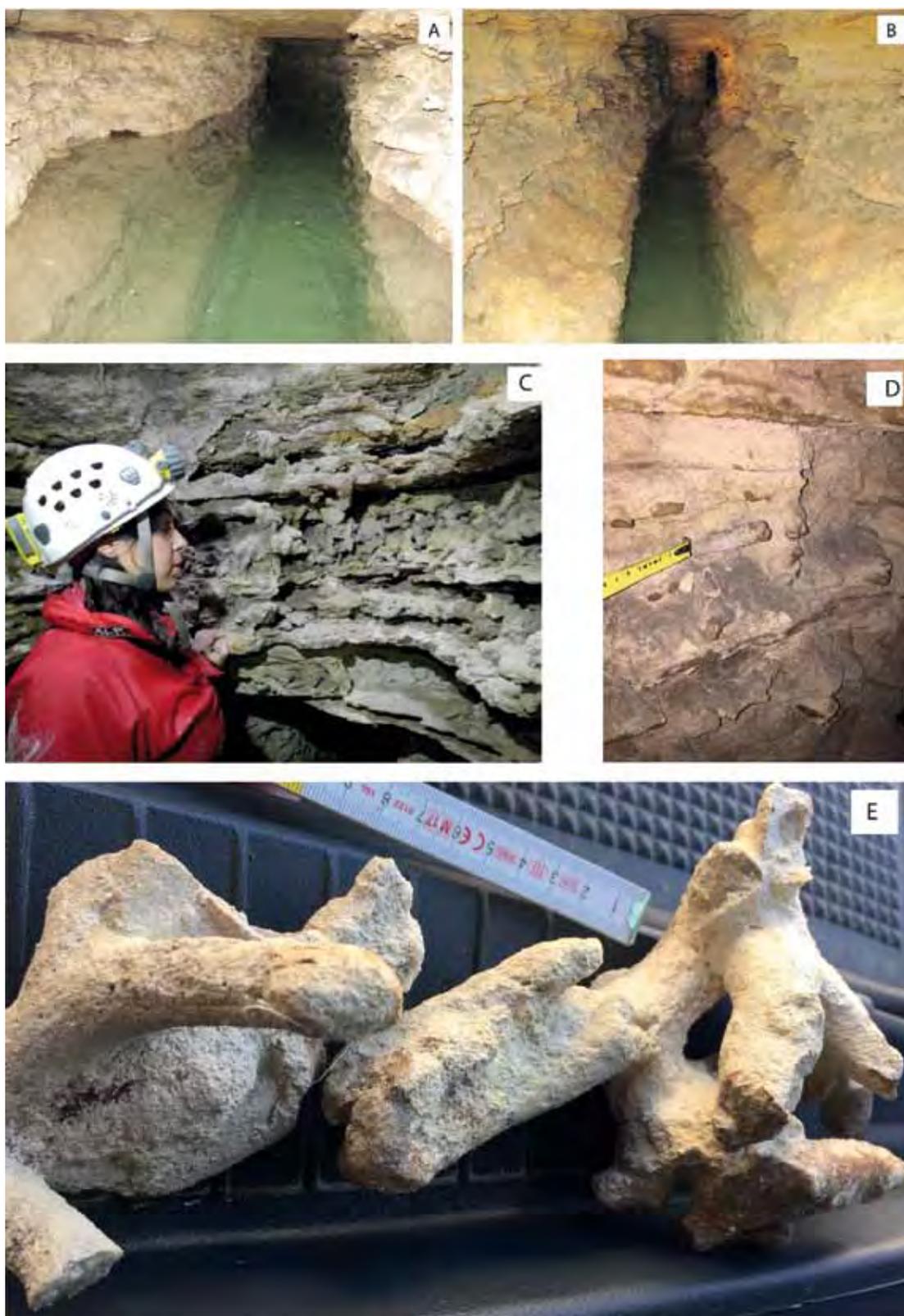


Fig. 2 – A, B: foto del cunicolo drenante scavato negli strati piano paralleli della calcarenite (foto G. Avellone). C: foto dello strato pleistocenico sabbioso in cui si segnala una diffusa presenza di strutture da bioturbazione (Ichnites, foto M. Vattano). D: particolare dello strato bioturbato (foto G. Avellone). E: foto del calco delle strutture sedimentarie fossili estratte dalla roccia. Sono opera degli organismi marini che scavavano nel sedimento sul fondo del mare pleistocenico. Le strutture si intrecciano e risultano relativamente più cementate del circostante sedimento sabbioso che è stato rimosso con un pennello (foto G. Avellone).

