

SOPRA E SOTTO IL CARSO

Rivista on line del Centro Ricerche Carsiche "C. Seppenhofer" aps - Gorizia

NUMERO SPECIALE

OTTOBRE 2021



Prontuario di archeologia del sottosuolo Handbook of hypogean archaeology

ISSN 2704-9159



SEDE SOCIALE: VIA ASCOLI, 7 - 34170 GORIZIA

seppenhofer@libero.it

<http://www.seppenhofer.it>





SEDE SOCIALE:
VIA ASCOLI, 7
34170 GORIZIA

seppenhofer@libero.it
<http://www.seppenhofer.it>



SOPRA E SOTTO IL CARSO

Rivista online del Centro Ricerche Carsiche "C. Seppenhofer" aps - Gorizia

NUMERO SPECIALE

OTTOBRE 2021

Finalmente alcune linee guida chiare



A cura della Redazione

È proprio il caso di dire finalmente!

Attraverso questo prontuario di archeologia del sottosuolo, che andiamo a presentare, Gianluca Padovan ha tracciato una guida pratica e ben chiara da seguire per chi si appresta ad intraprendere l'affascinante attività speleologica in Cavità Artificiali.

Un settore della speleologia, questo, che sta prendendo sempre più piede, specie in quelle città del nostro Paese ricche di storia e manufatti ipogei che raccontano le nostre vicende del passato.

Roma, Napoli, Tarquinia, Bolsena, Bergamo e non da ultima Milano sono i luoghi ipogei indagati per anni dall'amico Gianluca, esplorazioni svolte alle volte in condizioni estreme da cui egli ha tratto una notevole esperienza e che sono valse per tracciare questo prontuario pratico ed essenziale. Certamente questo non vuole essere un trattato esaustivo della materia, ma nel breve spazio messo a disposizione dalla nostra rivista, l'autore condensa sapientemente le principali linee guida che bisogna seguire per affrontare nel corretto modo la pratica della speleologia in Cavità Artificiali. Insomma, un manuale pratico nato dalla lunga esperienza maturata alla guida dell'Associazione Speleologia Cavità Artificiali Milano e messo a disposizione di tutti. La trasposizione, inoltre, dei testi in lingua inglese ne agevola la diffusione anche oltre i confini territoriali del nostro Paese.

Buona lettura!

Prontuario di archeologia del sottosuolo: metodologia d'indagine

* * *

Handbook of hypogean archaeology: survey methodology

Testi di:

Gianluca Padovan – (Associazione Speleologia Cavità Artificiali Milano – Federazione Nazionale Cavità Artificiali)

Fotografie: dove non indicato sono di Gianluca Padovan

Traduzione: Ivana Micheli, Annalisa Pollini e Cristina Riboldi

* * *

ISSN 2704-9159



9 772704 915904

Il notiziario **Sopra e sotto il Carso** esce ogni fine mese e viene distribuito esclusivamente on line. Può essere scaricato nel formato PDF attraverso il sito del Centro Ricerche Carsiche "C. Seppenhofer" APS - www.seppenhofer.it

Comitato di Redazione: M. Tavagnutti, I. Primosi, F. Bellio.

I firmatari degli articoli sono gli unici responsabili del contenuto degli articoli pubblicati.



SOPRA E SOTTO IL CARSO

Rivista online del Centro Ricerche Carsiche "C. Seppenhofer" aps

Cod. ISSN 2704-9159

Redazione: via G. I. Ascoli, 7
34170 Gorizia - tel.: 3297468095

E-mail: seppenhofer@libero.it

Direttore responsabile: Maurizio Tavagnutti



Sommario



Finalmente alcune linee guida chiare	2
Sommario	3
Prontuario di archeologia del sottosuolo: metodologia d'indagine	4
1. Speleologia e Cavità Artificiali	4
2. Archeologia del Sottosuolo	6
3. Archeologia e cavità artificiali	7
4. Definizione di Cavità Artificiale	9
5. Altre opere considerabili come cavità artificiali	10
6. Le sette tipologie principali	13
7. Scheda catastale e compilazione	15
8. Il Catasto delle Cavità Artificiali: la gestione dei dati	23
9. Un mondo sotterraneo: individuazione e studio	24
10. Indagare il sottosuolo	26
11. Unità Stratigrafiche Positive e Unità Stratigrafiche Negative	28
12. Terreno geologico & storia del luogo	29
13. Ricerca ed elaborazione	32
14. Geologia e geofisica	34
15. Speleologia e cavità artificiali	35
16. Speleologia subacquea	36
17. I rischi	37
Altri titoli dello stesso autore:	42
Chi siamo	44



Prontuario di archeologia del sottosuolo: metodologia d'indagine

* * *

Handbook of hypogean archaeology: survey methodology

di Gianluca Padovan - Presidente dell'Associazione Speleologia Cavità Artificiali Milano
Traduzioni di Ivana Micheli, Annalisa Pollini e Cristina Riboldi

PRONTUARIO DI ARCHEOLOGIA DEL SOTTOSUOLO: METODOLOGIA D'INDAGINE.

Presentazione.

Con questo prontuario si desidera fornire una base didattica a coloro i quali intendano approcciarsi a questa nuova disciplina: l'Archeologia del Sottosuolo, derivata dalla Speleologia e dalla Speleologia in Cavità Artificiali.

Il prontuario che si presenta è tratto principalmente da tre pubblicazioni:

- Padovan Gianluca (a cura di), **Archeologia del sottosuolo**. Lettura e studio delle cavità artificiali, British Archaeological Reports, International Series 1416, Oxford 2005.
- Basilico Roberto et alii, **Italian Cadastre of Artificial Cavities**. Part 1. (Including introductory comments and a classification), Hypogean Archaeology (Research and Documentation of Underground Structures) N°1, British Archaeological Reports International Series 1599, Oxford 2007.
- Padovan Gianluca, **Archeologia del Sottosuolo**. Manuale per la conoscenza del mondo ipogeo, Ugo Mursia Editore, Milano 2009.

— *TRASLATION* —

HANDBOOK OF HYPOGEAN ARCHAEOLOGY: SURVEY METHODOLOGY

Introduction.

Scope of this handbook is to provide an educational basis to those who are willing to approach this new discipline: Hypogean Archaeology, deriving from Speleology and speleology in artificial cavities. The handbook that we are introducing is mainly taken from 3 publications:

- Padovan Gianluca (a cura di), **Archeologia del sottosuolo**. Lettura e studio delle cavità artificiali, British Archaeological Reports, International Series 1416, Oxford 2005.
- Basilico Roberto et alii, **Italian Cadastre of Artificial Cavities**. Part 1. (Including introductory comments and a classification), Hypogean Archaeology (Research and Documentation of Underground Structures) N°1, British Archaeological Reports International Series 1599, Oxford 2007.
- Padovan Gianluca, **Archeologia del Sottosuolo**. Manuale per la conoscenza del mondo ipogeo, Ugo Mursia Editore, Milano 2009.

* * *

1. Speleologia e Cavità Artificiali

L'applicazione della metodologia speleologica e speleosubacquea consente l'indagine di una più vasta gamma di cavità artificiali. L'utilizzo delle moderne tecniche di discesa e di risalita su corda singola, l'allenamento fisico e mentale, l'utilizzo dell'attrezzatura speleosubacquea, nonché la comprensione dei rischi e l'adeguata applicazione delle norme di sicurezza, hanno indiscutibilmente aperto nuovi orizzonti (figg. 1, 2). Questo ha comportato la conoscenza e lo studio di una considerevole quantità di opere ipogee sconosciute o tranquillamente ignorate.

Gli studi riguardanti il mondo ipogeo, sia in cavità naturali che in cavità artificiali, hanno avuto inizio da lungo tempo, ma solo nel XIX secolo le esplorazioni speleologiche muovono i primi e decisi passi. Si può affermare che dal momento in cui la disciplina speleologica ha preso piede, anche le ricerche nelle cavità artificiali hanno beneficiato di tale impulso. È stata indubbiamente più lenta e difficoltosa, invece, la crea-

SOPRA E SOTTO IL CARSO



Gianluca Padovan



zione di una propria metodologia d'indagine. Le motivazioni potrebbero essere varie, ma in ogni caso un dato è certo: la maturazione aveva bisogno del suo tempo.

Questo nuovo tipo di speleologia è stata inizialmente chiamata "speleologia urbana", in quanto la maggior parte delle operazioni veniva svolta nel sottosuolo delle città. Col tempo e con l'allargamento delle ricerche soprattutto al di fuori dei centri urbani si è più correttamente chiamata "Speleologia in cavità artificiali".



Fig. 1. Pozzo della Macchia della Tarquinia (Viterbo).

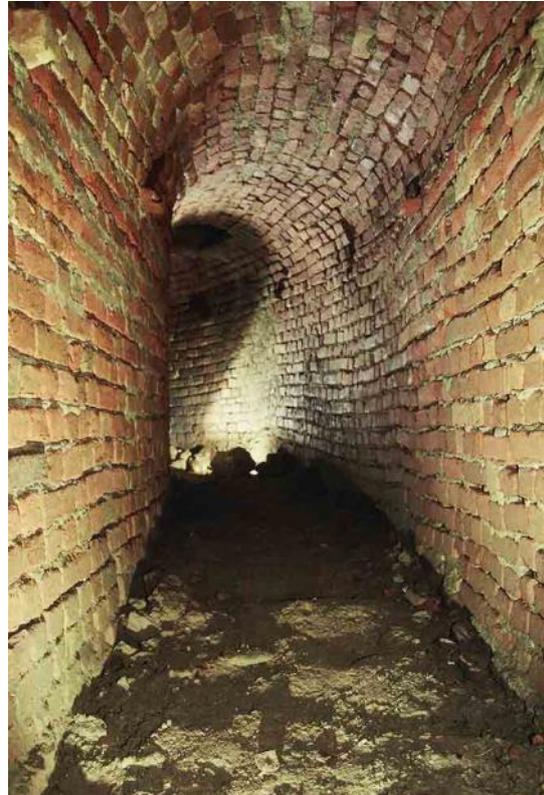


Fig. 2. Galleria sotterranea di collegamento nella fortezza di Verrua Savoia (Torino).

Nel 2004 si è fondata la Federazione Nazionale Cavità Artificiali, con lo scopo di stabilire un punto d'incontro tra la speleologia e l'archeologia nell'indagine delle opere sotterranee. Si è quindi creato un sito internet e si è avviata la costruzione di un catasto multimediale e informatizzato con gestione delle schede e delle bibliografie, per divulgare e sistematizzare lo studio delle cavità artificiali.

Nel 2005 è uscito il volume *Archeologia del sottosuolo. Lettura e studio delle cavità artificiali* (BAR International Series 1416), dando un nuovo nome alla materia. Lo stesso anno si è tenuto il "I Congresso sulle Cavità Artificiali. *Archeologia del sottosuolo: metodologie a confronto*", in cui l'Archeologia, la Speleologia, la Subacquea, la Speleosubacquea e la Biospeleologia si sono confrontate sul tema comune delle cavità artificiali (BAR International Series 1611). Si è svolto a Bolsena (Viterbo) dall'8 all'11 dicembre 2005 ed è stato organizzato dalla Federazione Nazionale Cavità Artificiali e dall'Associazione Scuola Sub Lago di Bolsena. Sono stati presentati trentaquattro lavori, numerosi filmati, proiezioni di diapositive anche in 3D, oltre all'allestimento di mostre tematiche. Hanno partecipato i rappresentanti di ventiquattro associazioni speleologiche, speleosubacquee e subacquee, oltre ai singoli ricercatori. Sono giunti speleologi da undici regioni italiane.

TRASLATION

1. Speleology and Artificial Cavities

The application of speleological and underwater speleology methodologies means that a wider range of artificial cavities can be explored. The adoption of modern single-cord descent and scaling techniques, physical and mental training, the use of underwater speleology equipment as well as an understanding of the risks and adequate compliance to safety regulations have undoubtedly opened new horizons (figg. 1, 2). This has led to the discovery and exploration of a considerable number of previously unknown or simply overlooked underground structures.

Underground studies of both natural and artificial cavities were commenced many years ago; however only in the XIX century did speleological exploration take its first decisive steps. The introduction of the



speleological discipline has also greatly benefited artificial cavity research. However, the creation of a true investigation methodology has been undoubtedly far slower and far more difficult. There may be several reasons for this, however one thing is certain: maturation required its own time.

This new type of speleology was initially known as “urban speleology”, as the bulk of explorations were conducted underneath the cities. In Italy, with the passing of time and with explorations being primarily conducted outwith urban centres, it has become more aptly known as “Speleology of artificial cavities”. The Italian Federation of Artificial Cavities (Federazione Nazionale Cavità Artificiali) was established in 2004 with the aim of combining speleology and archaeology in the exploration of underground structures. An internet site has been set up and a computerised multimedia land registry with card and bibliography management functionality is in the process of being set up for the disclosure and classification of artificial cavity research.

The «Archeologia del sottosuolo. Lettura e studio delle cavità artificiali» (BAR International Series 1416) volume was published in 2005, and provided a new name for the subject. The “First Congress on Artificial Cavities – Underground Archaeology: methodologies compared”, provided a direct comparison of the common theme of artificial cavities in Archaeology, Speleology, Underwater Speleology and Biospeleology (BAR International Series 1611). The congress was held in Bolsena (Viterbo) from 8-11 December 2005 and was organised by the Italian Federation of Artificial Cavities and the Lake Diving School Association of Bolsena (Associazione Scuola Sub Lago di Bolsena). The presentation included thirty-four studies, numerous films and slide shows, including 3D slide shows, as well as thematic exhibitions. Representatives from twenty-four speleology, underwater speleology, and diving associations as well as individual researchers, attended the Congress. There were speleologists from eleven Italian regions.

2. Archeologia del Sottosuolo

L’Archeologia del Sottosuolo è il risultato di una attività condotta mediante lo sviluppo di criteri originali dove convergono più aspetti di altre discipline. È una multidisciplinaria costituita dalla idoneità a permanere nel sottosuolo all’interno di un manufatto e dalla capacità di raccogliere in tale manufatto i dati necessari alla sua analisi (figg. 3, 4). Il successivo lavoro è l’elaborazione dei dati raccolti. A questo punto altri aspetti della ricerca quali l’architettura, la geologia, la geomorfologia, la topografia, etc., concorrono alla comprensione di quanto indagato.

La ricerca e lo studio delle cavità artificiali non sono un momento episodico, un’attività collaterale alle indagini di superficie o allo scavo stratigrafico. Come la speleologia classica, anche l’Archeologia del Sottosuolo ha sviluppato una propria metodologia. Senza perdersi in astrattismi o particolarismi occorrerà comprendere



che si tratta anche di archeologia, perché l’oggetto dello studio sono

le opere realizzate dall’Uomo. Ma l’aspetto della raccolta dei dati, della restituzione grafica, della documentazione, dell’analisi e della sintesi è differente. Intraprendere tali ricerche significa “documentare il sottosuolo”.



Fig. 3. Rilevamento del Pozzo di Villa Crivelli – Pusterla a Limbiate (Monza Brianza).

— *TRASLATION* —

2. Underground Archaeology

Underground Archaeology is the result of an activity, carried out through the development of original criteria where multiple aspects of other disciplines converge (figg. 3, 4). This multidiscipline is based on underground permanence in man-made structures and on the ability to gather analytical data from the structure. The next step

Fig. 4. Poggio Moscini (Viterbo): ipogeo riutilizzato come cisterna.



is the processing of such data. At this point, other aspects of the study such as architecture, geology, geomorphology, topography etc., contribute to our understanding of the structure in question.

The research and study of artificial cavities is not incidental and is not the by-product of surface investigations or stratigraphic excavations. Just like classic speleology, Underground Archaeology has developed its own methodology. Without confusing the matter in abstractionism or particulars, it must be understood that this is also archaeology as the study relates to man-made structures. However, the aspects of data collection, graphic return, documentation, analysis and synthesis differ. The undertaking of this type research essentially entails the “documenting the underground”.

3. Archeologia e cavità artificiali

In campo prettamente archeologico le cavità artificiali sono oggetto di interesse. Il motivo è semplice e di per sé ovvio. Si tratta di manufatti, ovvero di opere realizzate dalla mano dell'uomo, o di grotte (cavità naturali) che hanno subito una trasformazione o un adattamento sia manuale sia mediante l'aiuto di macchine (fig. 5). In generale le sepolture rientrano in tale campo. Ad esempio, gli studi sulle catacombe hanno condotto alla formazione della cosiddetta Archeologia Cristiana.

Particolari siti con sviluppi sotterranei sono indagati dall'archeologia e un esempio eclatante è dato dall'ipogeo di Hal-Saflieni (3300-2500 a.), sull'isola di Malta. Si tratta di un particolare manufatto scavato su tre livelli e la cui camera principale è stata progettata come se fosse una facciata esterna, a imitazione di quelle degli edifici in superficie.

Gli scavi archeologici condotti nei centri urbani rinvengono sovente delle strutture sotterranee come pozzi, cisterne, fosse frumentarie e tombe. Tra gli studi degli insediamenti rupestri esistenti in Italia è da ricordare quello condotto a Vitozza, in Toscana. Si compone di circa 200 cavità artificiali, classificate secondo la forma e il tipo. Numerose campagne di scavo sono state effettuate anche in grotta. Recentemente si sono condotti scavi archeostratigrafici nella grotta di Lazaret, alle pendici del monte Boron a Nizza. Ma qui si parla di studi condotti su depositi formati in una cavità naturale. Tra i cosiddetti “riparsi sotto roccia” si possono ricordare i “cliff dwellings” del sud ovest dell'America, abitati da culture precolombiane.

L'uomo è naturalmente portato ad osservare ed indagare le opere del passato e da questo trae spunto di conoscenza. Più utilitaristicamente le adopera occupandole o rimettendole in funzione. Nel medioevo e nel rinascimento restaura e riattiva taluni acquedotti d'epoca romana. In età contemporanea mantiene in servizio fognature canali antichi. Tombe e abitazioni rupestri diventano stalle, magazzini, garage. Le miniere abbandonate sono cercate e rimesse in attività, oppure sfruttate a soli fini turistici, sovente preoccupandosi di ripristinare l'ecosistema di superficie. Tutto si sussegue e si ricicla. Numerosi luoghi di culto in grotta sono ancor'oggi oggetto di devozione. L'avvento dell'era moderna e la nascita dell'archeologia fanno sì che molte opere siano da un lato abbandonate o demolite, dall'altro cercate e tutelate. Questi brevi e succinti esempi fanno capire come le cavità artificiali possano essere oggetto di recupero e di studio per finalità differenti e spesso divergenti.

In linea generale l'indagine archeologica conduce ricerche d'archivio e di superficie, riportando alla luce l'accesso alle opere ipogee mediante gli scavi. Indaga direttamente i loro interni in quelle tranquillamente accessibili, esegue scavi stratigrafici in cavità naturali. Si può affermare che, in linea di massima, le ricerche in cavità artificiali siano condotte quasi esclusivamente in quelle di facile accesso e percorrenza. O comunque laddove si possano agevolmente effettuare movimenti di terra e stratigrafie per la lettura delle fasi d'uso.

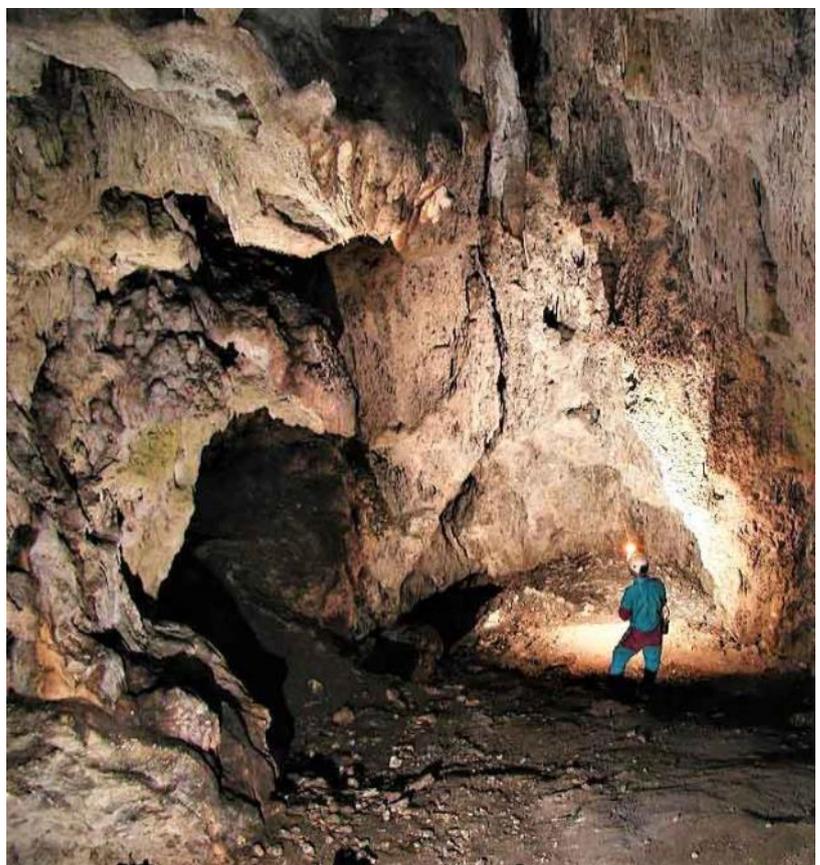


Fig. 5. Cavità naturale antropizzata e fortificata nella Valle dell'Aniene (Roma).



