

 **SEAM**[®]
Associazione Speleologia Cavità Artificiali Milano



ATTI
XV CONGRESSO DI SPELEOLOGIA
LOMBARDA



SANT'OMOBONO IMAGNA TERME 2-3 OTTOBRE 1999



Volume 3 - Speleologia in Cavità Artificiali

Atti del XV Congresso di Speleologia Lombarda

Sant'Omobono Imagna Terme
2 - 3 Ottobre 1999

Volume n° 3
Speleologia in Cavità Artificiali

a cura di:

Gianluca Padovan - Italo Riera

Atti del XV Congresso di Speleologia Lombarda
Sant'Omobono Imagna Terme (Bergamo)
2 - 3 ottobre 1999

Supplemento al n° 4 della *Rivista di Speleologia in Cavità Artificiali* “**Specus News**”
Registrazione presso il Tribunale di Cagliari, n° 24 del 10 giugno 1997

Direttore responsabile della Rivista di Speleologia in Cavità Artificiali “**Specus News**”:

Antonello Floris
Via Capo Sandalo, 8
I- 09042 Monserrato (Cagliari)

Gli Atti sono stati suddivisi in tre volumi:

Volume n° 1: “**Lombardia**”

Volume n° 2: “**Valle Imagna**”

Volume n° 3: “**Speleologia in Cavità Artificiali**”

Cura degli Atti, progetto Grafico e impaginazione del Volume n° 1 e del Volume n° 2:
Evon Malixi e Massimo Pozzo

Progetto grafico e impaginazione del Volume n° 3:
Tyrfing s.a.s. di Davide Padovan

In copertina: Minatori. Rilievo di età romana ritrovato a Linares (Spagna). Bochum, Bergbau Museum.



Il logo del XV Congresso di Speleologia Lombarda riproduce un simbolo cinese di buon auspicio, che indica le felicità della vita rappresentate dai cinque pipistrelli: longevità, ricchezza, salute, culto della virtù, buona morte.

PROMOTORE

Alberto Buzio

ORGANIZZAZIONE

Gruppo Speleologico Valle Imagna C.A.I.
Associazione Speleologia Cavità Artificiali Milano
Alberto Buzio, Evon Malixi, Massimo Pozzo

LOGISTICA

Gruppo Speleologico Valle Imagna C.A.I.

COMITATO ORGANIZZATIVO

Alberto Buzio, Piero Cattaneo, Damiano Frosio, Evon Malixi,
Gianluca Padovan, Massimo Pozzo

Il Congresso è stato reso possibile grazie alla disponibilità del Comune di Sant'Omobono Imagna e della Parrocchia di Selino Basso, che hanno messo a disposizione le sale in cui la manifestazione si è svolta.

Ringraziamo per il sostegno:

*Comunità Montana Valle Imagna
Avv. Carlo Baccaredda Boy
Pro Loco di Sant' Omobono Imagna
Diemme Sport
Provincia di Bergamo, Ufficio Turismo
Kong - Bonaiti
Personeni Walter Assicurazioni
Alp Design
Artigianlegno di Salvi Cristophe
Credito Bergamasco
No Limits world
Banca Popolare Bergamo*

Ringraziamo inoltre:

Monsignor Luigi, Famiglia Maconi, Pizzeria "Fumata Bianca", Mauro Battaglia, Alfio Manzoni, Marco Pellegrini, Maurizio Frosio, Cristophe Salvi, Marco Angiolini, Laura Mazzoleni, Isa Bonazza, Giancarlo Borrella, Mauro Gavazzeni, Ruggero Frosio, Bruno Dirocatti, Franco Ravanelli, Cesare Mangiagalli.

Per la realizzazione dei volumi degli Atti ringraziamo:

*Avv. Carlo Baccaredda Boy (sovvenzione Terzo Volume)
Sig. Antonello Floris (registrazione presso il Tribunale di Cagliari)
Avv. Sonia Previtali (traduzioni)
Tyrfing s.a.s. (progetto grafico e impaginazione Terzo Volume)
Sig. Antonio Bertolini (impaginazione Primo e Secondo Volume)
Dr. Graziano Ferrari e Sig. Andrea Manconi (acquisizione immagini)*

PROGRAMMA DEL XV CONGRESSO DI SPELEOLOGIA LOMBARDA

Sabato 2 ottobre 1999

Sala Grande, ore 10.30 - 12.30: proiezioni

- h. 10.30: C. Mangiagalli
- *Verso il centro della Terra*
h. 10.45: V. Pasinetti (Associazione Speleologica Bresciana)
- *Il fenomeno carsico bresciano*

Sala Grande, ore 14.30: apertura del XV Congresso di Speleologia Lombarda

Presentazione del Congresso e saluto delle Autorità

Apertura dei lavori

- h. 15.00 : F. Ravanelli (Gruppo Speleologico Valle Imagna C.A.I.)
- *1996-1999: contributo alla conoscenza del carsismo della Valle Imagna (Bg) - Il "Bus del Ciari"*
h. 15.20: V. Pasinetti (Associazione Speleologica Bresciana)
- *Il carsismo profondo nell'altopiano di Tesio (Prealpi Bresciane)*
h. 15.45: A. Bini (Gruppo Grotte Milano S.E.M. - C.A.I.)
- *Osservazioni sulla morfologia, i sedimenti e l'evoluzione della Grotta "Il Forgnone" (1010 LoBg- Valle Imagna, Bg)*
h. 16.00: S. Gori (Gruppo Grotte Milano S.E.M. - C.A.I.)
- *Il Forgnone (Valle Imagna, Bg)*
h. 16.20: R. Torri, G. Cella (Gruppo Grotte C.A.I. Novara)
- *Carsismo in Valle Spluga (So) e aree limitrofe*
h. 16.40: Gruppo Grotte "I Tassi" C.A.I. Cassano I.N.T.
- *Il complesso carsico della Tomba dei Polacchi (Rota Imagna, Bg)*
h. 17.00: pausa
h. 17.20: G. Pannuzzo, C. Ferliga (Gruppo Speleologico Bergamasco "Le Nottole")
- *L'area carsica dei monti Arera e Grem: considerazioni generali e stato attuale delle conoscenze speleologiche (Bg)*
h. 17.40: M. Barile, N. Dal Sasso, A. Uggeri, (Gruppo Speleologico C.A.I. Varese S.S.I.)
- *L'Abisso Scondurelli nel M. Campo dei Fiori (Va)*
h. 18.00: G. Rivolta (C.A.I.)
- *Apertura di un nuovo centro per la Speleologia*
h. 18.20: M. Pozzo, E. Malixi
- *I Piani di Bobbio (Lc): nuove ipotesi dopo la scoperta della "Grotta Sandro Lecchi"*
h. 18.40: M. Pozzo, E. Malixi; D. Sottocorno (Gruppo Speleologico C.A.I. Varese S.S.I.)
- *Il fenomeno carsico della Costa del Palio (Bg - Lc)*

Sala Media, ore 15.15: Speleologia in Cavità Artificiali

Apertura dei lavori

- h. 15.20: G. Padovan (Associazione Speleologia Cavità Artificiali Milano)
- *Per una nuova lettura del paesaggio: quadro delle evidenze sotterranee lombarde*
h. 15.40: A. Pesaro (Società Adriatica di Speleologia)
- *Intorno ai problemi percettivi nel rilievo di cavità artificiali*
h. 16.10: D. Gallina (Università Cattolica di Brescia)
- *L'acquedotto di Mompiano (Brescia). Auspici di uno studio speleologico*
h. 16.40: F. Frignani (Consulente Ambientale)
- *Evoluzione del rilievo topografico: dalle stelle naturali alle stelle artificiali*
h. 17.00: pausa

- h. 17.15: I. Riera (Centro di Documentazione della Bot, Asolo)
- *Aspetti e problemi di idraulica antica*
- h. 17.45: M. Ravagnan (Gruppo Grotte Milano S.E.M. - C.A.I.)
- *Osservazione su alcune miniere della Val Camonica*
- h. 18.15: A. Casini (Università di Siena); G. Cascone (Gr. Speleologico Archeologico Livornese)
- *Un contributo alla definizione della metodologia di studio e di rilevamento delle attività minerarie d'età preindustriale*

Sala Grande, ore 21.00: proiezioni in diacolors aperte al pubblico

- h.21.00: M. Pozzo, E. Malixi, Gruppo Speleologico C.A.I. Varese S.S.I., Gruppo Grotte "I Tassi" C.A.I. Cassano I.N.T.
- *Le grotte della Valle Imagna: "Tomba dei Polacchi - Ol Bocc" e "Costa del Palio - Morterone"*

Sala Piccola: mostre riguardanti alcune aree carsiche lombarde

Palestra: mostre riguardanti attività di Speleologia in Cavità Artificiali condotte in Italia (Associazione S.C.A.M.) e alcune grotte lombarde