Fig. 2 – A, B: view of the tunnel carved in the plane parallel laminated calcarenites (photo G. Avellone). C: image of the Pleistocene layer, rich in bioturbation structures (Ichnites, photo M. Vattano). D: close-up of a bioturbated layer (photo G. Avellone). E: picture of the fossil sedimentary structure casts extracted from the rock. These are linked to marine organisms which dug in the sediment at the bottom of the Pleistocene sea. The structures are intertwined and are relatively more cemented than the surrounding sandy sediment which was removed with a brush (photo G. Avellone).

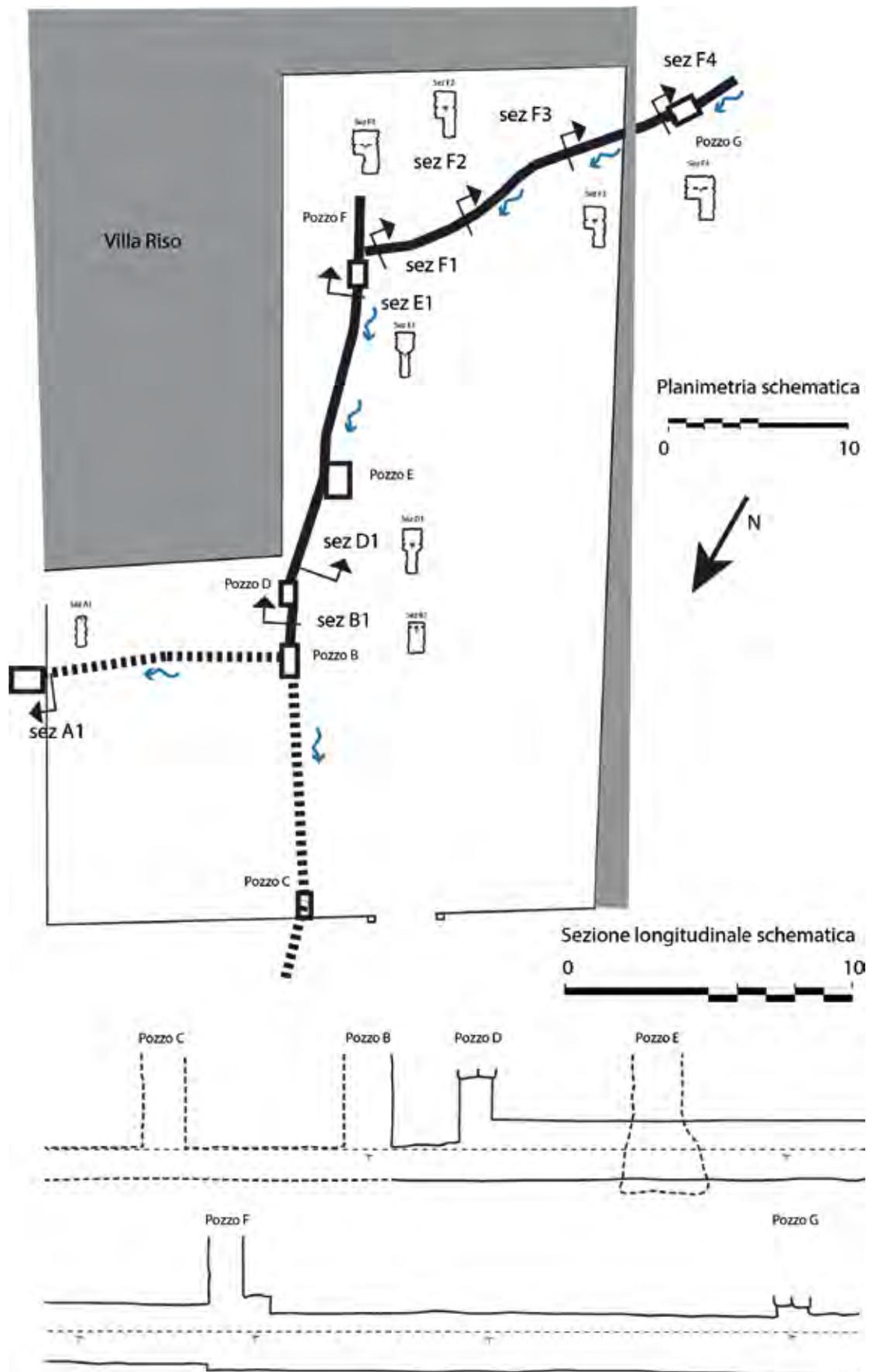


Fig. 3 – Rappresentazione schematica del qanat di Villa Riso con schema planimetrico, sezione longitudinale e sezioni trasversali (da Thesaurus Service s.n.c.). Le frecce azzurre indicano la direzione di scorrimento dell'acqua nel cunicolo.