È innegabile che la spinta tecnologica del XIX-XX secolo abbia reso non concorrenziali una certa serie di opere civili rientranti nella tipologia delle cavità artificiali, come ad esempio le ghiacciaie. Lo sviluppo socio-economico e industriale ha rapidamente soppiantato pozzi, cisterne e acquedotti scavati a mano e sfruttanti le forze naturali, con i nuovi sistemi di captazione-immagazzinamento-distribuzione. L'uso del calcestruzzo cementizio, impiegato nelle strutture in cemento armato, dei mattoni forati, dei metalli e delle loro leghe, hanno reso poco economici e non rispondenti allo sviluppo delle tecnologie la quasi totalità dei manufatti edili.

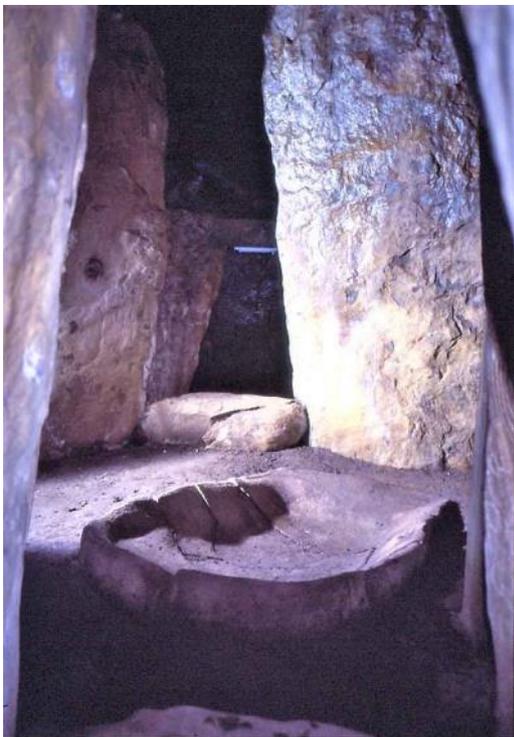


Fig. 6. Camera sepolcrale megalitica in un tumulo irlandese.

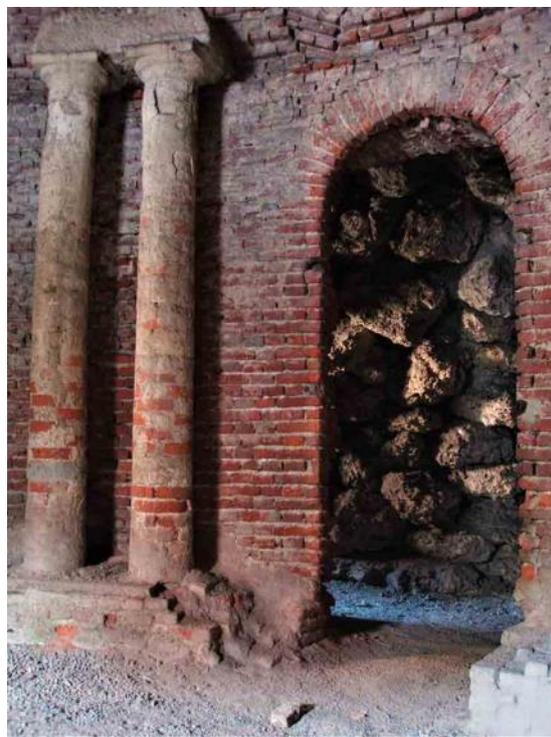


Fig. 7. Tempio della Notte a Cernusco sul Naviglio (Milano).

Questi sono gli esempi immediati che lasciano comprendere come anche le opere di un passato recente siano rapidamente cadute in disuso e nell'oblio, quando non cancellate, assieme al sistema di vita e alle tradizioni ad esse legate (figg. 6, 7).

Nella seconda metà del XX secolo è maturato e ha preso corpo il concetto di "patrimonio dell'umanità", bene espresso dall'UNESCO (United Nations Educational Scientific and Cultural Organization), agenzia dell'ONU (organizzazione Nazioni Unite), con la Convenzione per la tutela del patrimonio culturale e naturale mondiale, nella riunione di Parigi del 1972.

Occorrerà comprendere che le cavità artificiali, intese come manufatto e quindi testimonianza del nostro passato, sono opere da conoscere e da tutelare.

TRASLATION

3. Archaeology and artificial cavities

Artificial cavities are strictly of interest to the archaeological field. The reasons for this are both clear and simple (fig. 5). Artificial cavities are either man-made structures, created by the hand of man, or caves (natural cavities), which have been transformed or adapted either manually or by means of machinery. Burials generally fall under this category. For instance, studies of the catacombs led to the development of Christian Archaeology. Certain sites with underground areas are subject to archaeological investigation. One striking example is provided by the underground Hal-Saflieni Hypogeum (3300-2500 BC), on the island of Malta. This particular structure is built on three levels and its main chamber has been designed as if it were an external facade, in the style of buildings on the surface.

Archaeological excavations of urban centres often reveal underground structures such as cisterns, granary pits and tombs. Of studies conducted on Italian rock settlements, the one of Vitozza in Tuscany is worthy of notice. The settlement consists of approximately 200 artificial cavities, classified according to their shape and typology. Numerous cave excavation campaigns have also taken place. Archeo-stratigraphic excavations were recently carried out in the Lazaret cave in Niece, on the slopes of the Boron Mountain. However



these relate to studies of deposits formed within natural cave environments. Of the so-called “rock shelters”, the “cliff dwellings” of south western America, inhabited by pre-Columbian cultures, should be noted.

Man is instinctively drawn to the observation and exploration of structures from the past; from this he acquires knowledge. On a utilitarian front, he puts such structures to use by living in them or restoring them. In mediaeval times and during the Renaissance period, man restores and reactivates certain Roman aqueducts. In modern times, he ensures the operation of ancient sewers and canals. Tombs and rock dwelling become stables, warehouses and garages. Abandoned mines are located and brought back into operation or revitalized as tourist attractions and the surface ecosystem is often re-established. Everything comes full circle. Many cave places of worship are still in use today. The advent of the modern era and the advent of archaeology have on the one hand led to structures being abandoned or destroyed while on the other hand, structures are actively sought out and protected. These brief and succinct examples explain how artificial cavities can be restored and researched for different and often divergent purposes.

In principle, archaeological investigation consists of archive and surface research, its digs uncovering the entrances to underground structures. The internal areas of easily accessible structures are explored directly and stratigraphic excavations are carried out in natural cavities. It can generally be said that explorations are carried out almost exclusively in those cavities, which are easily accessible and easily explored. Or at any rate, in environments where soil can be moved with ease and stratigraphies for the phases of use can be easily carried out.

The technological surge of the XIX and XX centuries has undoubtedly rendered a certain type of civil structure, falling within the typology of artificial cavity, such as icehouse storage rooms, uncompetitive. Socio-economic and industrial development has rapidly supplanted wells, hand-dug cisterns and aqueducts utilising natural forces with new collection-storage-distribution systems. The use of concrete in reinforced concrete structures, of perforated bricks, of metals and their alloys have rendered almost all man-made buildings financially uncompetitive and not in keeping with developing technologies. These are the immediate examples which shed light on how, even recent structures have fallen into disuse and have sunk into oblivion when not cancelled out together with the life systems and traditions to which they are linked (figg. 6, 7).

In the latter part of the XX century, the concept of “World Heritage” was established by UNESCO (United Nations Educational Scientific and Cultural Organization), a UN (United Nations) agency, with the Convention for the Protection of the Worlds’ Cultural and National Heritage, held in Paris in 1972.

It should be understood that artificial cavities, in the sense of man-made structures and testament to our history, are structures which should be acknowledged and protected.

4. Definizione di Cavità Artificiale

La cavità artificiale è il manufatto ottenuto attraverso l’asportazione, nel suolo e nel sottosuolo, di terreno o di roccia per ricavare un ambiente sotterraneo destinato a una specifica funzione. Tale opera sotterranea possiede almeno due pareti, una volta e un piano di calpestio. Può autosostenersi oppure essere dotata di strutture interne di contenimento, oppure portanti. Per rendere la cavità artificiale consona alle caratteristiche richieste può essere rivestita parzialmente o completamente con argilla, malta, legno, muratura. Le superfici interne possono anche essere prive di qualsiasi copertura.

Tali opere sotterranee possono essere ricavate sia al di sotto del piano di campagna, e quindi sotto il classico “piano di calpestio”, sia perforando i fianchi di rilievi collinari o montuosi. Come esempi si ricordano i tunnel stradali, alcuni particolari cunicoli idraulici etruschi privi di rivestimento, oppure tombe e catacombe scavate nel tufo e nella trachite. Altri esempi sono dati dagli acquedotti sotterranei resi impermeabili con malta idraulica per preservare il liquido.

In altri casi, come ad esempio nelle cosiddette “gravine” delle Murge apulo-lucane in Italia, si sono scavati i fianchi delle valli di erosione fino ad ottenere abitazioni, luoghi di culto e tombe. Le opere militari sotterranee sono spesso rinforzate internamente con muri e pilastri in pietra o in cemento armato, per contenere le spinte del terreno e gli effetti delle bombe. In molte miniere abbiamo invece le strutture di sostegno e di contenimento in pietra, in muratura, in legno e, in quelle più recenti, anche in metallo. Questo per evitare i cedimenti strutturali, o per limitarne gli effetti, anche all’incontro con materiali incoerenti (figg. 8, 9).

La cavità artificiale ha dimensioni variabili. Può essere composta da un solo ambiente oppure articolarsi in più vani e su uno o

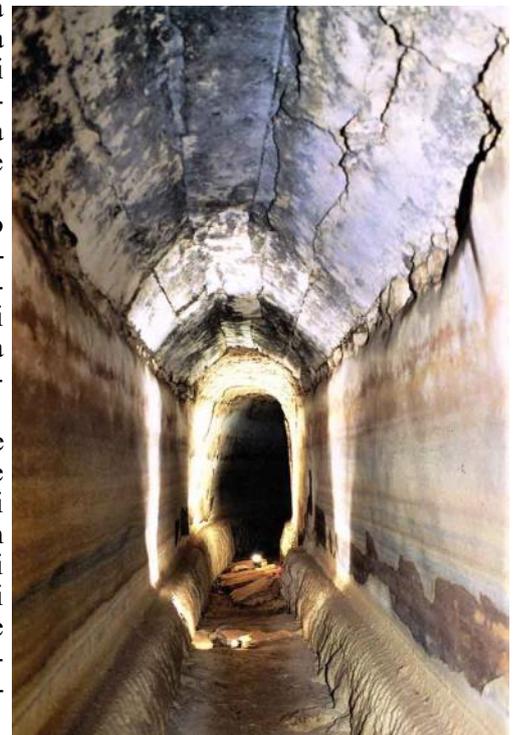


Fig. 8. Speco dell’Aqua Marcia (Roma): tratto rivestito in malta idraulica.



più livelli tra loro comunicanti. Può avere uno o più accessi e, in situazioni particolari, essere dotata di finestrate o lucernari a gola di lupo che danno all'esterno.

TRASLATION

4. Definition of an Artificial Cavity

An artificial cavity is a man-made structure which is formed by removing soil and rock from both the ground and subsoil, in order to create an underground area for a specific purpose. Such an underground structure has at least two sides, a roof and a floor. The structure may be self-supporting or it may have internal containment structures or pillars. To ensure that the artificial cavity is in line with requirements, it may be partially or fully coated with clay, mortar, wood or masonry. Its internal surfaces may have no covering whatsoever. Such underground structures can be both excavated below the natural ground level and thus beneath the classic "ground surface" and by boring into the sides of mountain and hills. Examples of such structures are road tunnels, certain uncoated Etruscan underground water channels or tombs and catacombs excavated in tuff and trachyte. Other examples are provided by impermeable underground aqueducts, sealed with hydraulic mortar.

In other cases, such as in the "ravines" of the Apulo-Lucane Mountains in Italy, the sides of erosion valleys were excavated thus creating dwellings, places of worship and tombs. Underground military structures are often internally reinforced with walls and stone or reinforced concrete pillars to contain the earth's thrusts and the effects of bombs. However, many mines rely on stone, brick, and wood support and containment structures, or supports made of metal in the case of more recent mines. This helps to prevent structural collapse and to limit its effects, even when unconsolidated material is encountered (fig. 8, 9). Artificial cavities come in all shapes and sizes. They may consist of a single environment or of several rooms and may develop over one or more communicating levels. They may have one or more entrances, and in particular cases, have external openings or skylights.

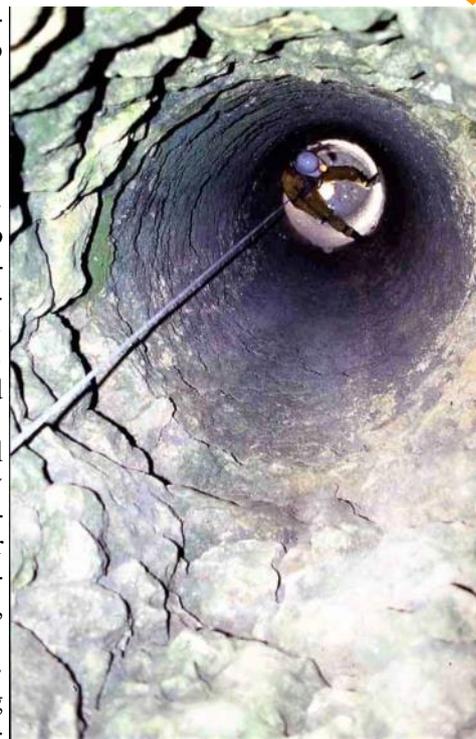
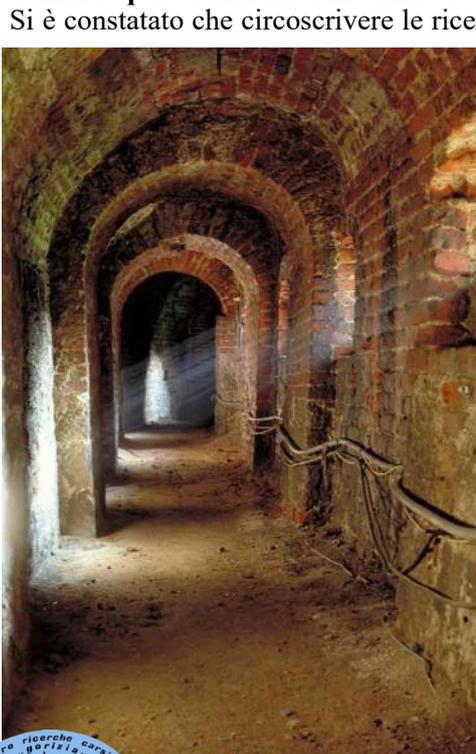


Fig. 9. "Cisterna dei Milanesi" presso la Civita di Tarquinia (Viterbo): la prima parte dell'opera è rivestita con pietrame locale.

5. Altre opere considerabili come cavità artificiali



Si è constatato che circoscrivere le ricerche agli ambienti inequivocabilmente sotterranei, quindi con ben delineate caratteristiche, è riduttivo, se non fuorviante. Vi sono innumerevoli altri tipi di ambienti che devono essere compresi nel catalogo, anche se talvolta hanno solo una parvenza di sotterraneità.

Si pensi semplicemente a una "fossa" praticata nel terreno. La differenza tra questa "buca" e un pozzo artesiano profondo 80 metri sta essenzialmente nelle dimensioni: non sempre si avrà la necessità di studiare e censire una "buca" profonda poche decine di centimetri, mentre un pozzo sarà sempre oggetto d'indagine. In ogni caso i pozzi non sono comunemente dotati di volta di copertura e il loro fondo non è assimilabile a un piano di calpestio. Lo stesso dicasi di particolari cisterne, costituite da una semplice perforazione del terreno di forma cilindrica o subcilindrica.

Gli scavi a giorno che si evolvono nel sottosuolo, come in talune cave e miniere, occorrerà considerarli nella loro totalità e non limitarsi alla sola parte sotterranea. Acquedotti, fognature, cunicoli e gallerie di contromina, opere di percorrenza, possono essere stati realizzati in trincea e poi ricoperti con terra o materiale di riporto, risultando oggi, a tutti gli effetti, sotterranei. Inoltre, taluni canali, rogge e fossati, posti a protezione di cinte murarie, a seguito di mutate esigenze ed espansioni del tessuto urbano, vengono generalmente dotate di volta

Fig. 10. Galleria di Controscarpa del Castrum Portae Jovis Mediolani: Leonardo da Vinci l'ha denominata "strada segreta di dentro".

di copertura e relegate nel sottosuolo. Varie fortificazioni bastionate



del XVII e XVIII conservano al loro interno ambienti assai articolati, con casematte, depositi, cisterne e passaggi coperti di collegamento con adiacenti strutture. Seppure si tratti generalmente di costruzioni in elevato i loro ambienti presentano le caratteristiche proprie delle cavità artificiali. Inoltre tali manufatti possono essere oggi totalmente ricoperti di terra.

Non è raro osservare come in qualche costruzione militare siano stati ricavati a posteriori cunicoli di mina per la demolizione, oppure di contromina per potenziarne la capacità difensiva: angusti e bui, sono tranquillamente oggetto d'indagine (figg. 10, 11).

Nel campo delle cavità naturali si osserva come varie grotte siano state interessate da attività estrattive. Studiando le cave e le miniere non si può non considerare ogni genere di coltivazione, dunque includendo quelle operate in grotta e senza quantificare l'entità dell'intervento. Non si terrà quindi in considerazione il sistema di catalogazione speleologico in base al quale solo le cavità naturali aventi le superfici interne modificate artificialmente in misura superiore al 50%, sono da considerarsi artificiali. Anche poche tracce risultano talvolta sufficienti a fornire dati, indizi, i quali rimangono sempre e comunque informazioni valide soprattutto se inserite in contesti più ampi.

Per estensione, tutte le grotte che rechino tracce di lavoro umano possono essere catalogate tra le cavità artificiali. S'includerebbero così anche le sepolture: si lascia chiaramente al senso pratico e soprattutto alle competenze di chi indaga l'operare una consona selezione. Una semplice deposizione non fa necessariamente della grotta una "cavità artificiale". Di contro, l'erezione di murature per la costruzione di un sacello, oppure di una fortificazione, danno luogo ad una catalogazione in tale senso.



Fig. 12. Acquedotto Senigalliesi nell'agro tarquiniese (Viterbo).

Le stesse "vie cave" (strade in trincea) costituiscono un motivo di studio, soprattutto in considerazione del fatto che lungo tali percorsi si aprono sovente delle cavità artificiali. Lo stesso dicasi per le trincee militari. Alla luce dei lavori condotti, si può constatare come le operazioni di ricerca e di studio siano state svolte anche in ambienti non propriamente sotterranei. Tornando agli acquedotti ipogei, questi possono presentare parti a giorno il cui condotto interamente in muratura correrà su arcate o sostruzioni: sovente, nello studio dell'intero manufatto, non si potrà prescindere dal suo totale esame. Questo vuol dire che lo studio di una semplice cavità può comportare un'estensione delle ricerche nel senso più ampio del termine (fig. 12).