Domenica 3 ottobre 1999

Sala Grande, ore 9.30: Speleologia in Cavità Naturali

- h. 9.30: G. Ferrari; A. Buzio (Gruppo Grotte Milano S.E.M. - C.A.I.)
- *Ricerche sugli aspetti del fenomeno carsico profondo nel Gruppo delle Grigne (Lombardia)*
- h. 10.00: A. Gigliuto (Gruppo Grotte C.A.I. Saronno)
- *Grotta "Marcello Calati": le propaggini del Pian del Tivano (Co)*
- h. 10.25: M. Pozzo, E. Malixi ("Erba Team"); S. Mantonico (Associazione Speleologica Comasca)
- *Grigna Settentrionale: nuove diramazioni nell'Abisso "Paolo Trentinaglia" (LoLc 5031)*
- h. 10.40: F.I.A.S.K. (Forza Intergruppo Applicazione Studi Karsici)
- *V contributo alla conoscenza del fenomeno carsico delle provincie di Como e Lecco*
- h. 11.00: pausa
- h. 11.15: M. Fumagalli, S. Carnati (Speleo Club Orobico C.A.I. Bg)
- *Evoluzione del carsismo nell'area di Dossena (Bg)*
- h. 11.35: M. Pozzo, E. Malixi; A. Maconi (Gruppo Grotte Milano S.E.M. - C.A.I.)
- *Media Valle Imagna: ultime scoperte dalla zona di Bedulita a quella di Valsecca (Bg)*
- h. 11.55: G. Ferrari
- *Contributo alle conoscenze sul carsismo ipogeo della Valle del Nosé (Co)*
- h. 12.15: M. Mazzone, F. Tonali, A. Zanotta (Speleo Club "I Protei" - Milano)
- *Contributo alle conoscenze del carsismo della zona del Brumano - Costa del Palio (Bg - Lc)*
- h. 12.35: (Gruppo Grotte "I Tassi" C.A.I. Cassano I.N.T.)
- *L'area carsica di Cespedosio (Val Brembana, Bg)*
- h. 13.00: conclusione dei lavori

Sala Media, ore 9.15: Speleologia in Cavità Artificiali

- h. 9.30: N. Basezzi, L. Dall'Olio (Gruppo Speleologico Bergamasco "Le Nottole")
- *Il Castello di San Vigilio e i suoi sotterranei (Bg)*
- h. 10.00: G. D. Cella, B. Guanella (Gruppo Grotte C.A.I. Novara); E. Vajna de Pava (Gruppo di Studio Fortificazioni Moderne - Milano)
- *Un'interessante opera militare della linea Cadorna a Verceia (So)*
- h. 10.30: A. Buzio (Gruppo Grotte Milano S.E.M. - C.A.I.); A. Casini (Università di Siena); G. Padovan (Associazione S.C.A.M.)
- *Attività estrattive nelle Grigne. Alcune note riguardo la Grotta del Pallone e la Grotta Ferrera*
- h. 11: pausa

h. 11.15: D. Padovan, G. Padovan (Associazione S.C.A.M.)

- *Milano: la documentazione dei sotterranei del Castello di Porta Giovia*

h. 12.00: Proposta di una metodologia di studio per le Cavit  Artificiali; dibattito su opere idrauliche, ricerche comparative, catasto e diritti d'autore

h. 13.00: conclusione dei lavori

Sala Piccola: mostre riguardanti alcune aree carsiche lombarde

Palestra: mostre riguardanti attivit  di Speleologia in Cavit  Artificiali condotte in Italia (Associazione S.C.A.M.) e alcune grotte lombarde

Pizzeria "Fumata Bianca" ore 13.30: pranzo e premiazione del concorso fotografico

Antonello Floris

La forza del pensiero speleologico

Strano il titolo! Unisce due concezioni teoretiche che, se convertite in sostanza mostrano tutta la loro apparente inconciliabilità. La forza, dal latino *fortia*, sembra indicare un atto fisico, muscolare. Il pensiero rimane astratto e riguarda una sfera quasi eterea, avulsa dal reale anche se poi, pensandoci bene, occupa la maggior parte del nostro tempo. Ma, unendo le due parole possiamo tranquillamente comporre un binomio fantastico: la forza d'ingegno, che, se unita all'aggettivo speleologico credo possa coniugarsi con il Congresso dei Gruppi Speleologici della Lombardia. Siamo vivendo, nel nostro piccolo, ma direi microscopico, un universo speleologico, un momento di grande vigore atletico non supportato da una crescita della ricerca non soltanto scientifica perché sarebbe presuntuoso affermarlo, ma almeno culturale. Forse perché ci manca la fantasia, forse perché non siamo preparati, ma ho la vaga, e spero sia vaga, impressione che la voglia di confrontare le nostre idee, quelle concrete, quelle che riusciamo a riassumere dopo le nostre esplorazioni, ci manchi un po'. Basta pensare alle regioni, in senso geo-speleologico e non politico, che da anni non organizzano i mitici congressi, penso lo stesso anche a livello nazionale. Ma non sarà che, ma questo è un mio particolarissimo sospetto, che le sigle, le diatribe, le gelosie, stiano occupando una parte troppo grande da non permettere un serio confronto? Non lo so, o meglio credo di averlo capito ma non importa. Importa, invece sapere che la Lombardia, fuori dagli schemi tradizionali, ha organizzato e portato a termine un congresso serio ed articolato che ha raggiunto alcuni obiettivi. Il primo è stato quello di riunire diverse realtà speleologiche, in alcuni casi fuori dalle sigle ufficiali, mentre il secondo è stato l'aver superato abbondantemente qualsiasi ottimistica previsione per quanto riguarda i contributi: dai due volumi previsti si è passati ai tre! Ma questo cosa significa? Significa che c'era l'esigenza di dirla, e dirla tutta, su esplorazioni, risultati, prospettive della speleologia non soltanto in quella regione ma, credo, in tutta la penisola. Occorreva soltanto organizzarsi. Dico 'soltanto' perché dopo tut-

to è più facile. Ho sempre pensato che gli scritti certificano i lavori fatti e siano un fatto di sicurezza! Sicurezza? Sì, certo, di poter consultare un bel volume di atti, ignorato per mesi e forse per anni, abbandonato nella nostra libreria. Sicurezza di poter consultare un argomento per il momento ignorato. Sicurezza di poter consultare e sfogliare un volume ad una velocità superiore ad internet! Sicurezza che quei dati, certificati, aspettano soltanto di essere confutati, migliorati. Ecco perché l'incontro tra una grande realtà speleologica quale quella lombarda ed una piccola, microscopica rivista che si è assunta l'onore, e non l'onere, di pubblicare quegli atti concreti. Altro aspetto fondamentale riguarda il superamento di altre barriere quali quei brutti ed alti muri, non di dolce calcare ma di brutto cemento armato, che non permettevano di fare comunicare la speleologia in cavità naturali e quella in cavità artificiali. Due realtà distinte e distanti che vogliono stare insieme perché, escluse alcune eccezioni, chi frequenta le cavità artificiali, frequenta anche le grotte naturali e direi, almeno in questa prima fase, proviene proprio dalle grotte naturali. I fatti superano le teorie, spesso offensive di chi sostiene che gli speleologi urbani siano speleologi di serie b! Anch'io, come moltissimi relatori del congresso lombardo, frequento le grotte naturali, generalmente il sabato, e quelle artificiali durante la domenica. E poiché, perdonatemi la falsa modestia, frequento le grotte naturali a buoni livelli, non mi sento uno speleologo di serie b, nemmeno retrocesso nella serie inferiore! Altro messaggio positivo è proprio questo: dare pari dignità ad entrambe le discipline, pur comprendendone le differenze ma con qualche puntualizzazione. La speleologia in cavità artificiali non dovrà essere confusa con l'archeologia in quanto i metodi di indagine sono diversi. Quando organizzo corsi di speleologia in cavità artificiali dedico del tempo a puntualizzare i confini che, secondo me esistono, tra le C.A. e l'archeologia: noto che in altre occasioni sembra di assistere a dei veri e propri corsi di archeologia. Facciamo quindi uno sforzo per immaginare tale disciplina autonoma, con pro-

prie specificità. Altrimenti sembra di capire che non pratichiamo più la disciplina speleologica ma quella archeologica. Credo che una buona tavola rotonda, ai margini di qualche incontro speleologico, possa essere dedicata ad un costruttivo confronto di idee su questo argomento, per valutare cosa potrà dirsi. Altro aspetto, intorno al quale sarebbe opportuno meditare, riguarda la ricerca speleologica, intesa non soltanto come ricerca di nuovi ingressi, sempre di meno, o nuovi rami, ma come impostazione scientifica che, ho la vaga impressione, stia venendo meno. Mi sembra di vedere sempre meno ricerca biologica, tanto per citare alcuni aspetti del problema, e spero di essere io a non approfondire il discorso. Ecco perché un congresso appare importante ed ecco perché pubblicarne gli atti, credo sia altrettanto importante. Dai numerosi messaggi che viaggiano sul supersonico e virtuale internet, non si trovano numerose notizie di congressi: certamente è faticoso organizzarli non tanto dal punto di vista logistico, ma come flusso di lavori che spesso teniamo nei cassetti. Ed allora coraggio, riconcentriamoci negli studi intesi come risultato delle faticose esplorazioni lasciando perdere per un attimo i compiti messianici che ci siamo assunti: leggi, contro leggi e via di seguito. Le leggi siamo noi e le scriviamo quotidianamente coi nostri contributi e comportamenti. So che questi Atti sono il risultato di tanta fatica degli organizzatori e dei relatori e spero che tale risultato ripaghi tutti e che, dopo tanto sforzo, non si fermino alle soglie del terzo millennio! L'augurio è che le idee, che non costano niente, anche nel futuro continuino ad

essere messe a confronto e che altri congressi vengano organizzati in Lombardia e non fra 5 o 10 anni, ma in tempi ragionevolmente brevi. Credo che basti qualche piccola struttura, ad esempio la sede di un Gruppo Speleologico o qualche aula magna delle centinaia di Scuole sparse nel territorio per partire. Poi tutto il resto arriva. L'importante è avere qualcosa da dire e che anche la più piccola delle esplorazioni possa essere raccontata per incrementare la preziosa banca dati di informazioni speleologiche. La qualità del lavoro, come dimostrato da questi Atti, credo non dipenda dalla tipologia della relazione o dallo sviluppo della grotta. Immagino, pur sapendo che molti sono di parere contrario, un grande contenitore che accolga, con pari dignità, tutti gli aspetti del fantastico mondo speleologico. Per il momento godiamoci questi bellissimo contributi con la speranza di vederne tanti altri. Ed ora permettetemi di scendere, anche se per poco, nei particolari, perché intendo ringraziare almeno gli amici Evon Malixi, Alberto Buzio, Massimo Pozzo, Piero Cattaneo, Damiano Frosio, Italo Riera, Davide e Gianluca Padovan che, unitamente ad altri amici che non nomino perché l'elenco sarebbe lungo, dovendo comprendere l'intera regione lombarda, oltre ad organizzare il Congresso hanno cortesemente pensato di farmi partecipe dello stesso, permettendomi di pubblicare gli atti. Io, speleologo piccolo, che riesco, soldi permettendo, a pubblicare una rivista di speleologia, sto' coronando un piccolo grande sogno: pubblicare tanti altri scritti di speleologia. Che sia l'inizio? Ancora grazie alla speleologia lombarda che mi ha concesso questa opportunità.