Fig. 3 – Sketch of the Villa Riso qanat with plan, profile and cross sections (after Thesaurus Service s.n.c.). The azure arrows indicate the flow direction inside the tunnel.

di ingegneria idraulica, mantenendo una pendenza media del 4‰ (Biancone, 1994), con pozzi seriali distanziati di circa 20 m e con gallerie dimensionate in modo tale da ridurre al minimo le opere di scavo, eseguite a mano e con fatica nella roccia calcarenitica. Nelle zone di monte, dove viene intercettata la falda idrica, i cunicoli presentano una configurazione trasversale alle linee di flusso in maniera tale di captare al meglio la risorsa e aumentare la capacità drenante di tutta l'opera idraulica; grazie alla pen-

denza dei cunicoli, la gravità consente di recapitare a distanza l'acqua di sottosuolo.

Nel caso di Villa Riso, è stato possibile osservare il sistema drenante tutt'oggi attivo, che risulta percorribile per circa 50 m, sebbene le indagini georadar abbiano permesso di riconoscere la presenza di cunicoli per una lunghezza complessiva di almeno 80 m.

Questo sistema di cunicoli è stato realizzato a profondità ridotte considerato che il tetto risulta tra 2,2 e 3 m dal piano di calpestio della corte di Villa Riso (fig. 3).



Fig. 4 – A: Pozzo di ingresso al qanat di Villa Riso. B: Porzione inferiore del pozzo di ingresso dove si apprezza l'inconsueto allargamento alla base. C: Galleria principale del qanat, con un livello di approfondimento. D: Cisterna nel ramo sud, con accesso da un pozzo seriale. E: Porzione meridionale del qanat di Villa Riso con imponenti apparati radicali che provengono da un pozzo seriale tombato. F: Estremità del ramo sud del qanat con ostruzione di materiale proveniente dall'esterno (foto M. Vattano).

Fig. 4 – A: Villa Riso qanat entrance shaft. B: Lower part of the entrance shaft where the base widening is shown. C: Main gallery of the qanat, with a deepening level. D: Cistern in the South branch, with an access from a secondary shaft. E: Southern part of the Villa Riso qanat with huge roots that come from a closed shaft. F: End of the southern branch of the qanat with an obstruction made by material coming from the outside (photo M. Vattano).

Circa la funzionalità del sistema idrico cunicolare nello specifico contesto idrogeologico è da segnalare che la falda idrica è stata intercettata a profondità di oltre 8 m dal p.c., pertanto il livello d'acqua nel cunicolo si trova circa 5 m al di sopra della falda. La quota assoluta della falda risulta compatibile con quella delle superfici isopiezometriche ricostruite nel settore di studio da Calvi et al. (2000) e Todaro (in stampa). I cunicoli rinvenuti pertanto presentano la sezione sopra falda e garantiscono lo scorrimento dell'acqua ad una profondità di solo 3 m dal piano campagna. Questa "preziosa" risorsa idrica sotterranea, captata dalle zone più a monte, è quindi facilmente raggiungibile dalla superficie mediante i pozzi realizzati in serie.

Per quanto sopra il sistema di cunicoli di Villa Riso scavato negli strati rocciosi è stato costruito ai fini irrigui secondo le antiche tecniche dei *qanat* di derivazione arabo-persiana.

Il *qanat* di Villa Riso presenta tre rami con differenti direzioni (fig. 3). La galleria principale è lunga circa 40 m ed è orientata NO-SE. I due rami secondari hanno direzione di sviluppo NE-SO e si trovano, rispettivamente, nella zona settentrionale e in quella meridionale della galleria principale, con lunghezze di 17 m il primo e poco più di 20 m il secondo.