La funzione assoluta da un manufatto così realizzato ne determina l'appartenenza a una specifica tipologia. Occorre considerare che l'opera non è sempre il frutto di un intervento unico e, al momento della nostra indagine, può risultare articolata in più fasi distribuite lungo un variabile arco temporale. In linea di massima la cavità artificiale può essere stata soggetta anche a interventi che ne hanno mutato sia la struttura sia l'originaria funzione.

L'analisi e la distinzione per la formulazione di una casistica sono quindi risultate complesse ed inutili, tanto da considerare che gli innumerevoli ambienti censibili come "cavità artificiali" potessero avere in comune i soli fattori:

- scarsa o assenza di luce;
- percorribilità non sempre agevole.

Si riconoscono e si censiscono come cavità artificiali i tipi di manufatti sotto elencati, considerandoli senza operare altra distinzione se non quella che li classifica in una ben precisa tipologia e nella relativa sottotipologia.

1. Opere realizzate dall'Uomo che s'inoltrino nel suolo e nel sottosuolo.
2. Opere costruite all'interno di trincee e coperte a lavoro ultimato come, ad esempio, taluni acquedotti oppure alcune opere difensive.
3. Opere realizzate a cielo aperto e successivamente dotate di copertura come, ad esempio, i corsi



Fig. 11. Castello Malaspina a Massa.



d'acqua e i canali artificiali dotati di volta, sia essa coeva o posteriore all'impianto idraulico stesso.

4. Opere costruite fuori terra e successivamente ricoperte sia artificialmente che a seguito di eventi naturali.
5. Particolari ambienti come i locali "a prova di bomba", le casematte ed i forti moderni, nonché le opere di mina e contromina realizzate anche all'interno degli alzati, sia in fase con il manufatto che ricavati successivamente mediante uno scavo, anche in rottura di muro (fig. 13).
6. Cavità naturali interessate da attività estrattive.
7. Cavità naturali antropizzate, ovvero le grotte che rechino tracce di ampliamento o semplice adattamento per mano dell'Uomo, oppure costruzioni a carattere difensivo, insediativo, culturale, etc.

TRASLATION

5. Other structures classified as artificial cavities

It has been ascertained that limiting research to unequivocally underground environments, with well-defined characteristics, is reductive if not misleading. Numerous different types of environment must be included in the catalogue, despite the fact that such structures sometimes only appear to be underground.

Take a "pit" in the ground for example. The distinction between a "pit" and an artesian well with a depth of 80 metres is essentially in its size: we will not always need to study and take a census of a "pit", which is just a few tens of centimetres deep, while a well will always be investigated. In any case, wells do not normally have a vaulted covering and their bases cannot be compared to the ground surface. The same can be said of particular cisterns, created through simple cylindrical or sub-cylindrical perforation of the ground.

Open cast mining techniques, used in certain quarries and mines should be considered in their totality and not limited to underground activity. Aqueducts, sewers, underground conduits and counter mine tunnels and practicable structures may have been cut and then covered with soil or filling material and are now, in all effects, subterranean. Furthermore, due to changing needs and expansion of the urban network, certain canals, artificial ditches and moats for the protection of city walls are equipped with vaulted roofs and banished underground.

Various bastioned fortifications of the XVII and XVIII centuries still retain articulated environments with casemates, storage rooms, storage tanks and covered passages communicating with adjacent structures. Although these are normally surface buildings, their environments present the features of artificial cavities. Besides, such structures may now be completely covered by soil.

Mining demolition passages and counter mine defence tunnels can often be found within military buildings: cramped and dark, these are easily explored.

With regard to natural cavities, many caves were subject to extraction activities. All types of extraction must be considered when studying quarries and mines, including cave extraction. The size of the operation is irrelevant. We shall not take the speleological cataloguing system into account, whereby only natural cavities, with more than 50% of their internal surfaces artificially modified, are considered artificial. Even a few traces are sometimes sufficient to provide information and clues and such evidence will always be considered as valid, especially when inserted into the bigger picture (figg. 10, 11).

In addition, all caves presenting evidence of human work can be classified as artificial cavities. Thus burials are also included: the correct choice is clearly dependant on practical sense and on the competence of the investigator. Basic evidence does not necessarily turn a cave an "artificial cavity". On the other hand, the erections of tomb or fortification walls are classified as artificial cavities.

These "vie cave" trench roads have been studied, primarily on account of the fact that they often lead to artificial cavities. The same can be said of military trenches. Completed studies reveal that research and studies have also been carried out in environments which are not strictly subterranean. Returning to underground aqueducts, these often have open-air sections, where the masonry channel is supported by arches or substructions: it is often the case that in researching a man-made structure, its individual aspects must be separately assessed (fig. 12). This means that studies conducted on a basic cavity can lead to extensive research in the broadest sense of the term.

The purpose of a man-made structure will be the determining factor in its classification to a specif-



Fig. 13. Esplorazione e rilievo del pozzo di collegamento in un'opera in caverna incompiuta nel sistema del Vallo Alpino al Passo del Piccolo San Bernardo (La Thuile - Aosta).



ic typology. It should be taken into account that a structure is not always the result of a sole building project and that it may, upon investigation, turn out to have been created in multiple phases, over a variable timeframe. Generally speaking, an artificial cavity may be subject to interventions which changed both its structure and its original purpose.

Case record analysis and distinction thus proved to be both complex and useless, to such an extent that they indicated that the numerous environments classified as “artificial cavities” could only have the below factors in common:

- lack or total absence of light;
- not always easily practicable.

The below man-made structures are recognized and classified as artificial cavities without further distinction other than their classification under a precise typology and sub-typology.

1. Man-made structures in the ground and subsoil.
2. Cut and cover structures, like certain types of aqueduct or certain defence structures.
3. Roofless structures which were subsequently covered, e.g. water courses and artificial vaulted cavities, regardless of whether the covering was built at the same time or later than the hydraulic system.
4. Open-air structures, which were subsequently covered, either artificially or following natural events.
5. Particular environments such as “bomb-proof” environments, casemates and modern forts as well as mine and countermine structures built within elevations, whether at the same time as the man-made structure itself or whether subsequently created by excavation or breaking through walls (fig. 13).
6. Natural cavities presenting signs of extraction work.
7. Natural cavities, transformed by man, or rather caves which show signs of expansion or simple adaptation, or defensive, settlement or cultural buildings etc.

6. Le sette tipologie principali

Lo studio delle cavità artificiali ha condotto a evidenziare un certo numero di tipologie e di sottotipologie. A loro volta talune sottotipologie possono presentare degli ipogei caratteristici, che in questo contributo verranno semplicemente menzionati e non trattati a parte, se non in casi del tutto particolari. La prosecuzione dei lavori e lo sviluppo della disciplina porterà auspicabilmente ad ampliare e a integrare questo elenco, il quale desidera essere una semplice, ma solida, base di partenza (fig. 14).



Fig. 14. Milano: esplorazioni suburbane in canotto.

1. OPERE DI ESTRAZIONE

cava, miniera.

2. OPERE IDRAULICHE

2 a. **PRESA E TRASPORTO DELLE ACQUE**
acquedotto, canale artificiale sotterraneo, canale artificiale voltato, condotto di drenaggio, corso d'acqua naturale voltato, emissario sotterraneo, galleria filtrante, pozzo di collegamento.

2 b. **PERFORAZIONI AD ASSE VERTICALE DI PRESA**
pozzo artesiano, pozzo graduato, pozzo ordinario, pozzo ordinario a raggiera.

2 c. **CONSERVA**
cisterna, ghiacciaia, nevieria.

2 d. **SMALTIMENTO**
fognatura, pozzo chiarificatore (o biologico), pozzo di drenaggio, pozzo nero, pozzo perdente.

3. OPERE DI CULTO

cripta, eremo rupestre, eremo sotterraneo, favissa, luogo di culto rupestre, luogo di culto sotterraneo, mitreo.

4. OPERE DI USO FUNERARIO

catacomba, cimitero, colombario, domus de janus, foiba, morgue, necropoli, ossario, tomba.

5. OPERE DI USO CIVILE

abitazione rupestre, abitazione sotterranea, apiario rupestre, butto, cantina, carcere, camera dello scirocco, colombaia, cripta, criptoportico, frantoio ipogeo, fungaia, galleria ferroviaria, galleria pedonale,



galleria stradale, granaio a fossa, grotta artificiale, insediamento rupestre, insediamento sotterraneo, magazzino, ninfeo, palmento ipogeo, polveriera, sotterraneo, strada in trincea.

6. OPERE DI USO MILITARE

bastione, batteria, castello, capponiera, casamatta, cofano, contromina, cunicolo di demolizione, cupola, forte, galleria, galleria di controscarpa, galleria di demolizione, galleria stradale, grotta di guerra, grotta fortificata, mina, opera in caverna, polveriera, pusterla, ridotta, ridotto, rifugio antiaereo, riservetta, rivelino, sotterraneo, tamburo difensivo, traditore, trincea.

7. OPERE NON IDENTIFICATE

opere o strutture di cui s'ignora l'esatta funzione.

TRASLATION

6. The seven primary typologies

The study of artificial cavities has resulted in the identification of a certain number of typologies and sub-typologies. Some sub-typologies may in turn present underground characteristics, which shall only be mentioned within this book and not individually covered, except in exceptional cases. The continuation of works and the development of the discipline shall hopefully lead to the broadening and integration of this list, which is intended as a simple yet solid starting point (fig. 14).

1. EXTRACTION WORKS

quarry, mine.

2. HYDRAULIC WORKS

2 a. WATER SUPPLY AND TRANSPORT

Aqueduct, artificial underground canal, artificial vaulted canal, drainage channel, natural vaulted water course, underground effluent, filtering gallery, connecting shaft.

2 b. VERTICAL PERFORATIONS

artesian shaft, graduated shaft, ordinary shaft, ordinary radial shaft.

2 c. STORAGE

cistern, icehouse, snowstore.

2 d. WASTE DISPOSAL

septic pit, sewer, clarification (or biological) well, drainage well, cesspit, sump.

3. RELIGIOUS STRUCTURES

crypt, rock hermitage, underground hermitage, "favissa", rocky place of worship, underground place of worship, mithraeum.

4. FUNERARY STRUCTURES

catacomb, cemetery, columbarium, "domus de janas", "foiba", morgue, necropolis, ossuary, tomb.

5. STRUCTURES FOR CIVIL USE

rocky dwelling, underground dwelling, rock apiary, "butto" (waste disposal pit), cellar, "camera dello scirocco" (sirocco chamber), columbarium, crypt, cryptoportico, underground oil mill, mushroom cultivation rooms, railway tunnel, pedestrian tunnel, road tunnel, granary pit, artificial cave, rock settlement, underground settlement, warehouse, nymphaeum, underground wine-making plant, gunpowder magazine, road in cutting.

6. MILITARY STRUCTURES

bastion, battery, caponier, casemate, castle, pillbox, countermine, demolition tunnel, cupola, fort, tunnel, counterscarp tunnel, demolition gallery, road tunnel, war cave, fortified cave, mine, cave structure, gunpowder magazine, postern, redoubt, reduit, air-raid shelter, artillery magazine, ravelin, defensive tambour, "traditore", trench.

7. UNIDENTIFIED STRUCTURES

structures, the function of which is unknown.

* * *



7. Scheda catastale e compilazione

La scheda catastale serve a identificare e a classificare l'ipogeo oggetto d'indagine. Tale scheda potrà essere utilmente trasferita su supporto informatico, per una migliore e più rapida gestione (fig. 15a, b, c, d).



Associazione Speleologia Cavità Artificiali Milano

Cadastre of Artificial Cavities

CADASTRAL NUMBER

CA

/

CADASTRAL NUMBER SUBORDINATE N. REGION PROVINCE

DENOMINATION

REGION-COUNTRY

Aosta Valley	Piedmont	Liguria	Lombardy	Trentino Alto Adige	Veneto	Friuli Venezia Giulia	Emilia Romagna	Tuscany	Marche	Umbria
Abruzzo	Molise	Latum	Sardinia	Campania	Basilicata	Apulia	Calabria	Sicily	Vatican City	Republic of S. Marino

PROVINCE

MUNICIPALITY

LOCALITY

LOCATION

OWNERSHIP

CARTOGRAPHY

GEOLOGICAL UNIT

ALTITUDE

POSITION

INDICATED IN THE MAP

SURE DATA

APPROXIMATE DATA

Fig. 15a.



CONTEXT	
OPERATIONS CONDUCTED	
WORK CARRIED OUT BY	
WARNINGS	

TPOLOGY

<p>1 EXTRACTION WORKS</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> quarry <input type="checkbox"/> mine <input type="checkbox"/> <p>2 HYDRAULIC WORKS</p> <p><i>2a water supply and transport</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> aqueduct <input type="checkbox"/> artificial underground canal <input type="checkbox"/> artificial vaulted canal <input type="checkbox"/> underground effluent <input type="checkbox"/> <p><i>2b verticals perforations</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> artesian shaft <input type="checkbox"/> ordinary shaft <input type="checkbox"/> <p><i>2c storage</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> cistern <input type="checkbox"/> icehouse <input type="checkbox"/> snowstore <input type="checkbox"/> <p><i>2d waste disposal</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> septic pit <input type="checkbox"/> biological well <input type="checkbox"/> drainage well <input type="checkbox"/> cesspit <input type="checkbox"/> sump <input type="checkbox"/> 	<p>3 RELIGIOUS STRUCTURES</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> crypt <input type="checkbox"/> rock hermitage <input type="checkbox"/> underground hermitage <input type="checkbox"/> favissa <input type="checkbox"/> rocky place of worship <input type="checkbox"/> underground place of worship <input type="checkbox"/> mithraeum <input type="checkbox"/> <p>4 FUNERARY STRUCTURES</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> catacomb <input type="checkbox"/> cemetery <input type="checkbox"/> columbarium <input type="checkbox"/> domus de janus <input type="checkbox"/> foiba <input type="checkbox"/> morgue <input type="checkbox"/> necropolis <input type="checkbox"/> ossuary <input type="checkbox"/> <p>5 STRUCTURES FOR CIVIL USE</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> rocky dwelling <input type="checkbox"/> underground dwelling <input type="checkbox"/> waste disposal pit <input type="checkbox"/> cellar <input type="checkbox"/> prison <input type="checkbox"/> sirocco chamber <input type="checkbox"/> rock city <input type="checkbox"/> underground city 	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> columbarium <input type="checkbox"/> crypt <input type="checkbox"/> cryptoportico <input type="checkbox"/> mushroom cultivation rooms <input type="checkbox"/> railway tunnel <input type="checkbox"/> pedestrian tunnel <input type="checkbox"/> road tunnel <input type="checkbox"/> rock settlement <input type="checkbox"/> underground settlement <input type="checkbox"/> warehouse <input type="checkbox"/> road in cutting <input type="checkbox"/> souterrain <input type="checkbox"/> trench road <input type="checkbox"/> <p>6 MILITARY STRUCTURES</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> bastion <input type="checkbox"/> casemate <input type="checkbox"/> countermine <input type="checkbox"/> tunnel <input type="checkbox"/> counterscarp tunnel <input type="checkbox"/> fortified cave <input type="checkbox"/> mine <input type="checkbox"/> cave structure <input type="checkbox"/> shelter <input type="checkbox"/> ravelin <input type="checkbox"/> defensive tambour <input type="checkbox"/> <p>7 UNIDENTIFIED STRUCTURES</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/>
---	--	---

Fig. 15b.



Dati identificativi

- *Intestazione*: proprietario/i dei dati riportati nella scheda catastale.
- *Numero catastale*: numero, eventuale sottonumero (da assegnare ad ambiente secondario o comunque da differenziare dal principale, attraverso cui generalmente si accede), sigle della Regione e della Provincia.
- *Denominazione*: nome con cui l'ipogeo è noto o, in caso contrario, quello assegnato.

Collocazione nel territorio

- *Regione-stato*: barrare la casella corrispondente.
- *Provincia*: nome della Provincia.
- *Comune*: nome del Comune.
- *Località*: nome della località, se ne ha.
- *Ubicazione*: brevi note per raggiungere l'accesso dell'ipogeo.
- *Proprietà*: indicare il proprietario del terreno o dell'edificio presso cui si apre l'ipogeo.
- *Cartografia*: cartografia utilizzata per l'identificazione dell'area e successivamente del punto individuato dall'incrocio delle coordinate di latitudine e di longitudine.
- *Unità geologica*: terreno geologico del territorio e specificamente dell'area in cui l'ipogeo si sviluppa.

Posizionamento

- *Quota*: quota a cui è collocato l'accesso (indicare l'attendibilità del dato).
- *Posizione*: coordinate dell'accesso; indicare l'attendibilità del dato nelle caselle accanto e nello spazio sottostante lo strumento utilizzato. Per motivi contingenti tali coordinate possono non essere riportate.

Dati d'inquadramento

- *Contesto*: insieme dei fattori ambientali (caratteristiche fisiche, geologiche, geomorfologiche e climatiche) e dei fattori umani (realizzazione di opere materiali, di strutture, infrastrutture e distribuzione della maglia insediativa) nel quale è inserita l'opera ipogea.
- *Operazioni condotte*: quali lavori si sono svolti (ad esempio esplorazione, rilievo, servizio fotografico, etc.).
- *Lavoro svolto da*: riportare i nomi di chi ha svolto le varie operazioni.
- *Avvertenze*: segnalare se vi sono, o si possono manifestare, eventuali pericoli.

Classificazione

- *Tipologia*: barrare la tipologia d'appartenenza originaria e il tipo d'ipogeo. Nel qual caso il tipo non fosse indicato, aggiungerlo a lato dell'apposita casella priva d'indicazione, collocata per ultima in ogni singolo elenco (eccezione fatta per la Tipologia n. 7).

Commento

- *Descrizione*: descrizione dell'ambiente, annotando ogni sua caratteristica, nonché le informazioni a carattere generale inerenti il contesto (inteso come area circostante).
- *Interpretazione*: definizione in sintesi della funzione, dell'eventuale riutilizzo, nonché della possibile variazione d'uso nel corso del tempo (indicando, in successione, le funzioni a cui è stato destinato e riportando scritte le corrispondenti tipologie d'appartenenza seguite dallo specifico tipo).
- *Datazione*: indicazione cronologica in riferimento alle fasi di uso, a partire dal momento di realizzazione (qualora ciò sia possibile).
- *Note*: spazio dedicato all'indicazione di ulteriori dati acquisiti (visibilità, stato della vegetazione, memoria orale, etc.).
- *Bibliografia*: indicare eventuali pubblicazioni che trattino sia marginalmente sia nello specifico l'ipogeo indagato.
- *Proprietà dei dati*: nome o nomi di coloro i quali sono proprietari dei dati contenuti nella scheda catastale.
- *Compilatore*: nome di chi ha materialmente compilato la scheda catastale.

Note riguardo l'assegnazione del numero catastale e la collocazione tipologica

In primo luogo un ipogeo potrà avere uno o più accessi, essere composto da uno o più ambienti. È definibile come "complesso" qualora sia la risultante dell'unione di più parti non necessariamente realizzati in fase tra loro e che non necessariamente assolvessero o assolvano un'identica funzione. Quello che inizialmente occorre è che alla cavità artificiale si assegni un numero principale di catasto e una denominazione (prima pagina). Successivamente, e generalmente dopo avere preso visione del complesso, e possibilmente averne steso il rilievo, si potrà assegnare un sottonumero di catasto ai suoi vari ambienti. Per necessità di gestione dei dati, oppure per una più circostanziata definizione, si potrà assegnare detto sottonumero anche ad ogni elemento presente nella medesima cavità come, ad esempio, a condotti d'adduzione secondari, a cavità naturali interceltate dallo scavo, a modesti vani laterali, etc.



Note riguardo la suddivisione tipologica

Per l'identificazione tipologica (seconda pagina) si dovrà considerare l'originaria destinazione dell'ipogeo. Si terrà conto di eventuali ridestinzioni indicando, qualora possibile, le successive funzioni alla voce *Descrizione* (terza pagina). Nel momento in cui la destinazione dell'ipogeo non sia determinabile, questa verrà ascritta alla Tipologia n. 7: "opera non identificata". Può accadere che appaia evidente solo una destinazione successiva e non l'originaria: per esigenze contingenti la cavità potrà essere catalogata nella tipologia individuabile, pur dandone specifica nella *Descrizione*. Da una base comune si potranno confrontare i dati più agevolmente e dialogare per l'auspicabile sviluppo dell'Archeologia del Sottosuolo.