Gianluca Padovan

Introduzione

Dalla fine degli anni Settanta del XX secolo, in Italia si è sviluppata la "Speleologia in Cavità Artificiali", andando ad affermarsi come vera e propria disciplina, a lato della Speleologia classica. Essa si interessa della ricerca, dello studio e della catalogazione delle opere sotterranee realizzate dall'Uomo. In vari casi le tracce di tali attività umane sono divenute parte integrante del sottosuolo stesso: a seguito di seppellimenti, sovrapposizioni e innalzamento dei piani di calpestio, vari ambienti in origine non ipogei sono rimasti 'al di sotto', sostanzialmente integri. Se in Italia il coordinamento tra quanti operano in tale settore rimane anch'esso 'al di sotto', ma delle aspettative (rispetto alle energie profuse e ai concreti risultati conseguiti da singole unità operative), la cosa non appare pregiudizievole al proseguimento degli studi e allo sviluppo della materia. In un momento in cui le possibilità di comunicazione e d'interazione non mancano, anzi, sono tese ad un veloce incremento, le realtà operanti pervengono sempre più spesso ad un contatto e ad un interscambio.

Buona parte dei lavori è condotta da speleologi, ma non bisogna dimenticare l'apporto conoscitivo prettamente archeologico, soprattutto in relazione a manufatti quali le opere di trasporto e di distribuzione delle acque e gli impianti culturali e cimiteriali. Altre realtà, sovente a carattere locale, hanno dimostrato spiccate capacità d'indagine e di sintesi. Valga ad esempio l'operato del Generale Amoretti, determinante per la riscoperta dell'impianto sotterraneo della Cittadella di Torino, per la costituzione di un competente gruppo di lavoro e la creazione del Museo Pietro Micca.

In Lombardia il coordinamento regionale riguardante

le cavità artificiali è sempre mancato, anche se ciò non ha impedito lo svolgimento delle ricerche, i cui esiti sono in parte confluiti nei presenti Atti, che si auspica possano fungere da punto di riferimento e di confronto per discussioni, apporti e, perché no, critiche. Ringrazio quindi i relatori e tutti coloro i quali hanno partecipato al Congresso. Inoltre ringrazio con particolare affetto l'amico Antonello Floris, che come sempre si è dimostrato aperto e costruttivo, pubblicando questi Atti (supplemento al n° 4 di Specus News).

Ricordo qui il contributo di Bruno Signorelli, recentemente scomparso. Non solo come speleologo è stato uno dei motori per la ricerca e lo studio dei sotterranei di Bergamo: si è rivelato un punto di riferimento e di esempio anche a livello italiano. Ci mancherà. E mi permetto di caldeggiare la pubblicazione dei suoi molteplici lavori, condotti con gli amici e colleghi delle "Nottole", in un volume unitario: si potrà così fermare nel tempo una consistente parte dell'attività speleologica in cavità artificiali svolta nella nostra regione. Concludo, con un accenno polemico, seppur propositivo, come nel mio stile: non sono l'unico a constatare come in Italia 'federazioni', o 'enti', oppure 'commissioni', divengano talvolta strumenti di 'potere' e di estromissione di Gruppi o Associazioni speleologiche le quali non vogliono uniformarsi a una certa linea di azione o di condotta. Linea che, nella quasi totalità dei casi, è emanazione (per non usare il termine 'imposizione') di personaggi che ormai non svolgono più attività, ma che si sono ricavati una propria 'nicchia' alle spalle di chi lavora.

E' ora di superare questo stato di cose.



Indice

<i>Antonello Floris</i>		
- La forza del pensiero speleologico _____	pag.	7
<i>Gianluca Padovan</i>		
- Introduzione _____	pag.	9
<i>Gianluca Padovan</i>		
- La Speleologia in Cavità Artificiali _____	pag.	11
<i>Gianluca Padovan</i>		
- Per una nuova lettura del paesaggio: quadro delle evidenze sotterranee lombarde _____	pag.	55
<i>Fabrizio Frignani</i>		
- Evoluzione del rilievo topografico: dalle stelle naturali alle stelle artificiali _____	pag.	69
<i>Alessandro Pesaro</i>		
- Intorno ai problemi percettivi nel rilievo di cavità artificiali _____	pag.	81
<i>Alessandra Casini, Giovanna Cascone</i>		
- Un contributo alla definizione della metodologia di studio e di rilevamento delle attività minerarie d'età preindustriale _____	pag.	93
<i>Maurizio Ravagnan</i>		
- Le miniere presso Berzo Demo, in Val Camonica (Brescia) _____	pag.	123
<i>Maurizio Ravagnan</i>		
- La miniera abbandonata "Ferromin" presso Malonno (Brescia), detta "della Petassa" _____	pag.	129
<i>Alberto Buzio, Alessandra Casini, Gianluca Padovan</i>		
- Attività estrattive nelle Grigne. Alcune note riguardo la Grotta del Pallone e la Grotta Ferrera _____	pag.	141
<i>Italo Riera</i>		
- Risorsa idrica e fenomeno insediativo: qualche appunto _____	pag.	163
<i>Dario Gallina</i>		
- L'acquedotto di Mompiano (Brescia). Auspici di uno studio speleologico _____	pag.	173
<i>Amedeo Gambini, Gianluca Padovan</i>		
- Studi di comparazione architettonica presso il Comune di Bergamo, in Città Alta, nel 1997 _____	pag.	190
<i>Gian Domenico Cella, Bruno Guanella, Eugenio Vajna de Pava</i>		
- Un'interessante opera militare della Linea Cadorna a Verceia (So) _____	pag.	197
<i>Nevio Basezzi, Luca Dall'Olio</i>		
- Il Castello di San Vigilio e i suoi sotterranei (Bg) _____	pag.	206
<i>Davide Padovan, Gianluca Padovan</i>		
- Milano: la documentazione dei sotterranei del Castello di Porta Giovia _____	pag.	214





Gianluca Padovan *

La Speleologia in Cavità Artificiali

Sommario

Con questo lavoro s'intendono fornire alcuni spunti in merito allo studio e alla catalogazione delle cavità artificiali. Le tematiche trattate riguardano innanzitutto la salvaguardia di chi opera, dal punto di vista della sicurezza e della proprietà del lavoro. Si parla inoltre di che cosa siano le cavità artificiali e della loro importanza per lo studio degli abitati.

Abstract

By this work we want to provide some hints on the study and cataloguing of artificial cavities. Above all the discussed subjects concern the safety of operator and the protection of gathered data. We talk also about the nature of artificial cavities, the cataloguing systems and the study of underground habitats related to built-up areas.

Premessa

Per la prima volta ad un Congresso di Speleologia Lombarda una sezione è dedicata alla Speleologia in Cavità Artificiali; ritengo sia quindi utile presentare tale disciplina.

In Lombardia la Speleologia in Cavità Artificiali interessa pochi speleologi e solo dagli anni Ottanta, tranne precedenti sporadiche operazioni. Presumo che questo sia dovuto alla felice situazione geologica che offre rilievi calcarei caratterizzati da un discreto patrimonio di cavità naturali. Nell'Italia Centrale invece, ad esempio, in vaste aree la presenza del tufo non consente, dal punto di vista geologico, la formazione di grotte. Grazie anche a questo, unitamente a particolari condizioni geomorfologiche e conseguentemente idrogeologiche, le antiche popolazioni che lo abitavano hanno maggiormente sfruttato il sottosuolo, facilmente scavabile. Lo hanno in un certo senso 'adattato' alle proprie esigenze di vita quotidiana, intimamente legate all'agricoltura, con opere prevalentemente idrauliche, lasciando un considerevole patrimonio di cavità artificiali. Inoltre, in Lombardia è venuto a mancare un coordinamento che promuovesse e incentivasse tali studi, e favorisse lo scambio culturale.

In ogni caso, le limitate operazioni condotte hanno da-

to buoni risultati. In seno a questo Congresso si è cercato di prospettare agli speleologi le potenzialità offerte dalla regione, indicando loro dei punti di partenza per lo sviluppo della ricerca. Ricerca, lo sottolineo, che ognuno condurrà secondo scopi e intendimenti propri, tenendo semplicemente conto dei parametri di base per potersi confrontare con quanti operano nel settore. Metodologia d'indagine e restituzione dei dati sono temi importanti, che in questi Atti vengono affrontati, costituendo una necessaria premessa per le future operazioni.