L'accesso all'ipogeo è attualmente possibile tramite un pozzo ubicato nel cortile di ingresso alla villa (fig. 4A). Le grandi dimensioni e la forma a campana di questo pozzo nella sua parte inferiore, rappresentano caratteristiche anomale rispetto alle consuete forme e dimensioni di un pozzo seriale (fig. 4B); l'insieme di

questi elementi suggerisce che questo pozzo possa essere stato realizzato in epoca successiva al cunicolo.

La sezione è asimmetrica con una larghezza maggiore nella parte alta del cunicolo, che consentiva il movimento delle spalle dell'operatore addetto allo scavo. Come si può evincere dalle diverse sezioni trasversali riportate nello schema rappresentativo del *qanat*, sono presenti anche degli approfondimenti della base del cunicolo (fig. 3). La prosecuzione dello scavo e la creazione di un approfondimento erano operazioni necessarie quando il livello d'acqua, all'interno del cunicolo, scendeva per effetto dell'abbassamento della falda nella zona a monte, magari molto lontana, dove il cunicolo intercettava la falda idrica (fig. 4C).

Nella porzione meridionale del cunicolo è presente una camera a pianta quadrangolare con funzione di riserva. A questa si può accedere anche direttamente dall'alto, attraverso un pozzo (fig. 4D). La realizzazione di questa camera è verosimilmente legata alla necessità di creare una riserva idrica attinta attraverso il pozzo nel quale, usualmente, era installato un meccanismo di sollevamento.

Di particolare bellezza e suggestione sono da segnalare le strutture geologiche sedimentarie prima descritte e gli imponenti apparati radicali, rilevati nel tratto meridionale del cunicolo (fig. 4E).

Per quanto ad oggi è stato possibile ispezionare, il ramo meridionale del cunicolo presenta delle brusche terminazioni costituite da riempimenti (fig. 4F). Altre parti del cunicolo non si possono esplorare a causa dell'altezza dell'acqua che riempie parzialmente o totalmente il cunicolo.

Conclusioni

Durante i lavori di ristrutturazione del complesso edilizio di Villa Riso è stato rinvenuto un sistema di canalizzazione e di presa delle acque sotterranee, costruito nel sottosuolo secondo le antiche tecniche dei *qanat* di derivazione arabo-persiana, da tempo segnalati al di sotto del centro urbano di Palermo.

Opere di raffinata ingegneria idraulica, i cunicoli ed i pozzi seriali di Villa Riso si inseriscono nel sistema di irrigazione della Piana dei Colli, a testimonianza di un'antica pratica di sfruttamento delle risorse idrogeologiche a servizio delle ville e dell'attività agricola della zona.

La sua documentazione arricchisce il panorama conoscitivo dei *qanat* della Piana dei Colli e conferma quanto questa modalità di trasporto e sfruttamento razionale dell'acqua di sottosuolo, fosse utilizzata in questo settore della città dove sono già noti i *qanat* di Villa Raffo, Castelforte, Scalea I e Scalea II.

I cunicoli drenanti di Villa Riso presentano l'intradosso della volta a profondità compresa tra 2,2 e 3 m dal piano di calpestio della corte dell'edificio. Le rudimentali gallerie scavate a mano con fatica nella roccia calcarenitica ma con tecnica molto efficace, hanno il fondo con pendenza tale da garantire il continuo scorrimento di acqua ad una profondità di solo 3-4 m dal piano campagna.

Questi cunicoli rappresentano esempi di antiche opere di ingegneria idraulica in grado non solo di trasportare l'acqua a distanza, ma soprattutto di captare le risorse idriche sotterranee; captazione che avveniva valorizzando e soprattutto sfruttando in "modo sostenibile" la risorsa idrica, se si considera che la portata idrica del cunicolo varia in funzione delle oscillazioni stagionali della falda "senza il rischio di un depauperamento" della risorsa idrica stessa.

Sebbene percorribile ed ispezionabile solo per un tratto ridotto a causa di ostruzioni o per l'altezza dell'acqua, il *qanat* di Villa Riso è facilmente raggiungibile da un ampio pozzo di accesso grazie alla ridotta profondità dal piano campagna. Le pareti della calcarenite in cui il cunicolo è realizzato mostrano esempi didattici di sezioni stratigrafiche policrome di suggestiva bellezza, ricche di tracce fossili (ichnofacies) e strutture sedimentarie molto bene esposte. La presenza dell'ipogeo, in definitiva, arricchisce il notevole bagaglio storico ed architettonico che la villa offre.