In fase di catalogazione occorrerà tenere presente i seguenti punti:

- Se per talune cavità artificiali non è possibile stabilirne l'originaria funzione e il loro eventuale riutilizzo non è palese, le si assegna sempre e comunque alla tipologia n. 7.
 - Se l'originaria funzione non è palese, ma lo è invece il riutilizzo, la cavità artificiale andrà assegnata alla tipologia d'appartenenza di quest'ultimo, pur indicando nella scheda catastale che l'originaria funzione è sconosciuta.
 - Una catacomba, chiaramente derivata dalla coltivazione di una cava sotterranea, che va semplicemente adattare i vuoti ricavati dalla coltivazione, andrà catalogata come "opera di estrazione", ovvero appartenente alla tipologia n. 1 e nella scheda catastale si dovrà poi indicare il successivo riutilizzo, come tipologia n. 4.
 - Una catacomba scavata *ex novo* partendo da una coltivazione sotterranea, o da un acquedotto, apparterrà alla tipologia n. 4.
 - Una tomba rupestre (chiaramente identificabile come tale) riutilizzata come stalla, apparterrà comunque alla tipologia n. 4.
 - Qualora non si abbiano elementi sufficienti per determinare l'uso funerario di un ipogeo, ma all'atto pratico risulti destinato a stalla, dovrà essere classificato nella tipologia n. 5.
 - Un pozzo ordinario potrà essere collocato tanto nella piazza di un paese quanto all'interno di un castello, ma andrà sempre catalogato come opera idraulica, quindi appartenente alla tipologia n. 2b.
 - Un "cunicolo di percorrenza" rinvenuto in città rientrerà nella tipologia n. 5, ma se interno a un eremo rupestre nella n. 3 (fermo restando che non si tratti del riutilizzo di un ramo d'acquedotto, nel qual caso rientrerà nella tipologia n. 2a).
- Una galleria sotterranea che collega due casematte scavate nella roccia è un'opera militare (tipologia n. 6) e non una galleria pedonale (tipologia n. 5).
- Il pozzo che s'innesta sul cervello di volta di un cunicolo sotterraneo d'acquedotto è parte integrante dell'acquedotto stesso.

Inoltre: all'interno della necropoli di Cerveteri (Roma) si possono notare alcuni cunicoli scavati nel tufo: uno di questi è ubicato accanto alle tombe tarde a camera. Si tratta di sistemi di drenaggio, che servivano al deflusso delle acque meteoriche e pur situati in un'area cimiteriale sono opere idrauliche destinate al trasporto delle acque (tipologia n. 2a). Una cisterna situata nel piano inferiore di una torre andrà sempre considerata come un'opera idraulica di conserva e catalogata nella tipologia 2c.

Possiamo quindi osservare come non sempre sia comprensibile la destinazione di un ipogeo. Oppure non sempre lo si rinvenga in uno specifico contesto. Può inoltre mancare il supporto di documenti storici o d'archivio, che ne chiariscano il momento di scavo e la funzione. Per l'assegnazione tipologica occorrerà attenersi alla documentazione raccolta.

Bibliografia e scheda bibliografica

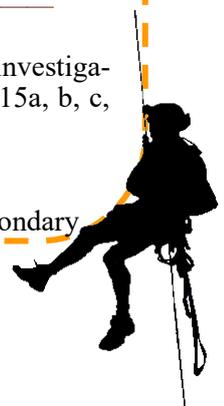
La fase successiva al lavoro di rilevamento di un'opera ipogea è relativa alla sua interpretazione, all'analisi del contesto territoriale in cui tale manufatto è collocato, allo studio di eventuali analogie o discordanze. Questo permette di fare ulteriore chiarezza, ad esempio, sulla funzionalità, sulla cronologia, sui contatti e relazioni tra varie culture e in particolare sulla circolazione delle idee. Gli studi non possono prescindere da una ricerca bibliografica, anche e soprattutto per la conoscenza e lo sviluppo delle tematiche connesse all'indagine. In una scheda bibliografica relativa alle cavità artificiali le voci bibliografiche devono essere anch'esse suddivise in base alla tipologia di appartenenza.

TRASLATION**7. The cadastral form and its compilation**

The cadastral form is used in the identification and classification of the underground structure under investigation. For improved, more rapid management this form may be transferred to electronic format (fig. 15a, b, c, d).

Specifications

- *Header*: owner/s of cadastral form data.
- *Cadastral number*: number and, where applicable, sub-number (to be assigned to the secondary



environment or to be at any rate distinguished from the primary environment, through which access is normally made), Region or Province abbreviations.

- *Denomination*: name by which the underground structure is known, or alternatively, the name which it has been assigned.

Location within the territory

- *Region-country*: tick the corresponding box.
- *Province*: Province name.
- *Municipality*: Municipality name.
- *Locality*: locality name, where applicable.
- *Location*: brief directions to the entrance of the underground structure.
- *Ownership*: provide details of the ownership of the land or building where the entrance to the underground structure is located.
- *Cartography*: cartography utilised for area identification and for subsequent identification of the point of longitudinal and latitudinal intersection.
- *Geological unit*: the territory's geological terrain and more specifically that of the area in which the underground structure extends.

Positioning

- *Altitude*: height at which the entrance is located (specify data reliability).
- *Position*: access co-ordinates; specify data reliability in the adjacent boxes and the instrument used in the below space. For contingency reasons, these co-ordinates may be omitted.

Framework data

- *Context*: sum of environmental (physical, geological, geomorphologic and climatic characteristics) and human factors (completion of material works, structures, infrastructures and settlement area), of which the underground structure is a part.
- *Completed operations*: the work that has been carried out (for example exploration, surveys, photographic services, etc.).
- *Work carried out by*: list the names of those who carried out the various operations.
- *Warnings*: please indicate any existing dangers or potential risks.

Classification

- *Typology*: place a tick next to the original typology and the type of underground structure. Where the type is not indicated, details should be entered next to the relevant box, at the end of each individual list (with the exception of Typology No.7).

Notes

- *Description*: environment description, detailing each characteristic, as well as general information, relating to the context (the surrounding area).
- *Interpretation*: brief description of the purpose, of any re-utilization as well as any possible change in use over time (with indication of the purpose for which it is intended and providing written details of the typology category followed by the specific type).
- *Dating*: chronological indication of the phases of use, starting from the creation date (where possible).
- *Notes*: space for additional information (visibility, state of vegetation, oral memory, etc.).
- *Bibliography*: please indicate any publications which deal, whether marginally or specifically, with the underground structure under investigation.
- *Data ownership*: name or names of the owners of the data contained within the cadastral form.
- *Compiler*: name of the person who physically compiled the cadastral form.

Notes relative to cadastral number allocation and typological classification

An underground structure may have one or more entrances and may have one or more environments. It can be defined as a "complex" whenever it results from the unison of multiple parts which were not necessarily created at the same time and which did not or do not necessarily have the same function. An artificial cavity must immediately be assigned a primary cadastral number and a denomination (first page).

Having reviewed the complex and carried out the survey, a cadastral sub-number can be allocated to the various environments. For data management purposes or for a more detailed definition, a sub-number can also be allocated to each element of the same cavity, such as secondary supply conduits, natural cavities intercepted by excavation works, modest lateral spaces etc.



Typological subdivision notes

In its typological identification (page two), the original purpose of the underground structure must be considered. Changes to the original purpose shall be taken into account, and where possible, subsequent purposes will be detailed under the *Description* field (page three). Where the purpose of the underground structure cannot be determined, the structure will be classified under Typology No. 7. "unidentified structure". Sometimes only the subsequent purpose, and not the original purpose, can be found: for contingent needs the cavity may be catalogued under the unidentifiable typology, so long as its details are specified under *Description*. Data can be more easily compared and interactions for the desirable development of Underground Archaeology can take place from a common base.

During the cataloguing phase, the following points should be taken into account:

- Where the original purpose of certain artificial cavities cannot be established and their future re-use is not evident, the cavity is always assigned to Typology No. 7.
- Where the original purpose is not evident, but its re-use is, the artificial cavity will be assigned to the typology of the latter, with a note on the cadastral form indicating that its original purpose is unknown.
- A catacomb, clearly originating from the excavation of an underground quarry and which resulted from simple adaptation of the extraction areas, will be catalogued, under Typology No.1, as an "extraction work", and the cadastral form should then provide details of its subsequent re-use under Typology No. 4.
- A catacomb excavated from scratch from underground extraction works or from an aqueduct, will be assigned to Typology No. 4.
- A rock tomb (clearly identifiable as such), subsequently re-used as a stable, will still fall under Typology No. 4.
- Where there is insufficient data to determine the funerary use of an underground structure and on a practical level its purpose is that of a stable, the structure should be classified under Typology No. 5.
- An ordinary well can be situated either in a town square or within a castle but will always be catalogued as a hydraulic structure, classifiable under Typology No. 2 b.
- When found within a city, an underground passage" will fall under Typology No. 5, whereas the underground passage of a rock hermitage will fall under Typology No. 3. (unless it is the re-used branch of an aqueduct, in which case it shall fall under Typology No. 2 a).

An underground tunnel connecting two casemates excavated into the rock is classified as a military structure (Typology No. 6) and not as a pedestrian tunnel (Typology No. 5).

- A well situated on the arched crown of an aqueduct's underground conduit is an integral part of the aqueduct itself.

Moreover: within the necropolis at Cerveteri (Rome) there are several underground conduits, excavated in tuff: one of these is situated next to the later chamber tombs. These are drainage systems, for the outflow of rain-water and although situated in a burial area these are classified as hydraulic structures for the transport of water (Typology No. 2 a). A cistern situated on the lower level of tower will always be considered a hydraulic conservation structure and is catalogued under Typology No. 2 c.

Thus, the purpose of an underground structure is not always clear and does not always fall within a specific context. Additionally, historical or archive documents, which clarify the time of excavation and its purpose, may not always be available. For typology assignation, reference must be made to the gathered documentation.

Bibliography and the bibliographic form

Having conducted the survey of an underground structure, the next phase relates to its interpretation, to analysis of the structure's territorial context and to the study of any similarities and discrepancies. This provides further clarification on various aspects, such as its functionality, chronology, contacts and relations between various cultures and particularly on the diffusion of ideas. Such studies cannot be separated from bibliographic research, primarily on account of the knowledge and development of the themes covered by the investigation. The bibliographic fields of an artificial cavity's bibliographic form must also be subdivided according to their typology.

* * *



8. Il Catasto delle Cavità Artificiali: la gestione dei dati

In Italia, in campo archeologico, le cavità artificiali sono state studiate in vari casi, ma non si è mai pervenuti né a un censimento né a una catalogazione. Invece, a livello nazionale, il Ministero per i Beni e le Attività Culturali ha promosso il censimento delle “grotte artificiali” presenti nei parchi e nei giardini italiani. In campo speleologico si è avviato il censimento e la catalogazione delle opere ipogee, in base alla tipologia, oramai da una ventina di anni (fig. 16).

Lo studio di una cavità consente di acquisire una serie di informazioni che vanno a individuare e a descrivere i suoi vari aspetti. Tale raccolta d'informazioni può essere utilizzata per l'istituzione di un “catasto”.

In ambito speleologico italiano, per catasto s'intende l'istituzione del censimento delle cavità naturali individuate ed esplorate, corredato dai dati raccolti per ogni singola unità.

Analogo, ma distinto sistema, è adottato per le cavità artificiali. Per ogni cavità artificiale è compilata una apposita “scheda catastale”, che confluisce nell'apposito catasto. La scheda è semplice ed essenziale. Riporta le voci necessarie all'identificazione del manufatto, alla sua comprensione e le informazioni a carattere generale. Alla scheda si potranno unire il rilievo planimetrico, il servizio fotografico ed ogni informazione o lavoro attinente l'ipogeo. Avremo quindi copia di articoli, i risultati di analisi effettuate su materiali rinvenuti nella cavità, gli eventuali studi specifici a carattere archeologico, architettonico, storico, biospeleologico, etc.

Il “catasto delle cavità artificiali” è lo strumento conoscitivo necessario alla promozione delle strategie indirizzate alla tutela dell'ipogeo oggetto d'indagine, nonché di quelle aree particolarmente interessate da manufatti sotterranei o comunque identificabili nella vasta gamma delle cavità artificiali.

Utilità del censimento delle cavità artificiali:

- ubicazione e distribuzione delle cavità nel territorio, per la composizione di una carta tematica;
- stato delle esplorazioni;
- stato dei lavori;
- stato del rilievo eseguito e suo dettaglio;
- possibilità di comparazioni.

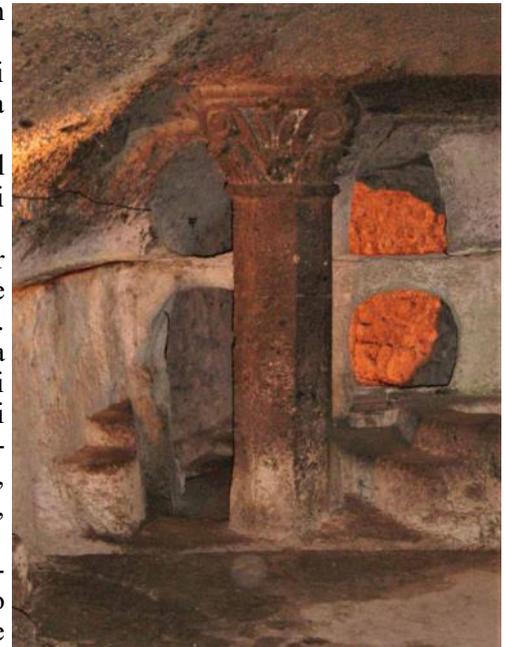


Fig. 16. Ninfeo ipogeo di Orte (Viterbo).

TRASLATION

8. Cadastre of Artificial Cavities: data management

In the Italian archaeological field there have been various studies of artificial cavities yet a census of such cavities has never been carried out and no catalogue exists. However, the Ministry for Cultural Heritage and Activities has promoted the national census of those “artificial cavities”, to be found in Italian parks and gardens (fig. 16).

In the speleological field, the census and cataloguing of underground structures, according to their typology, was initiated around twenty years ago.

The study of a cavity allows the acquisition of data, to be used in the identification and description of the various aspects. Such a collection of data can be used in the implementations of a “cadastre”. Within the Italian speleological field, “cadastre” refers to the census of natural cavities, which have been both identified and explored, and includes the data collected in respect of each individual cavity.

A similar yet distinct system has been adopted for artificial cavities. A “cadastral form”, linked to the relevant “cadastre” is compiled for each artificial cavity. This basic form contains the fields necessary for the identification and understanding of the man-made structure and also provides information of a more general nature. Details of the planimetric survey, photographic services and any information or works relevant to the underground structure can be attached to this form. Thus copies of articles, with the results of analyses of the materials found in the cavity and the outcomes of any specific studies in the archaeological, architectural, historical, biospeleological fields and other fields, will be available.

The “cadastre of artificial cavities” is an essential investigation tool in the promotion of strategies for the protection of the underground structure under investigation, and for those areas concerned with man-made underground structures or structures falling under the wide range of artificial cavities.

Artificial cavity census and its uses:

- location and distribution of cavities within the territory, for the compilation of a thematic map;



- exploration status;
- work status;
- status and breakdown of completed surveys;
- comparability.

9. Un mondo sotterraneo: individuazione e studio

Soggiacendo alla forza di gravità l'acqua s'infiltra e scorre nel sottosuolo creando le proprie vie e dando luogo a gallerie, meandri, saloni ricchi di concrezioni e pozzi anche di notevoli dimensioni. Si vengono così a generare le grotte, ovvero le cavità naturali. L'essere umano, da parte sua, rispondendo o "soggiacendo" alle richieste continue e pressanti del vivere comunitario, imposte da una *societas* in costante sviluppo, ha realizzato innumerevoli opere nel tentativo, reale o illusorio, di sfruttare a proprio vantaggio ciò che la Terra gli offriva più o meno velatamente; anche ricavandole nel sottosuolo.

Fin dalla preistoria i ripari sotto roccia e le grotte hanno costituito un luogo di rifugio, di temporanea abitazione, di riunione e di culto. Ma la cavità naturale ha unito agli indiscussi vantaggi anche fattori quali umidità, stitlicidio, frequentazione da parte di animali e ubicazione non sempre vicina alle esigenze dei loro possibili fruitori. Si suppone che in origine l'essere umano abbia adattato a sé alcune cavità naturali, ma che da esse abbia tratto spunto per realizzarne di proprie, artificiali, secondo acquisiti intendimenti.

Dall'adattamento di grotte e dallo scavo di abitazioni rupestri, protrattisi fino ai nostri giorni, sono venuti a svilupparsi agglomerati urbani anche di rimarchevole estensione. La ricerca di materiali per la fabbricazione degli utensili può aver indotto prima a raccogliere quanto vi era sul terreno e in seguito a cavare pietre, come la selce, direttamente dai punti di affioramento, sia a giorno che in cavità naturali. Seguendo gli strati di rocce da utilizzare, come ad esempio la selce, l'Uomo non ha fatto altro che approfondire gli scavi, creando ambienti sotterranei. Quando si è scoperto che particolari rocce celavano all'interno i minerali e questi si potevano trattare ottenendo metalli, le attività di ricerca e di estrazione si sono sviluppate quasi ovunque nel mondo (figg. 17, 18).

Entrando nell'Età dei Metalli si è avuto un vero e proprio mutamento di vita, probabilmente analogo a quello avvenuto nel Neolitico con la scoperta dell'agricoltura. Dalle coltivazioni minerarie è assai probabile che si sia compresa, o comunque specializzata, la tecnica di operare scavi e condottare le acque sia a scopo di drenaggio, sia per la



Fig. 17. Miniera d'argento abbandonata nel territorio di La Thuile (Aosta).

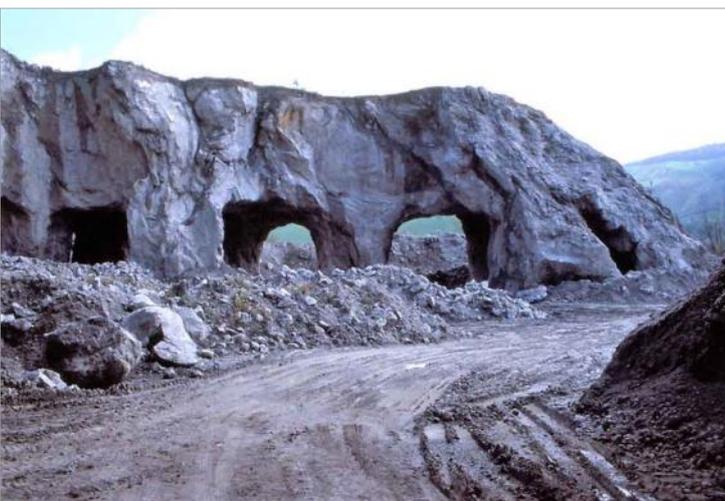


Fig. 18. Cave di gesso a Vezzano sul Crostolo (Reggio Emilia).

ricerca di falde freatiche indispensabili all'approvvigionamento idrico degli insediamenti in via d'espansione.

Secondo Forbes la graduale applicazione dei metodi di ricerca delle acque è stata data dall'osservazione della natura unita all'esperienza acquisita nelle ricerche minerarie con lo scavo di gallerie. Rimane fondamentale l'importanza dell'agricoltura. La produttività e l'incremento demografico sono frutto dell'acquisizione, dell'applicazione e del costante miglioramento delle tecniche d'adattamento del suolo.

Non si può escludere che l'osservazione di un corso d'acqua uscente da una grotta, o da una semplice fenditura del terreno, abbia suggerito di andare a scavare la roccia laddove necessitava una fonte di approvvigionamento idrico. Come precedentemente accennato, la consuetudine di vivere nella natura, osservandola e sviluppando particolari "sensibilità", ha condotto a individuare con buona approssimazione i luoghi utili allo scavo: l'uomo di un tempo era senz'altro meno sprovveduto di quello che noi oggi possiamo ritenere, o essere,

particolari "sensibilità", ha condotto a individuare con buona approssimazione i luoghi utili allo scavo: l'uomo di un tempo era senz'altro meno sprovveduto di quello che noi oggi possiamo ritenere, o essere,



nell'azionare un trapano a batterie o ruotare semplicemente il rubinetto (fig. 19). Il culto dei morti è ovunque diffuso e in sua funzione si sono realizzate cavità artificiali di varie forme e sviluppo. Ugualmente, le varie credenze religiose hanno portato a realizzare, anche nel sottosuolo, particolari luoghi di culto e di devozione.