Occorrerà istituire un catasto, che dovrà necessariamente essere gestito dai singoli gruppi: con un semplice ma efficace coordinamento regionale si assegnerà un determinato quantitativo di numeri catastali a coloro che sono interessati e periodicamente si stenderà un elenco delle cavità artificiali censite. In questo modo si eliminerà l'inconveniente di avere un medesimo numero d'identificazione dato a due differenti ipogei. Tale elenco riporterà il numero di catasto, il nome e la località della singola cavità e il nome del Gruppo operante. Tutti gli altri dati rimarranno in possesso di chi ha effettuato il lavoro. Questo significa che chiunque sia interessato a tali cavità, contatterà direttamente chi ha eseguito i lavori. Per il momento, senza voler cercare di pensare a grandi -e attualmente utopici- progetti, sono certo che quanto esposto possa

* Associazione Speleologia Cavità Artificiali Milano (S.C.A.M.)



costituire un punto di partenza. A mio avviso questo serve a stimolare il contatto e la collaborazione tra singoli e tra gruppi, eliminando in principio tutte quelle insane, e insanate, problematiche che hanno afflitto la gestione del Catasto Cavità Naturali della Lombardia. Pertanto, il primo concetto è: collaborazione. Il secondo: ognuno è proprietario dei propri dati. Il terzo: i dati sono l'inalienabile frutto dell'impegno di chi li ha 'raccolti'. Raccolti a prezzo di tempo, impegno, rischi, denaro e studi propri. Occorre che essi rimangano sempre tutelati. Sono dell'avviso che sia ora di porre termine al malcostume che porta alla sottrazione o al 'saccheggio' dei lavori speleologici, con la promessa di un ipotetico 'riconoscimento' (sovente nemmeno quello). Troppo spesso tali 'usi' o 'appropriazioni' vengono operati da parte di chi svolge determinate professioni e ambisce a dati che altrimenti non sarebbe in grado di recuperare con il proprio operato. Tale pernicioso agire è impostato sul fatto che si voglia lo speleologo 'solo tale' e lo si dipinga come privo della cultura necessaria a comprendere ed elaborare i dati che riporta alla luce. Allo stato attuale delle conoscenze, e quindi della 'cultura', non solo chi opera è padrone come da sempre delle proprie competenze, ma è dotato delle capacità per studiare, comprendere, elaborare e quindi rendere fruibili tali dati. In poche parole: lo speleologo serio è nel suo campo un professionista.

La speleologia e le cavità artificiali

La "Speleologia in Cavità Artificiali" si configura come disciplina analoga a quella praticata nelle cavità naturali. Ricercando e indagando le opere umane, considerandone la possibile origine, l'evoluzione e i fattori antropici e fisici ad esse connesse, la speleologia si pone in un contesto di interdisciplinarietà con altre scienze come geologia, geografia, mineralogia, archeologia, architettura, topografia, etc.

A queste vanno ad aggiungersi studi e ricerche di speleologia antropica e di biospeleologia. Se opere destinate all'inumazione e al culto sono già oggetto d'indagine da parte di coloro i quali operano in campo archeologico, così come accade per miniere antiche collocate in particolari contesti, gran parte degli ipogei non sono invece d'immediata accessibilità e facile studio. Le cavità artificiali possono quindi assumere caratteristiche tali da richiedere l'utilizzo di metodologie e attrezzature proprie della Speleologia e della Speleologia Subacquea. Pertanto è indispensabile per gli operatori seguire appositi corsi presso Associazioni o Enti speleologici. All'assenza di luce fanno seguito vari fattori: presenza d'acqua fino ad avere ambienti

sommersi, tratti angusti e disagiati, pozzi talvolta profondi decine di metri, sviluppi chilometrici e ad andamento labirintico, come nel caso di coltivazioni minerarie o nelle città sotterranee. A questi possono sommarsi i rischi propri dei manufatti ipogei: cedimenti strutturali, sacche di gas, possibili infezioni come la leptospirosi.

Lo speleologo è psicologicamente preparato a muoversi nel buio totale, ad affrontare i rischi che l'attività comporta e raccogliere i dati anche in condizioni estreme. E' padrone di tecniche di progressione e usa attrezzature che gli consentono di scendere per centinaia di metri nel sottosuolo e rimanervi un consistente numero di ore a compiere esplorazione e documentazione: rilievo planimetrico in pianta e in sezione, servizio fotografico, riprese cinetelevisive, descrizione degli ambienti, prelievo di campioni generalmente di rocce e acqua, etc. Intraprendere queste ricerche significa anche individuare all'esterno gli accessi agli ipogei con sistematicità e in questi raccogliere dati anche sulla loro condizione statica e sulla situazione idrogeologica del sottosuolo, con particolare attenzione a quello urbano (tavola n°1).

I rischi

La trattazione dei rischi che comporta l'attività di Speleologia in Cavità Artificiali non è semplice e allo stato attuale sono stati ben pochi gli scambi di informazioni anche a livello nazionale. Per un prossimo futuro auspico un apposito incontro tra quanti operano nel settore.

Le cavità artificiali possono presentare una serie di caratteristiche che, come precedentemente accennato, è bene affrontare con una acquisita e specifica preparazione speleologica. A questa si aggiungerà una buona dose di cautela, dal momento che si possono prospettare vari 'inconvenienti', da ipotizzare e valutare innanzitutto prima dell'eventuale intervento conoscitivo.

In primo luogo, le opere ipogee possono essere soggette a cedimenti strutturali, con il rischio di crolli. Oppure possono essere state riutilizzate come discariche, con la conseguente presenza di materiale tossico o in decomposizione. Non va sottovalutata l'eventuale frequentazione da parte di animali: soprattutto al di sotto dei centri urbani, generalmente in concomitanza con scarti alimentari, si possono incontrare topi e ratti. Cerchiamo ora di comporre, nello specifico, un quadro dei possibili rischi.

Cave e miniere abbandonate presentano sovente zone interessate da cedimenti. Questi sono generalmente meno frequenti nelle coltivazioni antiche, in cui sono stati utilizzati per l'estrazione solo strumenti manuali,



Tavola n° 1. Caverna di Petchaburi, nel Siam. Varie grotte presenti nel rilievo calcareo presso Petchaburi sono state trasformate in santuari buddisti (da: A. D. Badin, Grottes et Cavernes, con tavole di Camille Saglio, Parigi 1876).

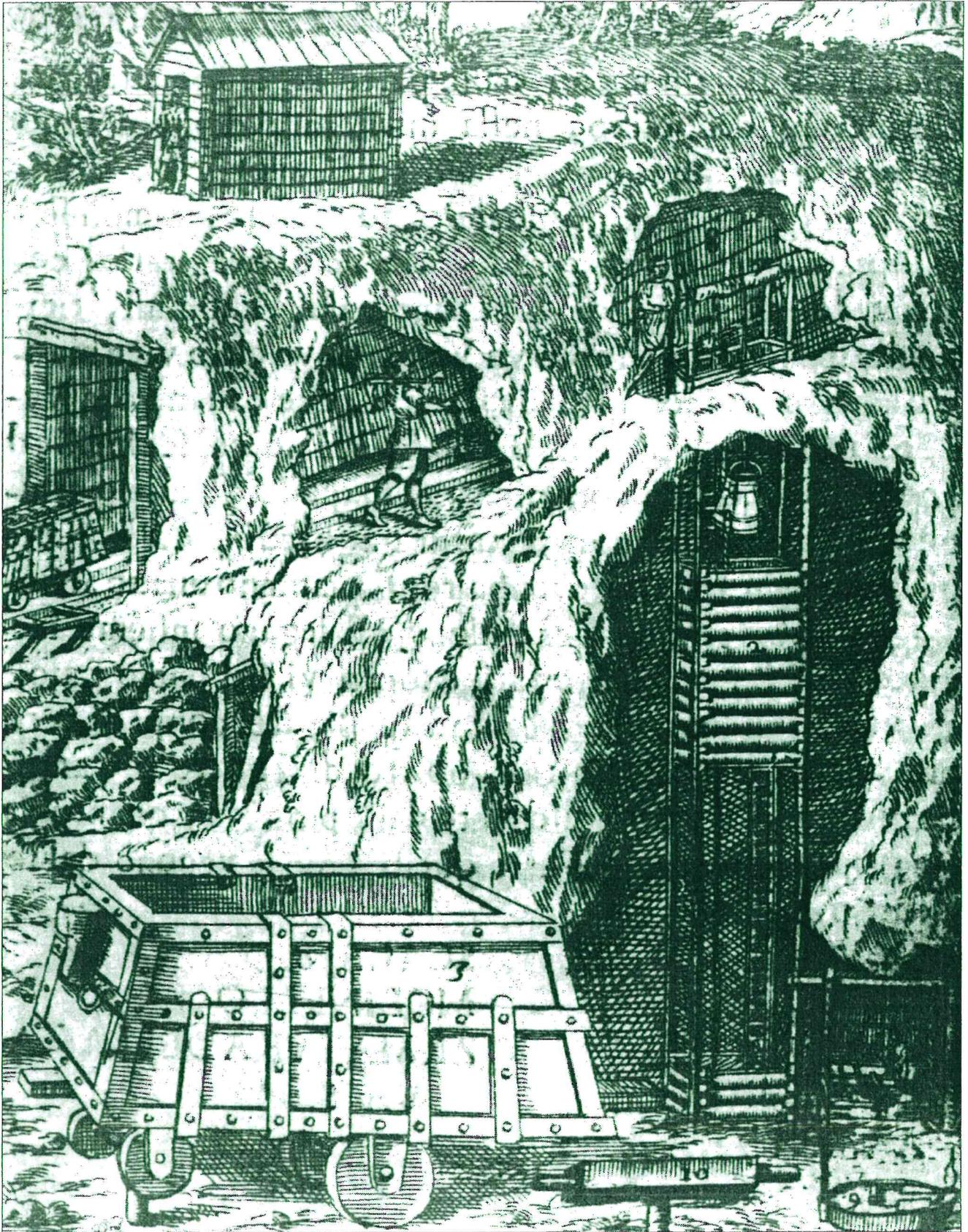


Tavola n° 2. 1: cava; 2: pozzo; 3: carriola; 4: cava di sotto; 5: armatura; 6: scala; 7: molinello; 8: armatura della cava (da: Antonio della Fratta e Montalbano, *Pratica minerale*, Bologna 1678).



quindi senza l'impiego di esplosivi. Cunicoli e gallerie centinati con i tipici 'quadri' in legno possono avere tali strutture oramai marce, se non parzialmente crollate, e costituiscono forse il rischio maggiore (tavola n° 2). Anche eventuali spazi 'ripienati' (1) risulterebbero instabili. In tratti allagati vi possono essere pozzi sommersi, quindi difficilmente individuabili, e 'sabbie mobili'. In talune coltivazioni non è esclusa la presenza di sacche di gas naturali, costituiti da idrocarburi gassosi esistenti negli strati del sottosuolo, da dove emanano spontaneamente. Il più noto è il grisou o grisù, detto 'gas delle miniere'. È un gas combustibile costituito da una miscela di metano o di altri idrocarburi, e anidride carbonica, ossigeno e azoto, che si può sviluppare nelle miniere di carbone e in quelle con la presenza di minerali di origine sedimentaria. Inodoro, insaporo e non tossico, miscelandosi con l'aria diviene infiammabile ed esplosivo.