Ringraziamenti

Si ringraziano: il dr. Gabriele Lena della Thesaurus Service s.n.c., che ha curato le indagini georadar, le prime ispezioni e la realizzazione degli schemi rappresentativi dell'ipogeo; la dr.ssa Maria Luisa Cerrito, in rappresentanza della proprietà di Villa Riso, per l'entusiasmo con cui ha accompagnato il nostro lavoro; il dr. Carlo Gugliotta, per le preziose discussioni riguardanti le strutture sedimentarie che caratterizzano gli strati rocciosi; Carla Galeazzi per la revisione del testo, il dr. Pietro Todaro per i suggerimenti e per la disponibilità a fornire indicazioni e pubblicazioni; Luisa Sausa e Paolo Giuliano, speleologi dell'ANS Le Taddarite, per l'indispensabile collaborazione nelle fasi documentative.

Bibliografia

- Arces M., Aversa S., Lo Cicero G. & Nocilla N., 2000, *The Pleistocene "Calcareni di Marsala: geotechnical and sedimentological characterisation"*. Mem. Soc. Geol. It., 55, 483-489.
- Biancone V., 1994, *Qanat*. In: Cusimano G. & Di Cara A. *La vulnerabilità all'inquinamento degli acquiferi della Piana di Palermo*. Consiglio Nazionale dei Geologi: VIII Congresso Nazionale: "Scienze della Terra e trasformazioni antropiche: un rapporto in evoluzione", Roma 21-23 gennaio 1994, vol. I, 123-144.
- Biancone V. & Tusa S., 1997, *I qanat dell'area centro-settentrionale della Piana di Palermo*. Archeologia e Territorio, Ed. Palumbo, 375-389.
- Calvi F., Contino A., Cusimano G., Di Cara A., Frias Forcada A., Hauser S. & Pellerito S., 2000, *Hydrostructures related to the Piana di Palermo aquifers and their hydrogeochemical characteristics*. In: R. Catalano & G. Lo Cicero (Eds.), Sicily, a Natural Laboratory in the Mediterranean Area: Structures, Seas, Resources and Hazards. Mem. Soc. Geol. It., 55, 473-481.
- Catalano R., Avellone G., Basilone L., Contino A. & Agate M., 2013a, *Note illustrative della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000. Foglio 595 "Palermo" e carta geologica allegata*. ISPRA, Servizio Geologico d'Italia, SystemCart, Roma, 1-218.
- Catalano R., Basilone L., Di Maggio C., Gasparo Morticelli M., Agate M., & Avellone G., 2013b, *Note illustrative della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000. Foglio 594-585 "Partinico-Mondello" e carta geologica allegata*. ISPRA, Servizio Geologico d'Italia, SystemCart, Roma, 1-270.
- Giammarinaro M. S. & Maiorana S., 2001, *City GIS: una applicazione GIS dedicata ai sistemi urbani*. Geologi di Sicilia, 3, 21-25.
- Morad S., Khalid Al-Ramadan, Ketzer J. M. & De Ros L. F., 2010, *The impact of diagenesis on the heterogeneity of sandstone reservoirs: a review of the role of depositional facies and sequence stratigraphy*. AAPG Bulletin, 94, no. 8, pp. 1267-1309.
- Ruggieri G., Greco A. & Buccheri G., 1968, *Nuovi dati sul Pliocene e il Quaternario dei dintorni di Palermo*. Riv. Min. Sic., 112-114, 211-215.
- Ruggieri G., Buccheri G., Greco A. & Sprovieri R., 1975, *Un affioramento di Siciliano nel quadro della revisione della stratigrafia del Pleistocene inferiore*. Boll. Soc. Geol. It., 94, 889-914.
- Todaro P., 1988, *Il sottosuolo di Palermo*. Ed. Flaccovio. 124 pp.
- Todaro P., 2014, *Sistemi d'acqua tradizionali siciliani; qanat, ingruttati e pozzi allaccianti nelle Piana di Palermo*. Geologia dell'Ambiente, Soc. It. di Geol. Amb., 4, 19-28.
- Todaro P., in stampa, *The qanats in the Palermo plain (Sicily, Italy)*, International Workshop-Water and City, Hydraulic systems and Urban Structures, Yazd, Iran, 2018.