Considerando le cavità artificiali nella loro globalità, occorrerà intuire cosa ha condotto l'Uomo a scavare il sottosuolo (fig. 20) e come determinate esigenze legate alla sopravvivenza, nonché al miglioramento delle proprie condizioni di vita, gli abbiano consentito di sviluppare architetture ipogee, a tutt'oggi in corso di evoluzione.

In via suppositiva si può immaginare che il vivere nella natura lo abbia portato ad osservare anche i comportamenti e le abitudini di alcuni animali, traendone insegnamento, se non anche lo spunto. I motivi di applicazione non gli sono venuti poi a mancare. In generale, si possono verosimilmente proporre le seguenti motivazioni:

- necessità di un luogo protetto;
- culto anche dei morti;
- sfruttamento delle risorse del sottosuolo;
- necessità di ambienti adatti alla conservazione di derrate alimentari;
- necessità di ambienti adatti alla conservazione dell'acqua;
- smaltimento dei rifiuti in senso generale;
- necessità di aumentare l'approvvigionamento idrico.

TRASLATION

9. An underground world: identification and study

Due to the force of gravity, water infiltrates and flows through the subsoil, creating its own channels and forming galleries, meanders, environments rich in formations and wells of even remarkable proportion. Thus caves, or natural cavities, are formed. On his part, and in response to the continuous and urgent needs imposed by an ever-developing *societas* or community life, Man "yielded" and created countless structures, in a true or illusory attempt, to take advantage of Earth's almost hidden offerings, even turning to the subsoil.

Since prehistory, shelters under rocks and caves have been used as shelters, temporary dwellings, meeting places and places of worship. However, alongside the undoubted advantages, natural cavities brought other factors, such as humidity, dripping water, animals and a location, which did not always meet the needs of its users. It is thought that man originally adapted certain natural cavities to his own needs and that this inspired him to create his own artificial cavities, based on acquired understanding.

From the adaptation of caves to the excavation of rock dwellings which continued to our own times, built-up areas, of even remarkable size, have developed. The search for the materials required in the creation of tools may have commenced at ground-level, subsequently moving on to the extraction of stone, such as flint, directly from the outcrop, from the surface and from natural cavities. Following the layers of utilisable rock, such as flint for example, Man simply continued his excavations thus creating underground environments. Upon discovering that certain rocks concealed minerals and that these could be treated in order to obtain metal, research and extraction methods were developed all around the world (figg. 17, 18).

At the beginning of the Metal Age, a major change took place, probably akin to that which took place with the discovery of agriculture in the Neolithic Age. It is more than likely that excavation and water channelling techniques for drainage purposes and the search for essential groundwater to supply the growing settlements were developed from the exploitation of mineral deposits.

Forbes believes that the gradual use of water research methods began from both the observation of nature and the experience gained in mining exploration and tunnel excavation. Agriculture remains of funda-



Fig. 19. Acquedotto di Fontana Antica a Tarquinia (Viterbo).



Fig. 20. Opera in caverna austriaca con cannone da campagna italiano al Castelletto (Belluno).



mental importance. Productivity and demographic expansion are the result of the development, application and constant improvement of soil adaptation techniques.

It cannot be excluded that observation of a steam emerging from a cave or from a simple crevice in the ground, prompted Man to dig into the rock whenever a water supply was required (fig. 19). As previously indicated, Man's tradition of living with nature, of observing nature, thus developing specific "sensitivities", taught him to identify, with good approximation, useful excavation points. Ancient Man was, undoubtedly, far more advanced than we, with our electric drills and running tap water, may think today. The worship of the dead is diffused the world over and artificial cavities of all shapes and sizes were created for this very purpose. Equally, the various religious beliefs led to the creation of specific places of worship and devotion, even underground (fig. 20).

Considering artificial cavities in their globality, we must establish what led Man to excavate the ground and how specific survival needs as well as the need to improve life conditions allowed Man to create underground buildings, which are still evolving today.

On a hypothetical level we can understand how living close to nature would lead man to observe animal behaviour and habits and learn or draw inspiration from this. Man had no shortage of application methods. Generally speaking, it is likely that Man's motivations were as follows:

- the need for a safe place;
- the worship of the dead;
- the exploitation of underground resources;
- the need for suitable environments for food preservation;
- the need for suitable environments for the storage of water;
- generic waste disposal;
- the need to increase water supply.

10. Indagare il sottosuolo

La Terra è uno scrigno di testimonianze storiche, architettoniche, archeologiche ed esiste un mondo sotterraneo, frutto di attività economiche e sociali, di vita quotidiana e di cultura, che generazioni di maestranze di cavaatori e muratori hanno lasciato a testimonianza del proprio passaggio. Così come ha costruito in superficie, nel corso del tempo l'Uomo ha perforato il sottosuolo creando "spazi". Ha lasciato delle architetture sostanzialmente integre, leggibili e pertanto studiabili, recuperabili e talora fruibili.

L'impennata tecnologica del Ventesimo secolo ha fatto perdere la cognizione dello scavo manuale e la cultura dell'acqua, che un giorno potrebbe tornare utile e già da oggi migliorerebbe le condizioni di vita in tante aree. Tali "saperi" vanno quindi ricercati, studiati e recuperati. Non sempre di facile percorrenza, gli ambienti sotterranei richiedono l'applicazione di un procedimento d'indagine che ne permetta lo studio, la comprensione e la catalogazione (fig. 21).

Se le costruzioni in alzata sono soggette a rifacimenti, ampliamenti, distruzioni e drastiche riedificazioni, si può considerare che le opere ipogee, e quante divenute tali nel tempo, si siano meglio conservate appunto per la peculiarità di essere sotterranee. E un manufatto sostanzialmente integro è più facilmente studiabile ed eventualmente recuperabile. Di contro, eventuali riutilizzi e conseguenti cambi di funzione lasciano più difficile la ricostruzione delle forme primitive: ci si trova innanzi a unità stratigrafiche negative che per la loro stessa natura tagliano e cancellano le fasi precedenti. In ogni caso si parlerà sempre di un ambiente leggibile.

In un territorio soggetto alle attività umane le cavità artificiali sono presenti quasi ovunque. Generalmente sono concentrate nelle aree urbane, le quali conservano un maggior numero di cavità rispondenti a molteplici e differenziate esigenze. Se il divenire di un insediamento è sostanziato di distruzioni, riedificazioni e ampliamenti è ovvio che questi processi vadano a coinvolgere preesistenti sotterranei, che possono quindi rimanere di volta in volta inglobati in nuove cavità, riutilizzati con diversa funzione, oppure interrati o semplicemente obliterati.

Data la varietà e talora lo sviluppo planimetrico delle opere sotterranee, la ricerca in ambito urbano riveste senza dubbio carattere di forte interesse. Specie se, come spesso accade, le vengono affiancate in-

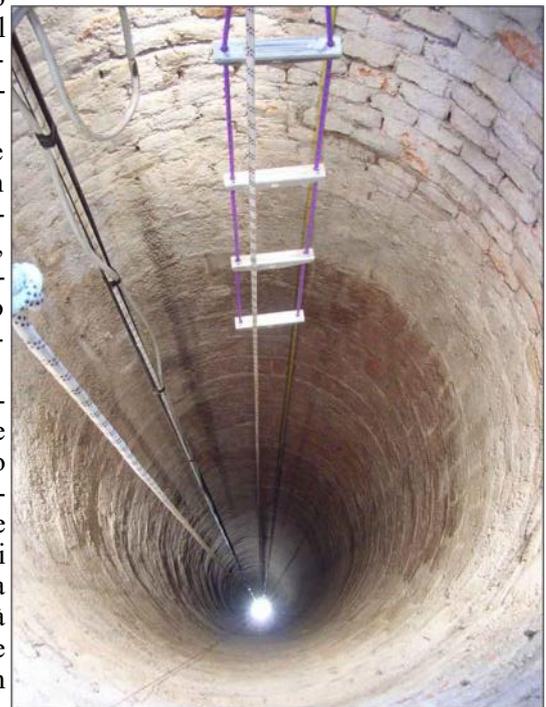


Fig. 21. Pozzo di Moncrivello (Vercelli).



dagini di superficie con l'obiettivo di comprendere l'evoluzione di un sito nel tempo. Inversamente, lo studio del medesimo sviluppo può condurre a indagare il sottosuolo per rintracciare particolari ambienti sotterranei che completino il quadro delle acquisizioni. Meglio ancora se la complessità e la cronologia del sito stesso possono essere valutati anche tramite uno scavo archeologico. Bisogna considerare le città come organismi in perenne movimento. La loro comprensione non può rimanere limitata alle volumetrie emergenti. Calandosi nel sottosuolo si possono percorrere chilometri di opere nate come sotterranee, oppure divenute tali con l'innalzamento dei suoli e la crescita urbana. Pertanto, lo studio degli impianti urbani deve tenere conto delle realtà sotterranee (fig. 22).

Nelle aree extraurbane possiamo trovare cavità artificiali che si sono venute a creare a servizio delle città in espansione, come ad esempio le cave di materiale lapideo da costruzione, oppure gli acquedotti sotterranei per l'approvvigionamento idrico. Estranee all'ambito strettamente urbano abbiamo, ad esempio, le miniere, le quali possono avere condizionato l'assetto territoriale circostante. Si può avere la creazione di nuove viabilità, taglio dei boschi, creazione di carbonaie ed opifici, talvolta concentrando nel tempo un considerevole numero di persone tanto da dare luogo allo sviluppo di veri e propri articolati insediamenti.

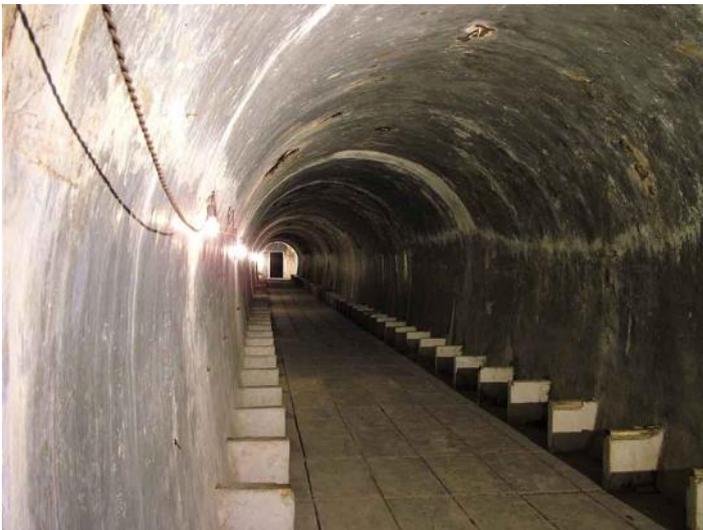


Fig. 22. Rifugio antiaereo Garbagni a Dalmine (Bergamo).

TRASLATION

10. Underground investigations

The Earth is like a vault of historical, architectonic and archaeological information. There is also an underground world, the result of economic and social activities, of daily life and culture, which generations of workers, excavators and bricklayers have left in testimony of their presence. Just as he created buildings on the surface, during the course of time, Man pierced the surface of the earth thus creating "spaces". He left behind architecture which is essentially complete, which can be studied, restored and even used (fig. 21).

The technological surge of the Twentieth century caused Man to lose his knowledge of manual excavation and water culture, knowledge which could one day be useful and which would already today improve living conditions in many areas. Such "knowledge" should be pursued, studied and recovered. Not always easily practicable, underground environments require an exploration process which allows for their research, understanding and cataloguing.

If elevated structures are subject to rebuilding, expansion, demolition and drastic reconstruction, underground structures, and those structures which have become subterranean due to the passage of time, are better preserved due to their underground characteristics. An underground structure is more integral, more easily studied and eventually recovered. On the other hand, eventual re-use and consequent changes to the purpose of the structure render the rebuilding of primitive structures more difficult. We find ourselves faced with unfavourable stratigraphic units, which due to their very nature, render the previous phases obsolete. In any event, we will always refer to those environments which we are able to interpret.

Artificial cavities can be found in almost any place that there is human activity. They are generally concentrated in urban areas, which retain a larger number of cavities corresponding to the many different needs. If a settlement's future consists of destruction, reconstruction and expansion, it is obvious that such processes will also implicate pre-existing underground structures and may result in their being encompassed in new cavities, re-utilised for a different purpose, buried or simply destroyed.

Given the variety and even the planimetric development of subterranean structures, urban research is undoubtedly of great interest. Especially, as often happens, when placed side by side with surface investigations for the easier understanding of the evolution of a specific site over time. Inversely, the study of the very same development can lead to underground investigation in the attempt to locate specific subterranean environments for completion of the acquisitions framework. It would be better still, if the complexity and chronology of the site itself could be assessed through an archaeological dig. Cities should be regarded as constantly evolving organisms. Our understanding of cities should not be limited to emerging volumes. Underground, kilometres upon kilometres of structures can be explored, whether subterranean structures or structures which became such through rising ground levels and urban growth. Hence, the study of urban settlements must also take into account subterranean realities (fig. 22).



Artificial cavities created to serve expanding cities, such as stone quarries and underground aqueducts for water supply, are to be found in suburban areas. Outwith the strictly urban environment are mines, which may have influenced surrounding town and country planning. New road systems, deforestation, charcoal kilns and industrial buildings can also be found. These sometimes involve a considerable amount of people and can lead to the development of true, structured settlements.

11. Unità Stratigrafiche Positive e Unità Stratigrafiche Negative

Le cavità artificiali si possono incontrare ovunque: al di sotto di centri urbani, in isolate e quasi inaccessibili località montane e persino in zone lagunari. Ad esempio, la città di Venezia è ricca di pozzi e di cisterne. Nell'approccio allo studio di un sito occorre capire quali siano le possibilità esplorative dal punto di vista ipogeo. Il trinomio "terreno geologico - carattere della sede fisica - storia del luogo" è un criterio utile per individuare le aree con la possibile presenza di architetture sotterranee.

Il risultato delle analisi di ognuno dei punti del trinomio deve produrre una carta tematica che presenti i caratteri geologici della zona, le caratteristiche morfologiche, l'individuazione delle sorgenti e delle fonti, gli eventuali giacimenti minerali, la dinamica del popolamento con la localizzazione delle emergenze architettoniche e/o archeologiche e le tracce delle viabilità articolate cronologicamente.

Particolari fenomeni e azioni producono un asporto e un apporto di materiale nell'ambiente in cui viviamo. Un'alluvione può determinare delle frane, con asporto di materiale e deposizione dello stesso in altro luogo. Il semplice fluire di un corso d'acqua incide il suolo approfondendo l'alveo e a valle deposita il prodotto dell'erosione. L'uomo cava materiale dal suolo e costruisce edifici. Oppure scava canali e innalza le loro sponde con terrapieni. Si vengono così a creare nel tempo delle unità stratigrafiche, sia negative sia positive. Tali unità stratigrafiche hanno dei rapporti fisici tra di loro: una Unità Stratigrafica può coprirne un'altra: il crollo di un muro può coprire il crollo del tetto dell'adiacente edificio. Oppure si può appoggiare a un'altra: un pavimento in terra battuta si appoggia ai muri di un ambiente. La può anche tagliare: lo scavo di un pozzo taglia un piano di calpestio. In sintesi, le relazioni fisiche tra le Unità Stratigrafiche sono le seguenti: copre/è coperto da; gli si appoggia/si appoggia a; è tagliato da/taglia; si lega a/è uguale. Questi rapporti fisici determinano una sequenza temporale relativa delle Unità Stratigrafiche, cioè ci permettono di capire quale viene prima e quale viene dopo. Barker ricorda che l'accurato studio di un sito e la registrazione dei fenomeni in esso osservabili sono necessari a stabilire come si sono formati gli strati. Ogni costruzione, come palizzate, fossati, bastioni, nonché qualsiasi altra forma di antropizzazione, lascia una traccia. La sequenza delle tracce consente la comprensione degli eventi succedutisi nel sito.

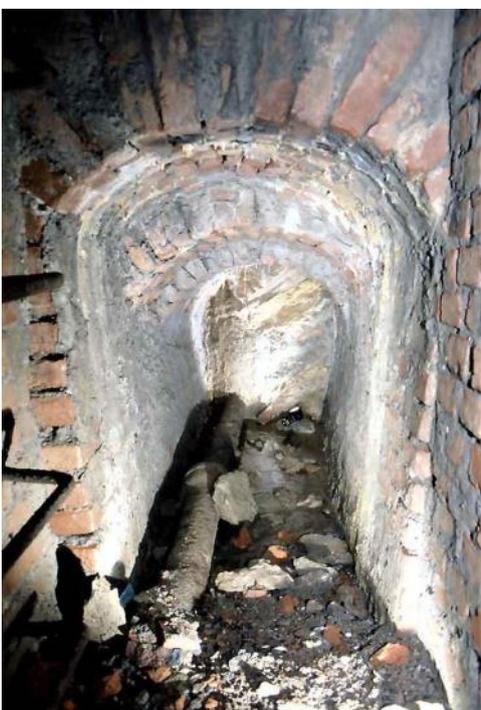


Fig. 24. Galleria di svuotamento della Cisterna di Piazza Mercato delle Scarpe a Bergamo Alta.

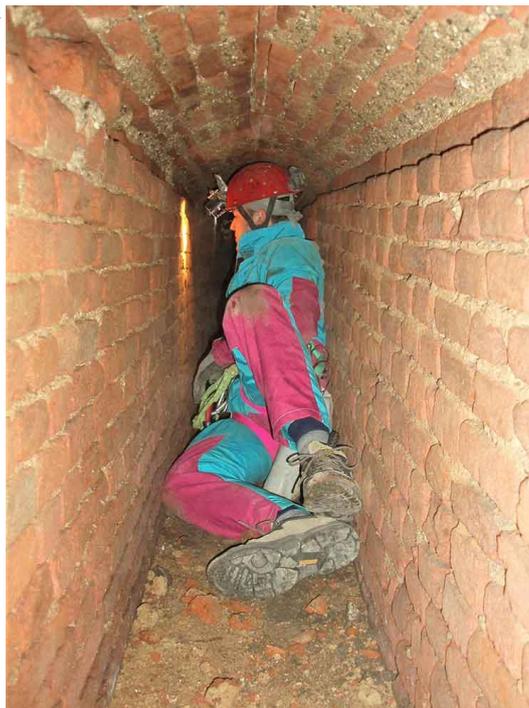


Fig. 23. Cunicolo a Mombello (Limbiate).

Se l'US (unità stratigrafica) 1 copre l'US 2 vuol dire che US 1 è più recente di US 2, così come se l'US 3 taglia l'US 4, US 4 è più antica di US 3. Se l'US 5 si lega a US 6 vuol dire che queste US sono contemporanee. In generale si può dire che tutte le forme di stratificazione siano esse dovute a fattori naturali o artificiali siano il risultato di erosione/distruzione; movimento/trasporto; deposito/accumulo. Le cavità artificiali si possono anche definire delle "unità stratigrafiche negative". Se una cisterna è tagliata da una cava di calcare, la cisterna sarà precedente; così come una cisterna che reca al suo interno i resti di un cunicolo sarà successiva al cunicolo stesso (fig. 23, 24). Identico concetto lo si può applicare allo studio delle miniere considerando che una Unità Mineraria taglia (asporta) un'altra, o copre/è coperta, etc.



TRASLATION

11. Favourable and Unfavourable Stratigraphic Units

Artificial cases are to be found everywhere: under urban centres, in isolated, almost inaccessible mountain areas and even in lagoon areas. For instance, the city of Venice has many wells and cisterns. In our approach to the study of a site, we should ascertain what the underground exploration options are. The “geological terrain – physical site characteristics – place history” trinomial is a useful criterion for the identification of areas which may hold subterranean architecture.

The analysis results of each of the trinomial points should produce a thematic map presenting the area’s geological features, its morphological features, the identification of springs and fountains, the presence of mineral deposits, the dynamics of the population with localisation of architectonic and/or archaeological elevations and traces of road systems, in chronological order.