Nell'articolo di Tito Samorè "Analisi d'incidenti mortali a speleosub e loro prevenzioni" (2) si riporta: <<Blocco di fango imprigiona due sub. Due respirano esalazioni di anidride solforosa dovuta a depositi di lignite in una grotta-miniera abbandonata, appena passato il sifone; il terzo si accorge del fatto e rimette l'erogatore agli altri ed esce a cercare soccorsi; inutilmente>>. Nel momento in cui si effettuano operazioni speleosubacquee che prevedono il superamento di tratti sifonanti, una regola d'oro è di non togliersi mai l'erogatore di bocca negli ambienti che si vanno ad incontrare. La cosa migliore sarebbe l'aver con sé una apposita apparecchiatura per l'analisi dell'aria.

Si possono incontrare anche ambienti complessi e con sviluppi chilometrici; l'eventualità di perdersi non è così remota.

Gli spazi sotterranei ai centri abitati sono considerati, a ragione, i più 'malsani'. 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 chiaviche o surmolotto (*Rattus norvegicus*). Quest'ultimo è conosciuto anche con vari e coloriti nomi popolari fra cui 'zoccola' e 'pantegana'. Possono essere portatori di una ventina di malattie, tra cui la leptospirosi e la peste. Per informazioni più dettagliate consiglio di recarsi presso un Ufficio d'Igiene e consultare testi specializzati. Per esperienza posso dire che in un caso, trovandomi in un'ampia galleria con alcune decine di ratti, questi scappavano solamente quando facevo scattare il flash della macchina fotografica. Occorre ricordare che si possono contrarre malattie anche dal contatto con urina o escrementi, quindi, in ogni caso, dopo le operazioni occorrerà sempre lavare e disinfettare le attrezzature. La cosa

migliore, anche in presenza di muffe (3), funghi o polveri (4), sarebbe quella d'indossare l'apposita mascherina di gomma provvista di filtri, sostituibili e specifici per i vari tipi d'impiego. Pozzi e cisterne oramai in disuso talvolta hanno il puteale, o la stessa canna rivestita, in condizioni statiche precarie. Per discendervi occorrerà innanzitutto realizzare una sorta di ponteggio soprastante a cui assicurare la corda, evitando così di andare a sollecitare la struttura lesionata.

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, liquami e solventi. E varie sostanze possono determinare la formazione di gas tossici o ridurre la presenza di ossigeno nell'aria. Ad esempio, nel corso della ristrutturazione di una casa abbandonata da tempo, trovato l'accesso ben chiuso alla cantina, due addetti vi sono scesi per ispezionarla. L'ambiente era ingombro di assi e di ripiani in legno oramai marci e non vi è stata la possibilità di trarre in salvo le due persone. Per precauzione, in determinati ambienti occorrerebbe adoperare appositi strumenti per l'analisi dell'aria, come precedentemente detto.

In generale, suggerisco di utilizzare come fonte di luce le sole lampade antideflagranti, oppure lampade stagne, come quelle subacquee. In ogni caso, è buona regola non usare l'acetilene e servirsi degli impianti elettrici. Così si evita anche di rovinare determinate opere lasciando sulle volte le tracce di nerofumo.

Benchè siano state effettuate a più riprese efficaci campagne di bonifica, anche sul fronte montano della Grande Guerra, ciò non toglie che si possano ancora rinvenire ordigni inesplosi, sia all'interno che all'esterno di opere forti. Non molto tempo fa, in una miniera in Toscana, gli speleologi hanno rinvenuto alcune bottiglie sigillate contenenti polvere da sparo e munizioni dell'ultima guerra. Sono stati prontamente chiamati i Carabinieri (5). Per quanto riguarda le operazioni speleosubacquee, oltre ai rischi connessi all'attività stessa, e quanto fino ad ora prospettato, si dovrà tenere conto che le acque possono risultare inquinate. Inutile dire che innanzitutto occorrerebbe farle preventivamente analizzare. Più di una volta, in cisterne situate in aperta campagna, abbiamo rinunciato alle operazioni perchè sull'acqua galleggiavano carogne di piccoli animali, tra cui topi e ratti. Concludendo, si può tranquillamente affermare che certe cavità artificiali possono fare a meno delle nostre esplorazioni.

Ipotesi di origine e di sviluppo

Quando l'uomo scava nel sottosuolo, o nel fianco di un rilievo, fino a ricavare un ambiente avente pareti,

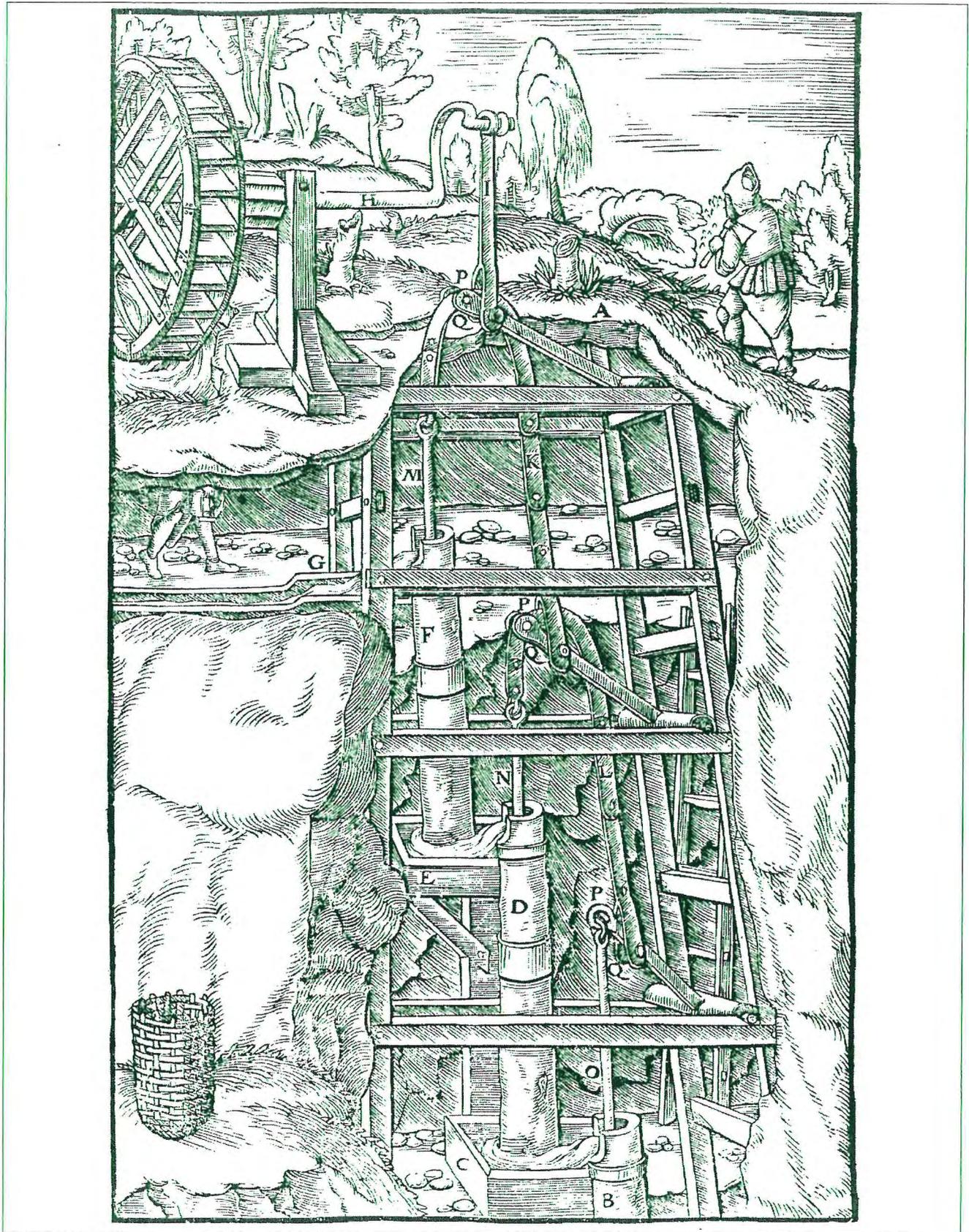


Tavola n° 3. A: rota; B: axis; C: Codaces; D: Armillae; E: tympanum; F: ansae ferreae; G: catena ductaria; H: tigna; I: pilae; K: fistulae; L: canales rivi (da: Georgii Agricolae, *De Re Metallica*, Basilea 1621).



volta e piano di calpestio, realizza una cavità artificiale. Questa può autosostenersi, se scavata nella viva roccia, o essere dotata di opere interne di contenimento, oppure rivestita per fattori contingenti o comunque nell'intento di renderla consona alle caratteristiche richieste. Allo stesso modo sono considerate le perforazioni verticali del terreno, ovvero i pozzi. Per non limitare in alcun modo il campo d'indagine sono generalmente catalogate come 'cavità artificiali' anche opere a cielo aperto successivamente dotate di volta di copertura - come canali e casamatte - poi ricoperte artificialmente, od anche naturalmente, e cavità naturali antropizzate.

Se l'acqua si è creata le proprie vie sotterranee dando luogo a gallerie, meandri, saloni ricchi di concrezioni e pozzi anche di notevoli dimensioni, così l'uomo ha realizzato nel sottosuolo innumerevoli opere nel tentativo, reale o illusorio, di migliorare le proprie condizioni di vita. Si possono solo avanzare ipotesi circa i motivi che hanno suggerito o spinto l'uomo, agli albori della civiltà, a sfruttare il sottosuolo anche per ricavarne spazi. Un interessante spunto è dato dalle <<necropoli ipogeiche>> sarde chiamate *domus de janas*. Sviluppatesi a partire dal Neolitico Medio (circa V millennio) fino almeno alla Prima Età del Bronzo, gli ipogei venivano scavati in ogni tipo di roccia: con esteso sviluppo planimetrico nel calcare e nell'arenaria, sono ampi anche nel tufo trachitico, ma con dimensioni più contenute nel granito e nel basalto (6). La ricerca di materiali per la fabbricazione di utensili può aver indotto prima a raccattare quanto vi era sul terreno e in seguito a cavare pietre, come la selce (7), direttamente dai punti di affioramento, sia a giorno che in cavità naturali. Inseguendo gli strati di rocce da utilizzare, l'essere umano non ha fatto altro che approfondire gli scavi, lasciando cavità. Con la nascita e lo sviluppo della metallurgia, l'oggetto dell'estrazione diventa il minerale e attraverso le coltivazioni minerarie le tecniche di scavo si evolvono anche nell'educazione delle acque. Ovvero progrediscono impianti e tecniche per lo svuotamento dei luoghi di lavoro dalle acque filtranti (8). Il sistema più rapido era quello d'incanalare in una galleria, avente leggera pendenza, che conducesse all'esterno; se questo non era possibile, a causa di fattori contingenti, si provvedeva a installare pompe e norie (9). Domergue asserisce come sia errato pensare che i Romani abbiano impiegato tecniche e macchinari nuovi nelle coltivazioni minerarie (10); e questo induce a riflettere sulla nascita e sullo sviluppo delle opere cunicolari nel mondo antico. Secondo Forbes la graduale applicazione di metodi per la ricerca delle acque fu data dall'osservazione della natura unita al-

l'esperienza acquisita nelle ricerche minerarie con lo scavo di gallerie (11). Fin dalla preistoria le grotte hanno invece costituito un luogo di rifugio, di temporanea abitazione, di riunione e di culto (12). Ma la cavità naturale può unire agli indiscussi vantaggi anche fattori quali umidità, stillicidio, 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. Non è da escludere che l'osservazione di un corso d'acqua uscente da una grotta abbia suggerito di andare a scavare la roccia laddove necessitava una fonte di approvvigionamento idrico. 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, nel ruotare semplicemente il rubinetto. Non è poi da sottovalutare l'importanza dell'agricoltura. Produttività e incremento della popolazione vanno attentamente considerati, nel nostro caso in funzione di acquisizione, applicazione e miglioramento delle tecniche d'adattamento del suolo, d'irrigazione e di bonifica (13). Si può pertanto asserire che singoli fattori, o il loro concorso, abbiano favorito lo sviluppo delle tecniche di scavo, dando luogo a cavità artificiali con differenti destinazioni. Come afferma Kant: <<... sebbene ogni nostra conoscenza cominci con l'esperienza, non perciò essa deriva tutta dalla esperienza>> (14).

Concludendo, dalle coltivazioni minerarie è assai probabile che si sia appresa, o comunque specializzata, la tecnica di operare scavi e condottare le acque sia a scopo di drenaggio, che per la ricerca di falde freatiche (15), indispensabili all'approvvigionamento idrico degli insediamenti in via d'espansione (tavola n° 3). Dall'adattamento di grotte e dallo scavo di abitazioni rupestri protrattisi fin quasi ai nostri giorni sono venuti a svilupparsi agglomerati urbani anche di rimarchevole estensione. Apprese quindi le tecniche di scavo, l'essere umano le ha applicate ogni qual volta lo ritenesse necessario.

La cavità artificiale come quesito

Come ogni manufatto, le opere sotterranee sono 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 dimostrano una volontà (sia espressa liberamente che tramite coercizione). Non sempre siamo



in grado di stabilire l'intenzione. Ovvero che cosa si sia voluto realizzare con lo scavo. Questo perchè sovente ci troviamo innanzi a opere solo parzialmente percorribili: interri, crolli, edificazioni o coltivazioni posteriori ne limitano la visione. Non è da escludere la possibilità d'incontrarne incompiute.

Per operare una prima 'selezione d'ipotesi' occorrerà stendere il rilievo, tenere conto del terreno geologico, capire il metodo di abbattimento, calcolare le quote e rapportarle alla superficie esterna. Non solo. Per la sua completa comprensione l'opera andrà collocata topograficamente e nel territorio, in relazione agli eventuali insediamenti, alla viabilità, alla presenza di altre opere ipogee. Si analizzeranno i dati a disposizione per formulare delle ipotesi anche senza rimuovere eventuali ostruzioni e senza l'ausilio dello scavo stratigrafico. Interventi comunque auspicabili, soprattutto per il tentativo di una plausibile definizione. Direi che come primo passo occorrerà individuare le opere sotterranee intraprendendone il censimento. Seppure tale affermazione si possa ritenere restrittiva, in realtà rimane il punto d'inizio della ricerca. Rilievo, foto e osservazioni costituiscono la piattaforma di partenza di un intervento conoscitivo che richiede il concorso di più discipline.

I segni sul territorio

Varie fonti storiche antiche parlano, ad esempio, di opere cunicolari nella stessa misura con la quale, in cronache o racconti, attualmente si accenna o brevemente si tratta di gallerie ferroviarie, passanti autostradali, oppure cunicoli di mina realizzati sotto le opere bastionate tra il XVII e il XIX secolo. Questo è indicativo del fatto che non si trattasse di opere non comuni o comunque così singolari da doverne parlare con dovizia di particolari. Si dovrà pertanto scendere sul campo e verificare con studi, ricognizioni e restituzioni planimetriche e cartografiche il patrimonio sotterraneo per averne un quadro omogeneo e significativo, indirizzato alla riscoperta di un sistema che noi attualmente riproduciamo e comunemente utilizziamo. Ad esempio, domandandosi quali siano i possibili obiettivi di una moderna indagine sulle cavità artificiali nel mondo antico, si può senza dubbio asserire che primario è il recupero conoscitivo della loro stessa esistenza. Ma prima di parlarne è necessario comprenderne la nascita, lo sviluppo e comporre il quadro delle tipologie. Inoltre, l'osservazione di opere più vicine a noi nel tempo, di cui rimangano precise fonti scritte riguardanti motivazioni, tecniche di realizzazione e destinazioni, costituiscono un valido esempio comparativo. Come già accennato, nel corso

dell'evoluzione si vedono infatti applicate analoghe soluzioni, seppure con differenti livelli tecnologici. Non è pensabile lo studio delle opere ipogee esistenti in un circoscritto territorio senza considerare almeno nella loro globalità le intenzioni e le tecniche, in quanto applicazioni, che vanno a determinare e a caratterizzare gli stessi ipogei: ogni civiltà che cerca di rispondere a differenti questioni in base alla propria organizzazione economica e sociale (16) andrà a lasciare una conseguente impronta anche in una eventuale realtà sotterranea.

Rilievo planimetrico in pianta e in sezione, documentazione fotografica, descrizione dello stato attuale e, qualora esistente, documentazione storica, archeologica e memoria storica, sono dati necessari al loro confronto e alla loro indispensabile collocazione nel contesto territoriale. In questo modo si vanno ad aggiungere informazioni alla ricostruzione dei siti, arricchendo il bagaglio conoscitivo (tavola n° 4).

In secondo luogo, ma non certo come importanza, occorrerà apportare un contributo allo studio del mondo italico riconoscendo un'identità, nello specifico tecnologica, a quelle opere in minima parte menzionate dalla storiografia antica, ma tuttora ben presenti e caratterizzanti il panorama geografico e archeologico del territorio italiano. Occorrerà capire e riconoscere lo sviluppo di pensieri e di azioni, nel concorso sinergico di un vivere comunitario, ma simbiotico con la natura, nella lettura delle testimonianze materiali a noi pervenute. Solo ricomponendo le realtà storiche nella considerazione del loro contesto peninsulare, mediterraneo e continentale, abbandonando astrattismi e particolarismi fini a sé stessi, si comprenderà la varietà e la peculiarità delle espressioni omologate e sommerse dal pragmatismo romano.