Certain phenomena and actions lead to the removal or introduction of material to the environment in which we live. A flood may cause landslides, the removal of material and its deposit elsewhere. The simple flow of a spring etches the ground, deepening the bed and depositing the erosion matter downstream. Man excavates the ground in the construction of buildings or digs canals, raising their banks with embankments. Thus, over time, favourable and unfavourable stratigraphic units are formed. Such stratigraphic units are physically linked, one to the other: a Stratigraphic Unit may cover another: a collapsed wall may cover the collapsed roof of the adjacent building. Or it may come into contact with another: a soil floor comes into contact with the walls of an environment. It may even intersect another stratigraphic unit: the excavation of a well intersects the ground surface. In summary, the physical relationship between Stratigraphic Units is as follows: covers/is covered by; is supported by/supports; intersects/is intersected by; is connected to/is the same as.

Such physical relationships determine a temporal sequence relative to the Stratigraphic Units and allow us to understand which came first and which came later. Barker reminds us that the accurate study of a site and the recording of the any phenomena found are required in order to establish how the strata were formed. All types of constructions such as palisades, ditches, bastions as well as any other type of man-made building, leaves their trace. The sequence of such traces provides us with an understanding of the events which have taken place at the site.

If SU (stratigraphic unit) 1 covers SU 2, this means that SU 1 is more recent than SU 2. If SU 3 intersects SU 4, then SU 4 is older than SU 3. If SU 5 is connected to SU 6, then this means that both SUs were created at the same time. Generally speaking, it can be said that all types of stratification, whether resulting from natural or artificial factors, are the result of erosion/destruction; movement/transport; deposit/accumulation (fig. 23, 24).

Artificial cavities can also be defined as “unfavourable stratigraphic units”. If a cistern is intersected by a limestone pit, the cistern will be the earlier of the two; similarly, a cistern containing the remains of an underground passage will be subsequent to the passage itself. The very same concept can be applied to the study of mines, bearing in mind that a Mining Unit intersects (removes) another or covers/is covered by, etc.

12. Terreno geologico & storia del luogo

Un sottosuolo composto da rocce resistenti, come i porfidi e i graniti, presenta una certa durezza e nessuna docilità allo scavo. Vi troveremo principalmente opere di estrazione, ovvero cave e miniere. Laddove la roccia è più tenera, come ad esempio nei tufi, riscontreremo una maggiore presenza di altri tipi di cavità artificiali.

In terreni sciolti, come in una pianura alluvionale, si può invece rilevare l’esistenza di opere ipogee estese orizzontalmente. Saranno anche superficiali, dal momento che in queste condizioni la falda freatica si può incontrare a pochi metri di profondità. I depositi incoerenti sono relativamente facili da scavare, seppure obblighino a costruire robuste armature e rivestimenti, data la loro incapacità strutturale ad autosostenersi.

La determinazione delle caratteristiche geologiche e idrogeologiche del sito andrebbe effettuata, se possibile, già nella fase di studio preliminare e contemporaneamente all’esplorazione delle eventuali cavità artificiali presenti. La conoscenza geologica del sottosuolo può aiutare a identificare le condizioni di stabilità degli ipogei, prevedendo il grado di sicurezza in cui si andrà a operare.

Le spinte esercitate dal terreno alle pareti di una cavità dipendono dalla granulometria, dalla proprietà coesiva, dal grado di costipamento e d’imbibizione del terreno stesso, dalle geometrie e dalle dimensioni della cavità e dalle discontinuità (fratture e faglie). Il confronto tra la composizione geologica di un contesto e l’analisi delle cavità può aiutare a comprendere le conoscenze delle maestranze e la strategia di scavo adottata.

Le posizioni emergenti sul terreno circostante sono state scelte sovente per l’impianto d’insediamenti e di fortificazioni. Si prestavano meglio alla funzione di controllo del territorio e della viabilità. Conseguentemente potevano prevenire eventuali azioni offensive grazie alla superiore visuale. Se naturalmente dotate di fianchi scoscesi o dirupati facilitavano anche il compito difensivo. Per quanto si possa desumere dalle fonti storiche e dagli scavi archeologici, fin dall’antichità l’uomo ha prediletto per i propri insediamenti i luoghi dove erano presenti le fonti d’acqua per soddisfare i propri fabbisogni. Ma non sempre si sono scelti luoghi contempora-



neamente difendibili, o comunque eletti a dimora, e naturalmente provvisti d'acqua sorgente o con la presenza di un acquifero non troppo profondo a cui attingere. In tali casi gli insediamenti saranno stati inizialmente dotati almeno di cisterne per la raccolta dell'acqua meteorica, le quali possono essere andate ad aumentare in numero e in grandezza con l'espansione urbana, migliorando le tecniche d'immagazzinamento e di stoccaggio. In aggiunta, l'acqua potabile si poteva ottenere anche mediante la costruzione di acquedotti.

Come ipotetico esempio prendiamo una città edificata su di un rilievo, con le seguenti caratteristiche:

1. substrato roccioso facilmente scavabile;
2. scarsità o assenza di sorgenti d'acqua potabile;
3. vita storica intensa, articolata e prolungata nel corso del tempo;
4. superficie di alcuni ettari;
5. sovrapposizione di architetture.

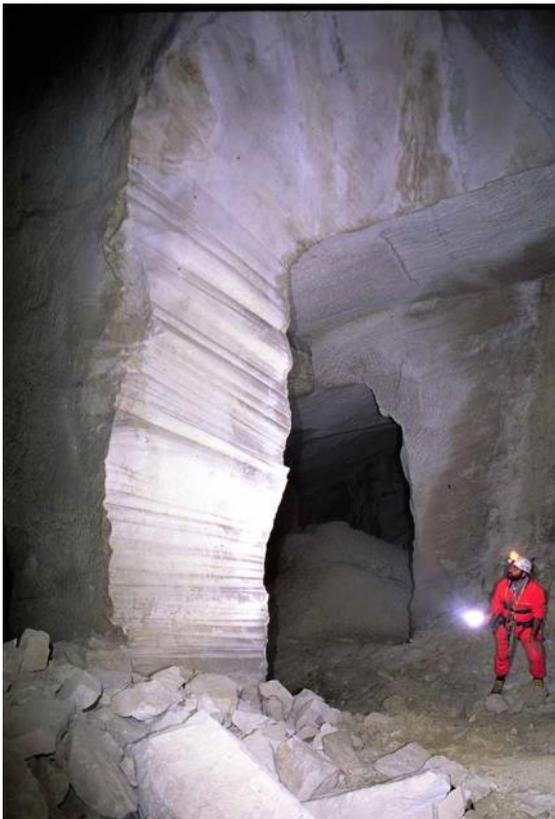


Fig. 25. Antica cava coltivata fino alla prima metà del XX secolo in provincia di Varese.



Fig. 26. Strumenti metallici utilizzati in cave di lapidei nella prima metà del XX secolo.

Da subito possiamo prevedere l'esistenza di cavità artificiali, con precise caratteristiche e destinazioni (figg. 25, 26).

1. Le cavità artificiali sono qui il frutto di uno scavo effettuato nella matrice rocciosa, tramite la perforazione dello strato di suolo incoerente, con la realizzazione di opere di contenimento più o meno profonde a seconda della potenza stessa dello strato non compatto incontrato.
2. Possono esservi opere destinate a:
 - a. sfruttamento di modeste sorgenti mediante scavi sotterranei;
 - b. raccolta e stoccaggio dell'acqua meteorica;
 - c. condotta di acqua potabile dal territorio circostante;
 - d. opere destinate allo smaltimento.
3. Diversi e diversificati impianti sono serviti a garantire la vita stessa dell'insediamento, anche ricavando nel sottosuolo opere civili, religiose e militari.
4. Più la superficie dell'insediamento è vasta, maggiore è la possibilità d'incontrare opere ipogee articolate e diversificate.
5. La stratificazione di un sito va generalmente a determinare la sovrapposizione di costruzioni, con la possibilità di un innalzamento dei piani di calpestio esterni e la sopravvivenza di ambienti al di sotto di essi (fig. 27).



12. Geological terrain & place history

Subsoil composed of resistant rocks such as porphyry and granite, presents certain hardness and is not easily excavated. The main structures to be found in this type of subsoil are extraction works, i.e. quarries and mines. Other types of artificial cavity are to be found where there is softer rock i.e. tuff.

On the other hand, in loose terrain, such as in flood plains, horizontally developed underground structures are to be found. These may also be superficial as under such conditions, the ground water table can be found at a depth of just a few metres. Unconsolidated deposits are relatively easy to excavate, although, given their structural self-supporting inability, they require strong frameworks and coverings.

The identification of the geological and hydrogeological features of a site should be carried out, where possible, during the preliminary research stage and at the same time as the exploration of any existing artificial cavities. Geological knowledge of the underground can assist in the determination of an underground structure's stability, as this can provide information on the level of safety applicable to the place in question.

The ground's thrusts on cavity walls are dependant on the granulometry, cohesive properties and compaction and absorption of the soil itself and on the shape and dimension of the cavity and on its discontinuities (fractures and faults). The comparison of the geological composition of a specific context and the analysis of the can assist our understanding of both the workers and the excavation strategy used.

Elevated positions on the surrounding land have often been chosen as sites for settlements and fortifications. This is because they were better suited for territory and road control. Due to their superior views, they could consequently provide early warning of attacks. If naturally equipped with steep, craggy slopes they also assisted defence. From historical sources and archaeological digs, it would appear that since antiquity, man has opted for settlement locations presenting water sources and which were thus able to meet his needs. But the chosen locations were not always both easy to defend or chosen for settlement purposes nor did they always have natural water supplies or underground aquifers, sufficiently close to the surface to allow water extraction. In such cases, the settlements would originally have been equipped with cisterns for the collection of rainwater, the number and size of which would have increased with urban expansion thus improving storage techniques. Additionally, drinking water could be obtained via the construction of aqueducts.

As a hypothetical example, let us take a city built in an elevated position, having the below characteristics:

1. easily excavated rock substratum;
2. lack or absence of drinking water sources;
3. intense history, articulated and prolonged over time;
4. surface of several hectares;
5. overlapping architecture.

We can immediately forecast the presence of artificial cavities with specific features and purposes (fig. 25, 26).

1. Here, artificial cavities result from excavation of the rock matrix, carried out through perforation of the unconsolidated soil stratum and the creation of containment structures, the depth of which is dependant on the resistance presented by the unconsolidated stratum encountered.
2. There may be structures for the following purposes:
 - a. exploitation of small water sources by means of underground excavation;
 - b. rainwater collection and storage;
 - c. transport of drinking water from the neighbouring terrain;
 - d. disposal structures.
3. Different and diversified installations were used to ensure the longevity of the settlement itself, with the excavation of civil, religious and military structures.
4. The larger the settlement's surface, the greater the chance of finding articulated and diversified underground structures.
5. A site's stratification generally results in building overlap. The external ground surface can sometimes be raised to ensure the survival of the underlying environments (fig. 27).

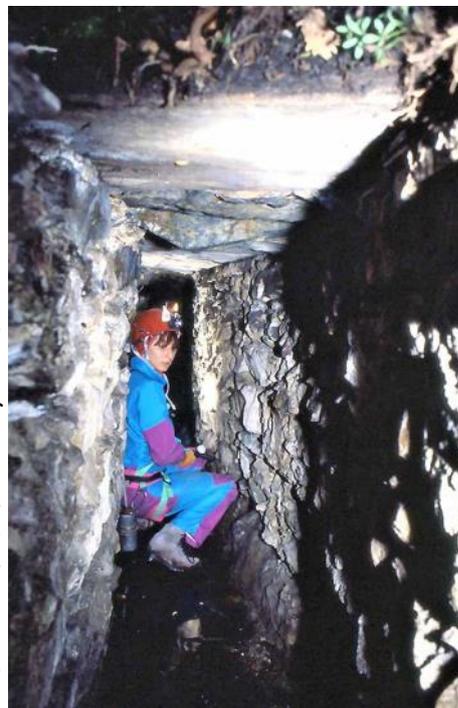


Fig. 27. Ambienti sotterranei del Forte di Fuentes, opera bastionata della prima metà del XVII secolo (Lecco).



13. Ricerca ed elaborazione

Come ogni altro manufatto le opere sotterranee sono il frutto di una intenzione supportata dall'applicazione della volontà alle proprie risorse, sia materiali che intellettive. Posti innanzi a svariati esempi possiamo dire che tutti dimostrino una volontà, sia espressa liberamente, sia tramite coercizione. Non sempre siamo in grado di stabilire l'intenzione, ovvero che cosa si è voluto realizzare con lo scavo.

Nel corso del tempo la destinazione d'uso dell'ipogeo può essere stata modificata e la struttura può avere subito trasformazioni tali da nascondere o cancellare quella originaria. Se possiamo plausibilmente dedurre la funzione o le funzioni da oggettive considerazioni, può capitare che la comprensione di alcune sue parti rimanga all'oscuro. Almeno ad un primo esame.

Condurre le operazioni nelle cavità artificiali significa quindi esplorare e acquisire una messe di dati quanto più completa possibile, compatibilmente ai fattori contingenti. I seguenti punti ci permettono innanzitutto di avere dei solidi dati di base su cui impostare il lavoro di conoscenza diretta dell'ipogeo:

- prospezione sistematica per l'individuazione degli accessi,
- inquadramento geologico,
- inquadramento geografico e topografico,
- contesto storico, architettonico, archeologico.

I principali lavori da svolgere in una cavità artificiale sono:

- esplorazione,
- rilievo in pianta e in sezione,
- documentazione fotografica,
- documentazione video,
- raccolta di ogni dato inerente l'ipogeo.

Quanto acquisito richiede la conoscenza dell'ambito in cui si opera: osservazioni, comparazioni, ricerche d'archivio e a carattere toponomastico diverranno elementi necessari alla completezza del lavoro, finalizzato alla comprensione del manufatto e alla ricostruzione del suo percorso storico. Seppure non sempre possibile o fattibile, l'indagine stratigrafica rimane uno strumento valido. Ogni cavità può inoltre costituire una nicchia ecologica, la cui indagine dal punto di vista biospeleologico fornisce solitamente dati d'indubbio interesse sulla fauna che vi transita o vi dimora. Occorrerà altresì essere a conoscenza,



Fig. 28. Preparativi per l'esplorazione e il rilievo del Pozzo di Pavarolo (Torino).

almeno nelle linee generali, dei vincoli a cui sono soggette le opere ipogee, interessandosi della relativa legittimazione. Dal momento che la raccolta di dati, la restituzione grafica e la documentazione possono avvenire in

ambienti "difficolti" è auspicabile la conoscenza della metodologia speleologica e la consapevolezza degli eventuali rischi che l'attività comporta. Rimane chiaro come la predisposizione e l'allenamento alla permanenza in un ambiente non usuale permetta di operare con tranquillità e sicurezza, a tutto vantaggio del lavoro da svolgere. In vari casi la difficoltà di progressione, la pericolosità di alcune situazioni e la consapevolezza di dovere operare sempre in sicurezza, determinano la necessità di applicare una metodologia rigorosa e una strategia d'indagine tali da poter ottenere il massimo risultato con il minimo rischio (figg. 28, 29). Si consideri infine come l'attrezzatura speleologica possa talvolta essere utile anche in opere non propriamente sotterranee.

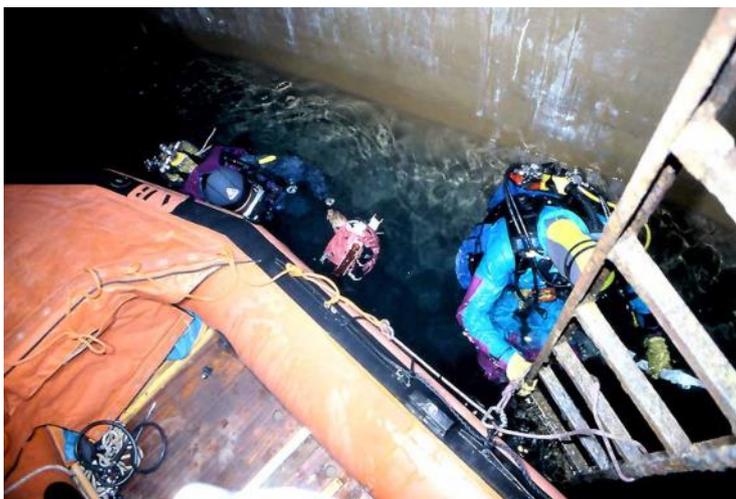


Fig. 29. Operazioni congiunte tra speleologi e speleosub per l'esplorazione e il rilievo della Cisterna di Piazza Mercato delle Scarpe a Bergamo Alta.



Come per ogni lavoro, alle parole devono seguire i fatti. Riassumendo i concetti precedentemente espressi, è possibile elencare alcuni punti fissi per lo svolgimento dell'indagine presso un manufatto ipogeo:

- Esame della cartografia, delle foto aeree e/o satellitari.
- Ricerca sistematica e individuazione.
- Capacità di accesso e di permanenza nel sottosuolo.
- Inquadramento geologico, geografico e topografico.
- Realizzazione del rilievo planimetrico.
- Documentazione del contesto.
- Analisi delle evidenze materiali.
- Documentazione fotografica e cinetelevisiva.
- Ricerche a carattere storico, architettonico, archeologico, toponomastico, biospeleologico, giurisprudenziale, etc.
- Restituzione, elaborazione e sintesi dei dati raccolti.
- Pubblicazione.

TRASLATION

13. Research and processing

Like any other man-made building, underground structures are created intentionally through will and the application of both material and intellectual resources. In the face of numerous examples, it can be said that everyone has a will, whether this is expressed freely or under duress. We are not always able to establish the original intention or purpose of an excavation. Over time, the purpose of the underground structure may have changed and the structure may have undergone such transformation that the original purpose has now been concealed or annihilated. If it is possible to deduce the purpose or function from objective considerations, it is also possible that we may be in the dark about certain aspects. At least upon a first examination (figg. 28, 29).

Conducting operations within an artificial cavity thus means the exploration and acquisition of complete data in compatibility with contingent factors. The following points provide us with solid, fundamental information upon which we can gain direct information about the underground structure:

- systematic prospecting for the identification of access-points,
- geological framework,
- geological, geographic and topographic framework,
- historical, architectonic and archaeological context.

The primary works to be conducted within an artificial cavity are:

- exploration,
- map and section surveys,
- photographic documentation,
- video documentation,
- collection of all data relating to the underground structure.

Full understanding of the information obtained, requires knowledge of the environment in question: observations, comparisons, archive and toponomastic searches are the elements required in order to gain an understanding of the man-made structure and provide a historical reconstruction. Although not always possible or feasible, stratigraphic investigation remains a valid tool. Furthermore, every cavity can constitute an ecological niche. From a bio-speleological point of view, its investigation normally provides information of certain interest on the fauna which transits or lives there. Knowledge or at least a basic knowledge of the restrictions that underground cavities are subject to is also required as is an interest in the relative legislation.

As data collection, graphic rendering and documentation can take place in "difficult" environments, speleological knowledge and awareness of the risks associated to the activity are required. It is clear how an aptitude for unusual environments and training allow operations to be easily and safely conducted, to the benefit of the work to be carried out. In certain cases, advancement difficulties, dangerous situations and the knowledge that safety must always come first, are determining factors in the application of rigorous methods and an investigation strategy, which allow for maximum results with minimum risk. Finally, consideration should be given to the fact that speleological equipment can sometimes come in useful even where the structures are not strictly subterranean in nature.

As with every task, words alone are insufficient and must be substantiated by facts. In summarising the aforementioned concepts, certain fixed points in the investigation of man-made underground structures can be listed:

- Cartographic assessment, aerial and/or satellite photographs.
- Systematic research and identification.
- Accessibility of the structure and capacity for underground permanence.



- Geological, geographic and topographic framework.
- Creation of a planimetric survey.
- Context documentation.
- Analysis of material evidence.
- Photographic and video documentation.
- Historical, architectonic, archaeological, toponomastic, bio-speleological, jurisprudential, research, etc.
- Rendering, processing and synthesis of collected data.
- Publication.

14. Geologia e geofisica

In primo luogo è utile la consultazione della carta geologica della zona per avere una visione generale del contesto geologico entro cui si dovrà agire. La conoscenza delle caratteristiche del suolo e del sottosuolo pone le basi per una corretta scelta delle modalità di ricerca e di esplorazione. Sono utili gli studi geologici, geomorfologici e idrogeologici. L'analisi geologica preliminare di un territorio interessato dalla presenza di un sito archeologico può riguardare le diverse tematiche attinenti alle scienze geologiche: geologia, geomorfologia, idrogeologia, idraulica delle acque superficiali, geotecnica, geomeccanica, geologia regionale, sismologia, mineralogia, petrografia, paleografia, etc. Si approfondiranno, caso per caso, i temi specifici di maggiore interesse, in relazione alla tipologia e alla storia presunta o nota del caso esaminato.