Dopo aver predisposto le basi per una comprensione delle evidenze sotterranee, si ricorderà quanto detto da Pallottino, per andare poi ad operare una revisione critica dei dati acquisiti: <<Ma proprio in un giudizio inquinato dalla conoscenza a posteriori della storia rischiano di cadere, istintivamente e più o meno inconsciamente, coloro che, sulla scia di orientamenti del pensiero degli antichi, tendono a spiegare le vicende dell'Italia preromana come prologo, o addirittura come una premessa necessaria, della grandezza di Roma. In realtà almeno fino agli inizi del III secolo a.C. il destino di Roma quale protagonista del mondo italico è ancora *sub iudice*: essa è soltanto un attore, seppure importante, della scena sulla quale recitano con ruolo di protagonisti i Greci, gli Etruschi, gl'Italici di lingua osco-umbra>> (17). Inoltre, a titolo esemplificativo, voglio ricordare che se gli Etruschi sono



Tavola n° 4. De Segni per ritrouar le Miniere (da: Antonio della Fratta e Montalbano, Pratica minerale, Bologna 1678).



tutt'oggi considerati un 'popolo misterioso', credo che ciò sia da imputare al fatto che troppo spesso ci si occupi *in primis* delle necropoli e delle aree templari. E il disturbare il sonno dei morti non solamente non lo considero un 'buon risultato', ma generalmente questo non conduce a capire l'impianto di un insediamento. Pozzi, cisterne, acquedotti sotterranei sono invece opere che sovente ci consentono di comprendere almeno la gestione delle risorse idriche di un territorio, in funzione degli abitati. L'acqua potabile è da sempre un bene primario, senza la quale non esiste alcun insediamento, non esiste lo sviluppo.

La ricerca

La ricerca in ambito urbano è senza dubbio interessante per la varietà e lo sviluppo planimetrico degli ipogei. A questa si può comparare un'indagine di superficie per meglio comprendere l'evoluzione del sito nel tempo. E inversamente, lo studio dello stesso sviluppo può condurre a indagare il sottosuolo per rintracciare particolari ambienti sotterranei che completino le informazioni concernenti il sito di superficie. Ma la crescita del tessuto urbano, soggetto a distruzioni, ampliamenti e soprattutto a riedificazioni, sovente intercetta preesistenti cavità artificiali. Queste possono rimanere obliolate, semplicemente intercettate da nuove, oppure divenire oggetto di un riutilizzo che ne muta la volumetria e la destinazione.

La profonda modifica dell'aspetto di Milano ha conservato nel sottosuolo chilometri di gallerie, che un tempo costituivano la rete idrica, viaria e difensiva di quella che era definita una 'città d'acqua' (18). Buona parte dei canali furono dotati di volte e mantenuti per lo scolo delle acque piovane, oppure riutilizzati per la posa della rete fognaria. L'abbattimento della cinta della Ghirlanda, che proteggeva l'attuale perimetro del Castello di Porta Giovia (detto Sforzesco) lungo i lati che 'guardavano la campagna', ha lasciato al di sotto dell'attuale piano di calpestio l'impianto di collegamento e le casamatte che rimanevano alla 'quota di campagna'. Al di sotto di questi, con l'indagine speleologica, sono stati esplorati e documentati i canali che permettevano di allagare il fossato (19).

L'inserimento della città di Matera nella lista del Patrimonio Mondiale dell'UNESCO dimostra quale sia l'importanza di un sito che ha saputo sfruttare il sottosuolo per la vita del sistema urbano stesso: <<I Sassi di Matera e il Parco archeologico naturale della civiltà rupestre della Gravina costituiscono una eccezionale testimonianza di una civiltà scomparsa. I primi abitanti della regione vissero in abitazioni sotterranee e celebrarono il culto in chiese rupestri, che furono concepite

in modo da costituire un esempio per le generazioni future per il modo di utilizzare le qualità dell'ambiente naturale per l'uso delle risorse del sole, della roccia, dell'acqua>> (20). La realtà sotterranea di Matera presenta una decisa stratificazione che ne attesta la continuità d'espansione nel tempo, dovuta soprattutto alla capacità di immagazzinare risorse idriche al passo con la crescita demografica. Sotto la piazza Vittorio Veneto rimane una monumentale cisterna frutto dell'ampliamento e della congiunzione di più serbatoi, lunga una cinquantina di metri.

L'indagine condotta dall'Associazione Subacquea "Orsa Minore" in pozzi e cisterne ubicati in un tessuto urbano storicamente complesso come quello di Perugia, ha riportato alla luce <<emergenze architettoniche in negativo>> rispetto ai monumenti di superficie. Ricerca storica e operazioni speleosubacquee hanno consentito la 'visione' di impianti altrimenti dimenticati e comunque non direttamente studiabili. Almeno fino all'introduzione di moderni sistemi di pompaggio e di distribuzione, i punti di prelievo delle acque potabili hanno costituito un luogo e un momento d'incontro e di scambio nella vita quotidiana delle genti, divenendo anche un'importante fonte informativa sulla storia della città (21).

Orvieto si è sviluppata sopra una rupe di circa 12.000 metri quadri di superficie, i cui lavori di consolidamento hanno preso avvio alla fine degli anni Settanta creando i presupposti per una indagine conoscitiva delle sue potenzialità sotterranee, da parte degli speleologi. In pochi anni sono state catalogate ben 720 cavità artificiali, raccogliendo importanti dati sulle loro condizioni statiche. Dei 484 pozzi esistenti nel centro storico, più della metà era stato obliolato, con i restanti inquinati da perdite del sistema fognante. Fino al secolo scorso, oltre a garantire l'approvvigionamento idrico, essi svolgevano una funzione drenante, consentendo il deflusso delle acque di superficie, che altrimenti sarebbero andate a intridere e compromettere la coesione della rupe: infatti molti pozzi sono connessi alla rete cunicolare destinata a trasporto e a smaltimento (22).

Roma è per eccellenza una città stratificata. I suoi edifici fondano o, per meglio dire affondano, le proprie radici in un terreno geologico composto da depositi vulcanici (tufi e pozzolane), fluviali e lacustri (argille, limi, ghiaie e sabbie) e marini (argille e sabbie). Di facile escavazione, questo sottosuolo ha indubbiamente favorito lo sviluppo di opere ipogee, sia dettate da specifiche esigenze urbanistiche come cave, pozzi, cisterne, acquedotti sotterranei, fognature, cunicoli di drenaggio, che da influssi culturali e religiosi (tavola n° 5).



Tavola n° 5. Catacombe presso Roma (da: A. D. Badin, *Grottes et Cavernes*, con tavole di Camille Saglio, Parigi 1876).



In clima di Controriforma gli studiosi cattolici ricercarono e indagarono i monumenti più antichi della cristianità, con rilevante attenzione per le cosiddette catacombe. La loro testimonianza serviva a controbattere la non aderenza della Chiesa di Roma alla disciplina e alla fede della Chiesa primitiva, sostenuta dai Protestanti nell'accettazione dell'assioma teologico <<*falsum quod posterius immissum*>> (23).

Tornando alla 'stratificazione' dell'Urbe, per comprenderne l'entità occorre tener conto che si presume che raggiunse il milione e mezzo di abitanti nel II secolo d.C., declinando a quindicimila nell'XI secolo, per segnare un lento ma deciso incremento fino al termine del XIX. Nel grafico di Pediconi, riportato da Pace (24), vi è una evidente corrispondenza tra costruzione degli acquedotti e la densità numerica degli abitanti, con un netto incremento nel XVI secolo corrispondente alla costruzione dell'acquedotto Felice, proposta sotto il pontificato di Gregorio XIII e promossa da Sisto V. Le calamità naturali dovute a terremoti e soprattutto a inondazioni, hanno depositato spessi strati di limo e di macerie, senza contare quanto andato in rovina a seguito di guerre e invasioni. Il concorso di questi fattori ha comportato l'abbandono, con la conseguente distruzione e successiva riedificazione, di migliaia tra abitazioni private ed edifici pubblici. L'accumulo di macerie e di terra riportata ha determinato la creazione di rilievi artificiali: Monte Savello è sorto sul Teatro di Marcello, Monte dei Cenci sul Teatro Balbo e Monte Citorio sul sepolcro degli Antonini (25). Dal quadro risulta evidente come la *Cloaca Maxima*, canale drenante a cielo aperto, sia stata dotata di volta e destinata anche a condotto fognario, sottostando a mutate esigenze urbanistiche. O come resti della *Domus Aurea*, citando uno dei più eclatanti esempi, siano oggi degli ipogei incorporati nelle fondamenta delle terme fatte costruire da Traiano agli inizi del II secolo d.C. Anche nell'ambito dell'Archeologia Industriale lo studio delle cavità artificiali permette di comprendere il sistema di produzione. Nel caso di Follonica (Grosseto), in una delle più interessanti aree siderurgiche moderne (XVI-XIX sec.), lo studio delle strutture fusorie non ha potuto prescindere dall'analisi degli impianti di ventilazione azionati dall'energia idraulica attraverso un complesso sistema di gallerie sotterranee (26).

Le città sono 'organismi' in perenne movimento, e la loro comprensione non può rimanere limitata alle volumetrie emergenti.

La città e il territorio

Nell'approccio a un sito occorrerebbe già 'intuire' quali ne siano le possibilità esplorative dal punto di vista

sotterraneo. Il trinomio 'terreno geologico - carattere della sede fisica - storia del luogo' sta alla base della prospettata intuizione.

La determinazione delle caratteristiche geologiche e idrogeologiche del sito è importante nel campo della ricerca speleologica in cavità artificiali e andrebbe effettuata già nella fase di approccio a questo tipo di studio, preliminarmente alla esplorazione diretta. La conoscenza delle caratteristiche del sottosuolo può aiutare a identificare le condizioni di stabilità degli ipogei, e quindi il grado di sicurezza in cui operano gli speleologi. Le spinte esercitate dal terreno alle pareti di una cavità dipendono dalle geometrie e dalle dimensioni della cavità stessa, dalla granulometria, dalle sue proprietà coesive e dal suo grado di costipamento e di imbibizione (27).

Il Baker sottolinea addirittura come sia importante considerare il sito nel suo ambiente globale e che <<... la geologia della regione è fondamentale sia in senso letterale che metaforico>> (28).

Per andare ad esplicitare la sopradetta 'intuizione' e interpretare la possibile consistenza innanzitutto del patrimonio ipogeo lombardo, prendiamo come esempio ipotetico un insediamento edificato sulla sommità di un rilievo collinare, con substrato roccioso facilmente scavabile, scarso o privo di sorgenti d'acqua potabile:



Tavola n° 6. Tratto da una tavola di Gustave Doré, *La Sacra Bibbia*, Garzanti Ed., Milano 1954, p. 168.