Le tecniche della Geofisica Applicata possono essere utili all'individuazione di anomalie correlabili a strutture antropiche sepolte di varia natura (fig. 30). I principali metodi adottabili sono sismici, elettrici ed elettromagnetici. Sono uno strumento rapido per la rilevazione non distruttiva di strutture naturali e antropiche sepolte. Lo studio delle concrezioni e dei minerali di grotta ha portato a indagare non solamente le cavità naturali, ma anche quelle artificiali, con interessanti risultati.



Fig. 30. Verrua Savoia (Torino): "solarizzazione" di una foto aerea per individuare le opere di mina e di contromina nei pressi della fortezza bastionata.

TRASLATION

14. Geology and geophysics

For a general view of the geological context, a geological map should be consulted. Awareness of the characteristics of the soil and subsoil is fundamental in the correct choice of research and exploration methods. Geological, geomorphological and hydrogeological studies are also useful. A preliminary geological analysis of the area around an archaeological site can cover various aspects of geological science: geology, geomorphology, hydrogeology, surface water hydraulics, geotechnics, geomechanics, regional geology, seismology, mineralogy, petrography, palaeography, etc. Topics of primary interest relative to the typology and assumed or known history of each case will be examined on a case by case basis.

Applied Geophysics techniques can be useful in the identification of anomalies in connection to different types of buried anthropic structures (fig. 30). Seismic, electric and electromagnetic methods are the main methods which may be adopted. These are rapid, non-destructive survey tools for natural and anthropic buried structures.

The study of cave minerals and formations has led to the exploration of both natural and artificial cavities, with interesting results.

* * *



15. Speleologia e cavità artificiali

In linea di massima una cavità artificiale non comporterà il medesimo impegno fisico richiesto nella progressione in grotta. Sarebbe quanto mai futile scandagliare l'argomento per ricercarvi confronti al solo fine di stabilire dei parametri di misura. Soprattutto in considerazione della loro differente genesi. Si è invece riscontrato che le operazioni in ambienti artificiali possono comportare una fatica psicologica maggiore, imputabile non solo al lavoro da svolgervi, ma soprattutto alle condizioni statiche e igieniche, difficilmente ottimali. Si può quindi affermare che attitudine, preparazione e attrezzatura siano necessarie in ogni circostanza (fig. 31).

In questo ambito si vogliono fornire solo alcune indicazioni rispetto all'attrezzatura e ai rischi. Il corretto apprendimento della metodologia di progressione speleologica si rimanda a corsi e alla lettura di specifici manuali. È indispensabile seguire l'apposito corso di speleologia prima di affidare agli attrezzi la propria incolumità. Purtroppo vari incidenti anche mortali sono occorsi a persone che hanno preferito improvvisarsi speleologi, con nozioni scarse e attrezzatura inadeguata.

Due sono le regole di base:

- per addentrarsi nel sottosuolo occorre essere muniti di almeno due impianti di illuminazione indipendenti, perché se uno si guasta non si rimane al buio, e rimanere al buio vuol dire incorrere facilmente in un incidente;
- per affrontare progressioni verticali, anche se di pochi metri, si deve sempre utilizzare l'attrezzatura speleologica.

Se la cavità artificiale non presenterà caratteristiche equiparabili a quelle di una grotta non vuol dire che la si debba affrontare con leggerezza.

Le cavità, siano esse artificiali o naturali, hanno alcune caratteristiche in comune:

- poca luce, qualora di modesto sviluppo e/o direttamente connesse all'esterno;
- assenza di luce, con l'aumentare dello sviluppo e della profondità;
- umidità;
- eventuale presenza d'acqua, sia stagnante che corrente.

Tranne casi particolari, un qualsiasi ambiente di modeste dimensioni non presenta difficoltà di progressione e può essere indagato senza possedere specifiche competenze. La differenza diviene sostanziale, e l'applicazione della metodologia speleologica indispensabile, nel momento in cui vi è il concorso di tre principali fattori:

- considerevole sviluppo spaziale;
- dimensione ridotta degli ambienti;
- presenza di verticali.

I tempi di esplorazione e di documentazione si dilatano in ambienti articolati e ancor più in quelli di ridotte dimensioni. Per la progressione lungo le verticali è da prevedere l'allestimento di una serie di ancoraggi. La speleologia richiede allenamento, perizia, resistenza fisica e psicologica. Lo speleologo è psicologicamente preparato a muoversi nel buio totale, ad affrontare i rischi che l'attività comporta e a raccogliere i dati anche in condizioni estreme. È padrone di tecniche di progressione e di attrezzature che gli consentono la discesa nel sottosuolo, rimanendovi un consistente numero di ore a compiere le esplorazioni e le competenze proprie della speleologia: i lavori di documentazione.

TRASLATION

15. Speleology and artificial cavities

As a general guideline, an artificial cavity will not require the same level of physical input that is required for cave exploration. Comparing the two for the sole purpose of establishing measurement parameters would be pointless. Especially when we consider their diverse origins. However, it has been found that operations carried out in artificial cavities can result in increased psychological strain, not only attributable to the type of work carried out, but primarily on account of the static and sanitary conditions, which are rarely optimal (fig. 31). It can therefore be stated that attitude, preparation and equipment are always required, irrespective of the circumstance.

In this respect, we would like to provide just a few pointers regarding the equipment and the risks

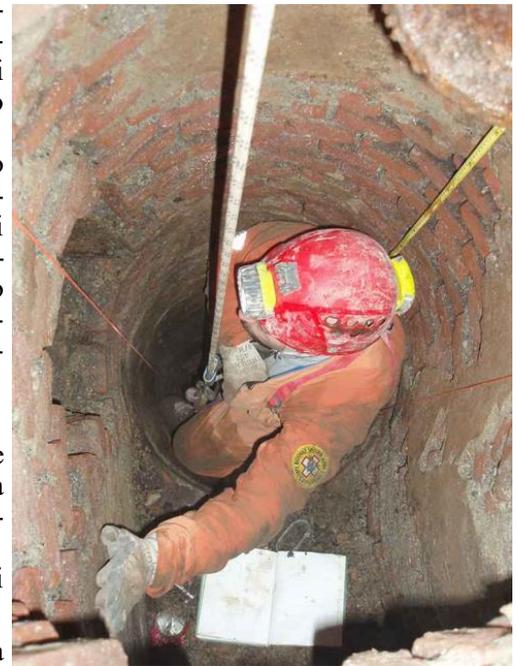
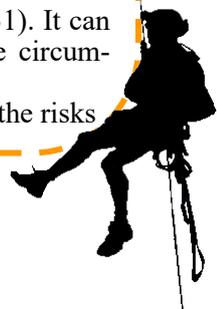


Fig. 31. Esplorazione e documentazione di un impianto idraulico ipogeo presso la Villa Crivelli-Pusterla a Limbiate.



involved. Mastery of correct speleological methodology is down to course-work and specific manuals. Unfortunately, various fatal and non-fatal accidents have taken place involving people, with little knowledge and inadequate equipment, who chose to become make-shift speleologists.

There are two basic rules:

- before venturing underground, at least two separate lighting systems are required. This ensures that should one system cease to function you will not be left in the dark and thus run the risk of an accident;
- speleological equipment should always be used when faced with a vertical shaft, even if this is just a few meters deep.

If the characteristics of an artificial cavity are not comparable to those of a cave, this does not mean that its exploration should be taken lightly.

Both natural and artificial cavities have several common denominators:

- lack of light, in the case of cavities of modest proportion and/or cavities directly connected to the surface;
- total absence of light, in the case of larger and deeper cavities;
- humidity;
- possible presence of water, whether stagnant or flowing water.

With few exceptions, environments of modest proportions are not difficult to explore and can be investigated without specific expertise. In the presence of the below three factors, the situation changes immensely and speleological experience becomes a requirement:

- considerable spatial development;
- environments of limited dimension;
- vertical shafts.

Exploration and documentation times increase in articulated environments and even more so in environments of limited dimension. For vertical shaft exploration, a series of anchors must first be set up. Speleology requires training, skill and physical as well as psychological resistance. A speleologist is psychologically prepared for moving around in total darkness, for running the associated risks and for collecting of data, under even extreme conditions. He has mastered both exploration techniques and speleological equipment, which permit his underground descent, allowing him to remain there for numerous hours in order fulfil exploratory and other speleological requirements, such as: research.

16. Speleologia subacquea

La speleologia subacquea coniuga metodologie e attrezzature proprie delle due specializzazioni, speleologica e subacquea, con opportuni accorgimenti. Fermo restando che si dovrà già essere provetti sommozzatori, si rimarca l'importanza di seguire sia un corso di speleologia sia, successivamente, un corso di speleologia subacquea, prima di potersi cimentare in cavità sommerse. Occorrerà avere al proprio attivo un discreto numero d'immersioni in differenti situazioni: in acqua salata, in acqua dolce, in acque calde e fredde, su relitti. Bisognerà altresì possedere un ottimo equilibrio psicofisico. Nelle discipline speleologiche (e non solo in queste) rischiare vuol dire mettere inutilmente a repentaglio la vita propria e di quanti dovranno giungere in soccorso. O che purtroppo si faranno carico di recuperare il cadavere.

La progressione in acqua può avvenire anche a considerevoli profondità, in spazi ristretti e sovente caratterizzati da depositi limosi, che gli inevitabili movimenti portano in sospensione, riducendo o annullando la visibilità tanto da non poter leggere gli strumenti personali. Tale attività si svolge generalmente in solitaria. In questi casi la scelta di non avere un compagno d'immersione è motivata appunto dal fatto che in ambienti profondi e/o angusti, e magari con visibilità ridotta, la presenza del compagno non solo non è d'aiuto in caso di un "inconveniente", ma spesso è controproducente. Nell'analisi degli incidenti mortali occorsi a speleosub, si osserva che nell'80% dei casi chi soccorre il compagno muore a sua volta. Ma qui si parla di "esplorazioni estreme" e del tutto particolari.

Nelle cavità artificiali non viene generalmente osservata la "regola d'oro" dell'immersione in solitaria qualora si debba eseguire il rilevamento di cisterne a camera, o in ampi spazi solitamente entro cui i rischi sono assai limitati. Ma seppure la complessità delle operazioni e il grado di rischio che comportano le immersioni in grotte profonde non siano equiparabili a quelle condotte in ambienti artificiali, queste non devono in nessun caso essere affrontate con superficialità.

Attrezzature e tecniche sono argomenti ben più impegnativi di quelli affrontabili per la speleologia in ambiente aereo, pertanto anch'essi non rientranti nello scopo del manuale. Tuttavia, si ritiene il caso di rimarcare l'importanza di seguire specifici corsi e di allenarsi costantemente e con grande impegno.



TRASLATION

16. Underwater speleology

Underwater speleology combines its own specific speleological and underwater methodologies and relevant techniques. Without prejudice to the fact that we should already be experienced divers, it is important to first attend a standard speleological course and then an underwater speleology course before venturing into submerged cavities.

A significant number of immersions must be carried out in different types of situations: salt water, fresh water, hot and cold water and wreck immersions. Excellent psycho-physical balance is also required. In the speleological field (and not only in this field) to take risks means putting one's life on the line, as well as the lives of those who come to the rescue, or whose task it is to recover the body.

Underwater advancement can take place even at considerable depth, in confined spaces, often characterised by loamy deposits, which cloud the water upon movement thus reducing or obscuring visibility to such an extent that personal instrumentation cannot be read. This type of activity normally falls under solitary diving. In such a situation, the choice of diving alone, without a companion is due to the fact that in deep and/or cramped environments, where there may be limited visibility, a companion would be of no assistance whatsoever in the event of an "unexpected difficulty" and would often be counter-productive. Analysis of fatal accidents involving underwater speleologists reveals that in 80% of cases, those who go to the rescue of a companion also die. But this relates to "extreme" or very specific explorations.

In artificial caves, the "golden" solitary diving rule is not normally adhered to during the survey of chamber cisterns or of large spaces where there are limited risks. But even if the complexity and risk levels involved in deep cave immersions are not comparable to those carried out in artificial cavities, these should not, under any circumstance, be approached with superficiality.

Equipment and techniques are far more demanding than those required in the speleology of aerial environments, another type of speleology which does not fall within the scope of this manual. Nevertheless, it seems appropriate to point out the importance of taking specific courses and to apply oneself to continuous training.

17. I rischi

I rischi derivanti dall'attività in cavità artificiali sono molteplici, ma non frequenti. Prevalentemente sono legati a determinati tipi di cavità e alla loro morfologia. Le tipologie di rischio riscontrabili negli ipogei dipendono poi da quale utilizzo è stato fatto nel tempo della cavità stessa. Possiamo infatti pensare a una cisterna costruita per raccogliere acqua (quindi un ambiente con basse potenzialità di rischio) che nel corso del tempo, seguendo le nuove necessità urbanistiche, può ritrovarsi a far parte della rete fognaria (ambiente ad alto rischio).

Tutto ciò ci obbliga a valutare sempre con molta attenzione, anche storica, i luoghi che andiamo a esplorare e documentare.

In linea generale possiamo avere:

- modesti distacchi di materiale dalle strutture;
- crolli, ovvero cedimenti strutturali;
- presenza di sostanze venefiche o inquinanti o deflagranti;
- animali;
- attrezzatura inadeguata;
- scarsa osservanza delle misure di sicurezza.

Cedimenti strutturali

In linea di massima ogni ambiente sotterraneo è destinato nel tempo ad assestarsi naturalmente, oppure a seguito di fattori collaterali. Soprattutto cave e miniere abbandonate presentano zone interessate da cedimenti. Meno frequenti nelle coltivazioni antiche, in cui sono stati utilizzati per l'estrazione solo strumenti manuali (quindi senza l'impiego di esplosivi), i crolli divengono più frequenti in quelle più recenti, dove abbiamo un mutamento del metodo di abbattimento e di coltivazione.

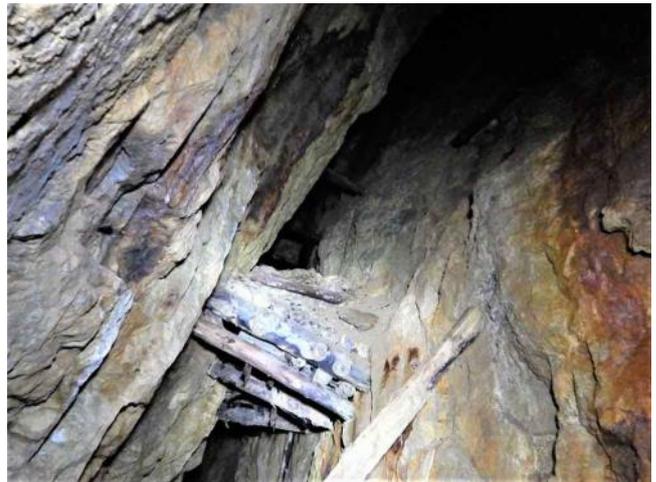


Fig. 32. Miniera d'oro abbandonata in Valle d'Aosta.



Fig. 33. Valle d'Aosta: opera in caverna del Vallo Alpino parzialmente demolita.



Cunicoli e gallerie centinati con i tipici quadri in legno possono avere tali strutture marce, se non crollate. Anche eventuali spazi “ripienati” possono risultare instabili. In tratti allagati si possono incontrare dei pozzi sommersi, quindi difficilmente individuabili, e sabbie mobili (figg. 32, 33). Le cisterne e i pozzi in disuso hanno talvolta il puteale, o la stessa canna, in condizioni statiche precarie. Per discendervi occorrerà innanzitutto montare all'esterno una struttura in tubi metallici a cui assicurare le corde, evitando così di sollecitare la struttura.

Materiali esplosivi e residuati bellici

Principalmente presso cave e miniere è possibile rinvenire esplosivi abbandonati, che non vanno in alcun caso toccati. Il tempo e l'umidità possono averli resi instabili, quindi altamente pericolosi. Si ricordi inoltre che nei resti di fornelli da mina possono rimanere cariche inesplose. Lungo i fronti delle due guerre mondiali si possono ancora rinvenire ordigni inesplosi, sia all'interno che all'esterno delle opere di fortificazione dotate di ambienti sotterranei. Non si dimentichi che nel corso della Prima Guerra Mondiale vennero impiegati gli aggressivi chimici, come cloro, fosgene, acido cianidrico, palite, iprite, etc. L'involucro delle granate chimiche è generalmente più sottile di quelle ordinarie: a causa del suo deterioramento può cedere e rilasciare l'aggressivo anche senza deflagrare. Pertanto, mai e in alcun caso rimuovere i residuati bellici, ma segnalarne tempestivamente la presenza.

Gas

Nelle cavità artificiali vi è la possibilità d'incontrare gas. Questi possono essersi sviluppati dalla putrefazione di animali morti, o a causa di rifiuti di vario genere occultati in opere sotterranee dismesse. Oltre a questo, possono essere presenti quei gas che, naturalmente contenuti nel particolare terreno circostante, trovano nella via di drenaggio non naturale un più facile cammino, formando sacche dove può essere rischioso avventurarsi senza le dovute cautele. Casi purtroppo noti si riscontrano in miniere di carbone, dove non è raro che vi possano essere delle sacche di grisù. I principali casi di presenza gassosa nelle opere ipogee sono imputabili ai seguenti fattori:

1. Permeazione da terreni interessati da attività termale, vulcanica, pseudovulcanica o di particolare natura giacimentologica. A questo caso si può ascrivere la presenza di composti solforati e azotati per ciò che concerne l'attività termale o vulcanica. È possibile il rinvenimento di miscele composte da idrocarburi leggeri (sostanze derivanti dall'alterazione di strati organici sedimentati nelle profondità del terreno quali, ad esempio, il petrolio, ma con un minor peso molecolare e quindi gassose, come ad esempio metano, etano, propano, butano, etc.) nelle zone di importanza giacimentologica (miniere di carbone, siti petroliferi, etc.); oppure dove le rocce e i terreni circostanti l'ipogeo sono di natura reattiva, dove cioè i minerali presenti nel terreno tendono a reagire facilmente con sostanze che permeano all'interno, come ad esempio i minerali di zolfo.
2. Ristagno di gas sviluppati da attività biologica (attività putrefattiva). Nel caso di gas derivanti da attività biologica di tipo putrefattivo è necessario pensare al consumo di ossigeno legato ai processi metabolici di molti microrganismi, quindi all'inevitabile instaurarsi di condizioni anaerobiche (assenza d'aria), con conseguente sviluppo di gas nella forma ridotta (nella composizione chimica della molecola di gas non è presente l'ossigeno, in quanto il gas si è formato in una situazione dove di ossigeno ce ne era molto poco o affatto). A tale proposito sono noti diversi casi di incidenti, anche mortali, ascrivibili alla presenza di tavolati, o sistemi di rinforzo delle volte, in legno oramai marcescente.
3. Inquinamento da attività esterne con rilascio di sostanze tossiche. Il caso più frequente e più rischioso, quando si opera in aree antropizzate, è quello d'imbattersi in scarichi civili o industriali, a volte non segnalati ed abusivi.
4. Infiltrazione derivante da perdite in tubazioni vicinali o invasive. Oltre al precedente caso, è possibile trovarsi di fronte all'utilizzo, o all'intercettazione, più o meno consapevole, di vecchi condotti fognari dismessi, o di qualsiasi altro ipogeo, da parte di recenti opere fognarie o di tubature del gas. A volte è sufficiente la posa di tali opere in zona adiacente, o comunque vicina alla cavità, per far sì che in caso di dispersione di liquami, o di fuga di gas, la cavità stessa funga da drenaggio raccogliendo il disperso, con le conseguenti modificazioni di atmosfera.

In generale, occorrerà ricordare che le opere ipogee possono essere state riutilizzate come pozzi neri, vasche di dispersione, fogne anche abusive, discariche di rifiuti anche tossici (generalmente in talune cave o miniere abbandonate), liquami e solventi. E varie sostanze possono determinare la formazione di gas o ridurre la presenza di ossigeno nell'aria, come ad esempio il legname marcescente. Come fonti di luce si suggerisce di utilizzare le lampade antideflagranti, oppure lampade stagne, come quelle subacquee. In ogni caso, è consigliabile non adoperare l'acetilene. La cosa migliore è poter avere sempre a portata di mano una apposita apparecchiatura per l'analisi dell'aria.



Animali

Tralasciando i comuni fattori di traumatologia legati genericamente all'attività fisica in ambienti "particolari", si accenna il discorso sui rischi di tipo infettivo o tossico, dovuti al contatto diretto di germi o di animali portatori di infezioni o vettori di altri germi.

Per l'evidenza del rischio si tralasceranno gli argomenti inerenti i morsi di animali quali serpenti, cani randagi, volpi, oppure altri rettili come si possono trovare in zone tropicali; oppure ragni, scorpioni, insetti o altro, considerando tutte queste spiacevoli evenienze come facenti parte del rischio generico legato alla frequentazione di zone inusuali, spesso in ambienti selvatici. Non si trascurino, comunque, le precauzioni contro la rabbia e il morso delle comuni vipere. Gli spazi sotterranei ai centri abitati sono considerati (a ragione) i più malsani. Oltre a quanto si è potuto evincere, il principale inconveniente è determinato dall'eventuale presenza di ratti. In Europa ne sono diffuse due specie: il ratto nero (*Rattus rattus*) e il ratto delle chiavi o surmolotto (*Rattus norvegicus*) e possono essere portatori di numerose malattie. In presenza di muffe, funghi o polveri, è bene indossare l'apposita mascherina di gomma provvista di filtri, sostituibili e specifici per i vari tipi d'impiego.

Occorre ricordare che dopo le operazioni occorrerà sempre lavarsi con cura, disinfettare bene le ferite medicandole, pulire e disinfettare gli indumenti e le attrezzature.

Per quanto riguarda l'attività all'estero, particolarmente fuori Europa, è utile informarsi se nel paese in cui ci si sta recando, è in corso qualche epidemia.

L'attrezzatura

Il maggiore rischio che deriva dall'utilizzo dell'attrezzatura speleologica e speleosubacquea è principalmente legato a due fattori:

- utilizzo della stessa senza l'acquisizione della necessaria padronanza;
- utilizzo di attrezzature generiche in modo improprio.

Si sconsigliano vivamente le operazioni in ambienti che richiedano l'impiego di altri tipi di attrezzatura, quali tute perfettamente stagne, maschere con appositi filtri per vapori organici, etc.

Tutti i materiali sono soggetti ad usura. L'essere erroneamente portati a supporre che l'attrezzatura speleologica utilizzata in cavità artificiali si usuri meno, e quindi "duri di più", non la rende senz'altro "eterna". Idrocarburi, fanghi di cava o, peggio, di miniera, acque acide, e via dicendo, possono intaccare l'attrezzatura (soprattutto moschettoni, corde e longe) assai più velocemente di quanto non avvenga in ambienti carsici. Per quanto ci si sforzi ad ottenere degli ancoraggi adeguati e ad approntare degli armi corretti, troppo spesso nella realtà dei fatti i risultati sono lungi dall'essere accettabili e troppo spesso le corde vengono sollecitate contro spigoli vivi. Ciò comporta un rapidissimo deterioramento, nonché rotture interne dei trefoli e lacerazioni della calza.

Moschettoni e piastrine in acciaio durano più a lungo di quelli in alluminio e sono quindi da preferirsi anche per l'uso prettamente speleologico. Questo vuol dire che le corde, gli imbraghi, le longe, i moschettoni e quant'altro, vanno sostituiti con maggiore frequenza e comunque lavati e sempre controllati prima dell'utilizzo.

Operazioni speleosubacquee

Le operazioni speleosubacquee in cavità artificiali sono meno complesse e rischiose di quelle effettuabili nelle grotte. Non avremo grandi profondità né sviluppi chilometrici. Fanno eccezione alcune coltivazioni sotterranee, poste magari su più livelli, rimaste sommerse a seguito della cessata attività estrattiva, quindi con la disattivazione dei sistemi di pompaggio per l'eduazione delle acque.

Come già accennato, si dovrà tenere conto che le acque possono essere inquinate. Inutile ripetere che occorrerebbe farle analizzare preventivamente. Più di una volta si è rinunciato alle operazioni perché sull'acqua galleggiavano carogne di piccoli animali, tra cui topi e ratti. In ogni caso, si suggerisce sempre l'utilizzo di mute stagne.

Ma è bene rammentare che la regola d'oro è di non togliersi mai l'erogatore di bocca, a maggior ragione negli ambienti posti al di là di un sifone.

TRASLATION**17. Risks**

There are multiple, although infrequent, risks associated to activity in artificial cavities. These are mainly associated to the type of cavity and its specific morphology. The risk typologies of underground structures are entirely dependant on the purpose allocated to the structure over the years. Take for example a cistern created for the collection of water (therefore a low-risk environment): this could over time, due to new urban requirements, become part of the sewage collection system (high-risk environment). All this imposes that careful assessment, even historic, of the places to be explored and documented be conducted at all times.

As a general guideline, there may be:

- falling masonry, of modest proportion, from the structures;



- collapse, or structural subsidence;
- toxic substances, pollutants or explosive materials;
- animals;
- inadequate equipment;
- inadequate compliance to safety measures.

Structural collapse

As a general guideline, each environment is destined to settle naturally due to the passing of time or due to secondary factors. Abandoned quarries and mines in particular, present areas of collapse. Less frequent in old mines, where only manual tools were used for extraction (no explosives were therefore used); areas of collapse are more frequent in mines of recent construction, where different demolition and mining techniques were used.

Underground passages and tunnels, whose arches were created with typical wooden frames, could have rotten or collapsed structures. Even "filled" spaces could be unstable. Submerged wells, which are difficult to identify and quick-sand may be encountered in flooded sections. The static condition of the puteal or very lining of cisterns and disused wells is sometimes precarious. Prior to descent, an external metallic tube frame must be set up. Ropes can then be attached to it, thus preventing unnecessary stress on the structure.

Explosive materials and war residues

Abandoned explosives which are not to be touched under any circumstance can sometimes be found in quarries and mines. The passing of time and humidity may have rendered these unstable and thus highly dangerous. It should furthermore be taken into account that there may still be unexploded loads within the remains of demolition chambers. Live devices can still be found along the fronts of the two World Wars, both outside and inside fortification structures with underground sections. It should not be forgotten that chemical irritants, such as chlorine, carbonyl chloride, hydrogen cyanide, yprite ("mustard gas"), etc., were used during the First World War. The casing of a chemical grenade is generally thinner than that of an ordinary grenade: due to deterioration this may give way and release the irritant without exploding. When found, residues of war should never be removed and the relative bodies should be immediately notified.

Gas

Gas is a common occurrence in artificial cavities. This may have developed from the putrefaction of dead animals or from various types of refuse concealed within disused underground structures. Additionally, gases, naturally found in the surrounding soil, may be present. Such gases find easy passage through the artificial drainage channels and form gas pockets, which should not be ventured into without due precaution. This is often the case in coal-mines where firedamp pockets are commonplace. Gaseous presence within underground structures can be attributed to the following factors:

1. Permeation from areas of thermal, volcanic, pseudovolcanic or mineral deposit activity. The presence of sulphurous or nitrogenous compounds results from thermal or volcanic activity. Light hydrocarbon mixes (substances derived from the alteration of deep sedimentary organic layers, e.g. petroleum, but which have a lower molecular weight than gaseous substances such as methane, ethane, propane, butane etc.) may be found in areas of mineral deposits (coalmines, petroliferous areas, etc.), or where the soil surrounding underground structures is reactive, that is to say, where underground minerals readily react to permeating substances, such as sulphur minerals.
2. Gas stagnation resulting from biological activity (putrefaction). In the case of gas deriving from biological, putrefaction activity, thought should be given to the oxygen consumption relating to the metabolic processes of numerous micro-organisms and to the inevitable establishment of anaerobic conditions (lack of air) and consequent formation of gas in reduced form (the chemical composition of gas does not include oxygen, in that the formation of gas occurs in situations where there is little, if any, oxygen). In this regard, there have been various accidents, some of which were fatal, which can be attributed to the presence of now rotting wooden boarding or roof reinforcement.
3. Pollution from external activities and the release of toxins. When working in man-made areas, the most common and most dangerous situation is that of finding civil or industrial discharge effluents, which are sometimes not neither officially registered nor authorised.
4. Infiltration resulting from the leakage of nearby or invasive pipes. In addition to the previous situation, one may find himself faced with the more or less conscious utilisation or interception of old disused sewage conduits, of any other type of underground structure or with recent sewage structures or gas pipes. Sometimes the positioning of such structures in nearby areas or in areas near the cavity is sufficient to ensure that in the event of sewage loss or gas leaks, the cavity itself takes on a drainage function and collects any leakages with consequent atmospheric changes.



In general, it should be remembered that underground structures may have been utilised as cesspools, dispersion tanks, authorised or unauthorised sewers and dumping grounds for waste and toxic waste (usually in certain abandoned mines or quarries), sewage and solvents. Various substances, such as rotting wood, can cause the formation of gas or reduce the amount of oxygen in the air. It is recommended that flameproof lamps or waterproof lamps, such as underwater lamps, be used for illumination purposes. In any case, acetylene should be avoided. Most important of all is that air analysis equipment be on hand at all times.

Animals

The common traumatology factors generically linked to physical activity in “particular” environments aside, some mention of infectious or toxic risks, resulting from direct contact with germs or animals carrying infection or vectors of other germs, should be made.

In relation to the evidence of risk, we will leave aside matters relating to bites from animals such as snakes, stray dogs, foxes and from the reptiles found in tropical areas, from spiders, scorpions, insects or from other animals, as all such unpleasant eventualities are part of the general risk linked to unusual, untamed areas. Precautions should, however, be taken against rabies and common snakebites. The areas to be found below inhabited centres are to be considered the unhealthiest (and rightly so). In addition to what has been deduced, the main drawback is linked to the possible presence of rats.

There are two common types in Europe: the black rat (*Rattus rattus*) and the sewer rat (*Rattus norvegicus*), and both can be carriers of several diseases. An appropriate mask with replaceable filters for the various situations should be worn in the presence of mould, fungi or dust. Hands must be carefully washed and wounds must be thoroughly disinfected and medically treated after each operation while clothing and equipment must be washed and disinfected.

In relation to foreign activity, it is advisable to make sure that there are no epidemics in the country in question, particularly when travelling outside Europe.

Equipment

The greatest risk associated with the use of speleological and underwater speleology equipment is essentially linked to two factors:

- use of the above equipment without prior familiarity;
- inappropriate use of general equipment.

It is strongly recommended that operations within environments requiring the use of other types of equipment, such as drysuits, masks with organic vapour filters, etc. be avoided.

All materials are subject to wear and tear. The incorrect assumption that the speleological equipment used in artificial cavities is subject to less wear and tear and therefore “lasts longer”, certainly does not make the equipment “eternal”. Hydrocarbons, quarry silt or even worse, mine silt, acid water and so forth, can weaken and erode equipment (particularly carabiniers, ropes and lanyards) far more rapidly than in karst environments. For all our efforts to gain adequate anchorage and the correct equipment, all too often the factual realities are far from acceptable and all too often cords are thrown against sharp edges. This results in extremely rapid deterioration as well as rupture of the inner strands and laceration of the outer mantle.

Steel carabiniers and identification tags last longer than aluminium ones and are therefore preferable for speleological use. This means that ropes, harnesses, lanyards, carabiniers etc., should be replaced more frequently and should always be washed and checked prior to use.

Underwater speleology

Underwater speleological operations in artificial cavities are less complex and present less risk than cave operations. There are no great depths or kilometres of development. The only exceptions are certain underground mines, which may extend on multiple levels and which became submerged when extraction works ceased and the drainage system was deactivated.

As previously mentioned, it should be taken into account that the waters may be polluted. There should be no reason to repeat that water should always be analysed in advance. Operations have been abandoned on more than one occasion due to the floating carcasses of small animals, including mice and rats on the water. In any case, it is recommended that drysuits be worn at all times.

The golden rule should always be followed: never remove the mouthpiece from the mouth, especially in environments located on the other side of a siphon.

* * *



Altri titoli dello stesso autore:

- 1 - La Gorgone di Milano. La prima indagine dello speleologo Sirio Furlan**
Ippolito Edmondo Ferrario, Gianluca Padovan
- 2 - Forse non tutti sanno che a Milano... curiosità, storie inedite, aneddoti storici e luoghi sconosciuti dell'antica città dei Navigli**
Gianluca Padovan
- 3 - Milano sotterranea. Un viaggio alla scoperta del sottosuolo milanese in luoghi inesplorati custodi di straordinari segreti**
Gianluca Padovan, Ippolito Edmondo Ferrario
- 4 - Milano esoterica. Dove la verità occulta conserva il proprio mistero**
Gianluca Padovan, Ippolito Edmondo Ferrario
- 5 - Torre delle Sirene. Il rifugio antiaereo in elevato della prefettura di Milano**
Gianluca Padovan
- 6 - Milano. Rifugi antiaerei scudi degli inermi contro l'annientamento**
M. Antonietta Breda, Gianluca Padovan
- 7 - Como 1915-1945. Protezione dei civili e rifugi antiaerei**
M. Antonietta Breda, Gianluca Padovan
- 8 - Bunker. Il grande monolite di cemento armato tra prefettura e provincia di Milano**
Gianluca Padovan
- 9 - I segreti di Triora. Il potere del luogo, le streghe e l'ombra del boia**
M. Antonietta Breda, Ippolito Edmondo Ferrario, Gianluca Padovan
- 10 - Alla scoperta di Milano sotterranea. Passaggi segreti, cripte, gallerie, labirinti e cunicoli tutti da esplorare**
Ippolito Edmondo Ferrario, Gianluca Padovan
- 11 - Archeologia del sottosuolo. Manuale per la conoscenza del mondo ipogeo**
Gianluca Padovan
- 12 - Milano celta: le tre fortezze**
Gianluca Padovan
- 13 - Il mito europeo. Le culture che ci hanno preceduto**
Gianluca Padovan
- 14 - Milano sotterranea e misteriosa**
Ippolito Edmondo Ferrario, Gianluca Padovan
- 15 - Fuoco alle polveri! La guerra di secessione americana 1861-1865**
Gianluca Padovan
- 16 - Il segreto del castello di Milano**
Gianluca Padovan, Ippolito Edmondo Ferrario
- 17 - Milano. Città delle dragonesse.**
Gianluca Padovan
- 18 - Milano sotterranea. Misteri e segreti**
Gianluca Padovan, Ippolito Edmondo Ferrario
- 19 - Alla scoperta di Milano sotterranea**
Gianluca Padovan, Ippolito Edmondo Ferrario
- 20 - Jolly Roger. Pirati a Milano**
Roberto Basilico, Gianluca Padovan
- 21 - Archeologia dell'Acqua Potabile a Milano: Dagli antichi pozzi ordinari al moderno sistema di acquedotto urbano**
Gianluca Padovan, M. Antonietta Breda
- 22 - Bibliografia archeologica, speleologica e tecnica delle cavità artificiali italiane ed estere: primo contributo (2000 titoli con abstract)**
Gianluca Padovan, Luigi Bavagnoli



- 23 - Archeologia del Sottosuolo: Metodologie a Confronto: Atti I Congresso Nazionale di Archeologia del Sottosuolo: Bolsena 8-11 Dicembre 2005**
Gianluca Padovan, Stefano Del Lungo, Klaus Peter Wilke, Roberto Basilico, Luigi Bavagnoli
- 24 - Civita di Tarquinia: indagini speleologiche; catalogazione e studio delle cavità artificiali rinvenute presso il Plan di Civita e il Plan della Regina**
Gianluca Padovan
- 25 - Castrum Portae Jovis Mediolani: Il Castello Visconteo – Sforzesco di Milano dai disegni di Leonardo da Vinci all'Archeologia del Sottosuolo**
Gianluca Padovan
- 26 - Bunker. Il grande monolite di cemento armato tra prefettura e provincia di Milano**
Gianluca Padovan
- 27 - Archeologia del sottosuolo. Manuale per la conoscenza del mondo ipogeo**
Gianluca Padovan
- 28 - Archeologia dell'Acqua Potabile a Milano. Dagli antichi pozzi ordinari al moderno sistema di acquedotto urbano**
M. Antonietta Breda, Gianluca Padovan
- 29 - Archeologia del rifugio antiaereo: utilizzo di opere ipogee antiche e moderne per la protezione dei civili**
Roberto Basilico, M. Antonietta Breda, Gianluca Padovan
- 30 - Le acque del passato: opere idrauliche dall'antichità al XX secolo: IV Congresso di Archeologia del Sottosuolo**
Sara Fumagalli, Gianluca Padovan
- 31 - Fantasmi a Milano**
Gianluca Padovan
- 32 - Luoghi e Architetture del secondo conflitto mondiale: 1939-1945 / Sites and Architectural Structures of the Second World War: 1939-1945**
M. Antonietta Breda, Gianluca Padovan
- 33 - Le radici di Lissone**
Gianluca Padovan
- 34 - Fortificazioni della terra di mezzo. Patrimonio della Brianza**
M. Antonietta Breda, Gianluca Padovan
- 35 - La fortezza celata. I sotterranei del castello sforzesco di Milano**
Gianluca Padovan
- 36 - Passaggio segreto**
Gianluca Padovan




SOPRA E SOTTO IL CARSO

**Rivista on line del
C.R.C. "C. Seppenhofer" aps**

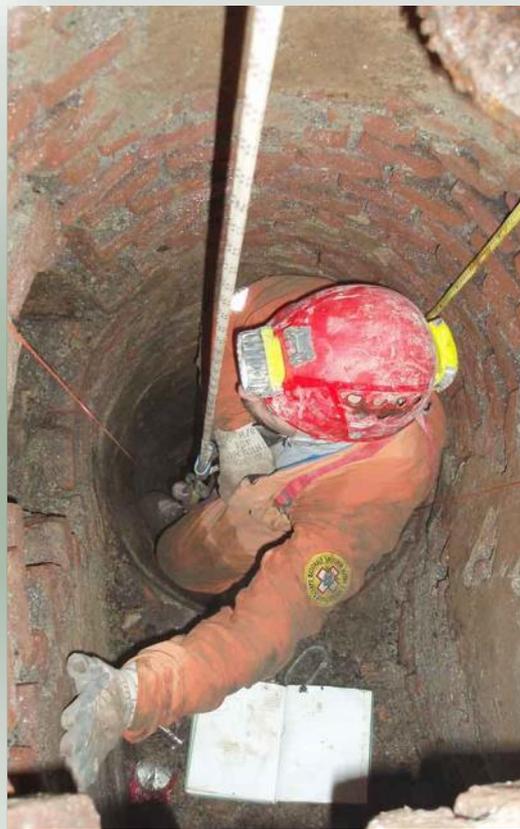
via Ascoli, 7

34170 GORIZIA

Tel.: 3297468095

E-mail: seppenhofer@libero.it

Sito web: <http://www.seppenhofer.it>



*" il Centro Ricerche Carsiche "C.
Seppenhofer" aps è un'associazione senza
fini di lucro"*



Chi siamo

Il Centro Ricerche Carsiche "C. Seppenhofer" (www.seppenhofer.it) è un'associazione senza fini di lucro, ufficialmente fondato a Gorizia il 25 novembre 1978. Si interessa di speleologia, nelle sue molteplici forme: dall'esplorazione di una grotta, fino alla protezione dell'ambiente carsico e alla sua valorizzazione naturalistica. E' socio fondatore della [Federazione Speleologica Isontina](#), collabora attivamente con diverse associazioni speleologiche e naturalistiche del Friuli Venezia Giulia. Ha svolto il ruolo di socio fondatore anche della [Federazione Speleologica Regionale del Friuli Venezia Giulia](#), ed è iscritto alla Società Speleologica Italiana. La nostra sede si trova a [Gorizia in via Ascoli, 7](#).



Il C.R.C. "C. Seppenhofer" ha edito numerose pubblicazioni, fra cui alcuni numeri monografici fra i quali "Le gallerie cannoniere di Monte Fortin", "Le gallerie cannoniere del Monte Sabotino", "La valle dello Judrio", "ALCADI 2002", "Il territorio carsico di Taipana", "Monteprato di Nimis", cura inoltre il presente notiziario "Sopra e sotto il Carso". Dal 2003 gestisce il [rifugio speleologico "C. Seppenhofer"](#) di Taipana, unica struttura del genere in Friuli Venezia Giulia.