Tavola n° 7. Cappella di Sant' Antonio, nelle cave di sale di Wieliczka, in Polonia (da: A. D. Badin, *Grottes et Cavernes*, con tavole di Camille Saglio, Parigi 1876).

se vi aggiungiamo una vita storica intensa e articolata, da subito possiamo supporre di trovarvi opere sotterranee.

Dal punto di vista geologico, un terreno composto da rocce resistenti, come i porfidi e i graniti, presenta proprietà tali da conferirgli una certa durezza e nessuna docilità allo scavo, rendendo difficile la presenza di cavità artificiali particolarmente sviluppate. Eccezzuate le coltivazioni minerarie, si riscontra ovviamente una concentrazione maggiore di opere sotterranee laddove la roccia è più aggredibile dagli attrezzi.

In terreni sciolti, come in una pianura alluvionale, si può invece rilevare la presenza di cunicoli anche molto estesi orizzontalmente grazie alla facilità di scavo nei depositi incoerenti, pur obbligando a robusti rivestimenti data la loro incapacità fisica ad autosostenersi, ma anche superficiali dal momento che in queste condizioni spesso la falda freatica s'incontra a pochi metri di profondità, comportando conseguenti difficoltà. Le posizioni emergenti sul terreno circostante sono

state da sempre predilette per l'impianto di un insediamento o di una fortificazione. Non solo si prestavano a controllare, e conseguentemente a prevenire, grazie alla superiore visuale, ma se naturalmente dotate di fianchi scoscesi o dirupati facilitavano il compito difensivo. Il tracciato del *limes* tendeva a seguire le curve di livello, operando rientri a tenaglia per evitare conche e displuvi. Si eliminava così il netto calo di quota della linea difensiva (tratto prediletto a portarvi un attacco) e l'inconveniente generato dallo scorrimento delle acque meteoriche, le quali dovevano necessariamente trovare un varco di sfogo: lo sbocco di condutture o di cunicoli costituiva sempre un punto debole nella cintura muraria.

Per quanto si possa desumere dalle fonti storiche e dagli scavi archeologici, fin dall'antichità l'uomo ha ricercato, per non dire prediletto, le fonti d'acqua sorgiva per il proprio fabbisogno (29). Ma non sempre è riuscito ad ottenere un luogo contemporaneamente difendibile e naturalmente provvisto d'acqua potabile. Nel corso dell'evoluzione il nostro 'ipotetico esempio' sarà stato inizialmente dotato almeno di cisterne per la raccolta dell'acqua meteorica, le quali sono andate ad aumentare in numero e in grandezza con l'espansione urbana, migliorando le tecniche d'immagazzinamento e di stoccaggio. La conserva di queste acque, comunque condizionata dagli agenti atmosferici, comportava problemi a causa della loro facile corruzione, come attestano svariate fonti anche nei secoli a noi prossimi (30). A questo proposito è interessante ricordare l'epidemia, probabilmente di peste, che colpì anche Atene nel 430 a.C.; Tucidide, oltre a descriverne i sintomi e gli effetti, ci parla dell'approvvigionamento idrico del Pireo (31), privo di *krenai* (sorgenti, fontane) e del fatto che il 'morbo' investì quasi unicamente i centri più popolati, a cui si erano aggiunti i profughi di guerra, contribuendo a rendere precaria la situazione igienica. La presenza di falde acquifere poco profonde può invece aver dato luogo a una fruizione tramite lo scavo di pozzi come a Milano. In altri contesti, pur mantenendo e perpetuando i sistemi di conserva, si dà luogo ad un approvvigionamento diversificato. In caso di assedio era fondamentale poter disporre di ampie riserve d'acqua, non solo per il fabbisogno quotidiano, ma anche per mantenere un certo grado d'igiene. Un grave pericolo era dato, come già detto, dal diffondersi di epidemie, a cui concorrevano penuria d'acqua e aggravio delle condizioni igienico-sanitarie. L'acqua era inoltre necessaria allo spegnimento degli incendi, anche in previsione dell'usuale impiego di dardi infuocati ed altri materiali infiammabili da lanciarsi oltre le mura (tavola n° 6).

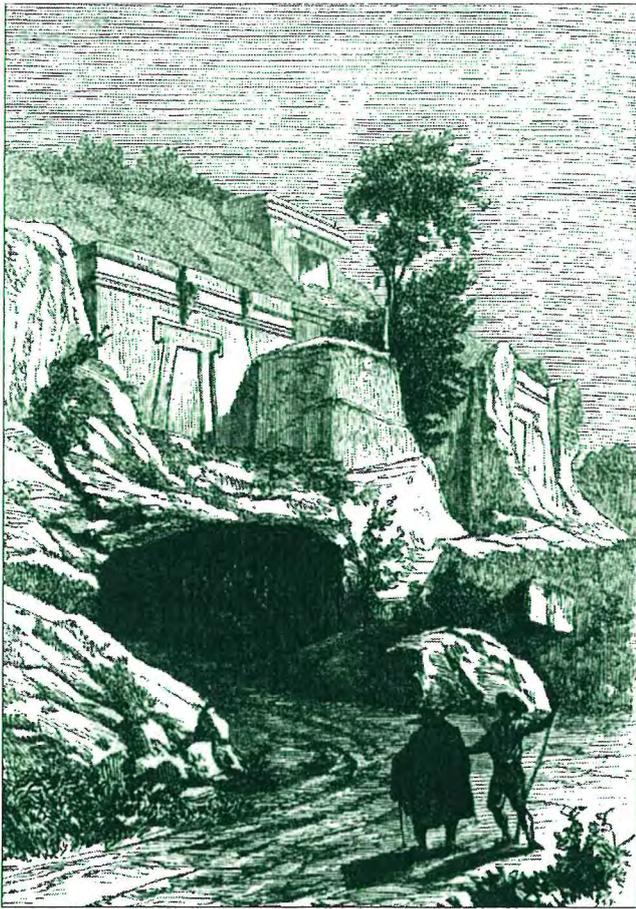


Tavola n° 8. Tombe ipogee etrusche a Castel d'Asso (VT) (da: A. D. Badin, *Grottes et Cavernes, con tavole di Camille Saglio, Parigi 1876*).

Nel suo "De re militari" Vegezio al capitolo "Provvedimenti per evitare che gli assediati patiscano la penuria d'acqua" (32), prescrive che la cinta muraria comprenda fonti perenni; in caso contrario si devono scavare dei pozzi <<di qualsiasi profondità>>, rimarcando che negli edifici pubblici e privati si deve comunque raccogliere l'acqua piovana dai tetti e conservarla in apposite cisterne.

Impiegando maestranze specializzate, tempo e denaro (concomitanza riscontrabile in gestioni centralizzate ed economicamente forti), può essere stato scavato un condotto sotterraneo in lieve pendenza che, così sfruttando la gravità terrestre, trasportasse sotto l'abitato, o direttamente a giorno, l'acqua potabile captata da sorgenti distanti anche chilometri (33), oppure emunta direttamente dalla falda acquifera. Quest'ultimo è analogo al sistema comunemente chiamato qanat, seppure il nome vari a seconda dell'area geografica in cui viene adottato (34). In arabo il termine indica le condotte sotterranee; l'equivalente persiano è *kariz*, usato anche nel Belucistan. Il vocabolo *ka*, derivante dal compo-

sto *kuh-riz*, significa 'acqua che scende dal monte'. I qanat vengono chiamati in Oman *falaj*; foggara in Algeria, *khattara* o *rhattara* in Marocco, *vijajes* in Spagna (*madjirat* in Andalusia).

I cinque fattori legati all'attuale approvvigionamento idrico, ovvero il prelievo, il trasporto, il sollevamento, l'immagazzinamento e la distribuzione, erano già stati risolti almeno duemila e cinquecento anni fa. Si rinverranno quindi pozzi (più raramente discenderie) che servivano alle seguenti funzioni:

- raggiungere la quota prefissata per la realizzazione del cavo cieco;
- evacuare il materiale scavato e ventilare l'ambiente;
- sollevare il liquido a giorno a lavoro ultimato;
- manutentionare l'acquedotto.

A queste opere vanno ad aggiungersi camere sotterranee atte alla decantazione e allo stoccaggio dell'acqua, simili a cisterne (piscine limarie).

Al di fuori delle mura urbane pozzi e discenderie rimarranno occultati, oppure oblitterati, per evitare che in caso di assedio se ne possa sfruttare il percorso sotterraneo per entrare in città, avvelenarne le acque o semplicemente interrompere il flusso. Occorre puntualizzare che la realizzazione di acquedotti su arcate comportava la possibilità della loro demolizione in caso di assedio (35).

Le fognature sono un insieme di canalizzazioni che servono ad allontanare da un'area le acque sia meteoriche (acque bianche), che di rifiuto (acque nere). Il funzionamento delle seconde è consequenziale ad una continua disponibilità d'acqua. Esistono inoltre le cosiddette fosse statiche, ovvero pozzi neri aventi le pareti impermeabili, da cui i materiali vengono periodicamente allontanati, e i pozzi e le vasche di dispersione, con pareti e fondo permeabili. In agricoltura il termine 'fogna' identifica un sistema di risanamento dei terreni che presentano un eccesso di umidità.

Nello sviluppo degli agglomerati urbani, vari servizi si spostarono gradualmente al di sotto degli edifici, delle vie e delle piazze, coesistendo e intrecciandosi magari con opere concepite e nate per essere sotterranee, ma destinate a tale collocazione da uno sviluppo del pensiero unito al progredire delle tecnologie. Possiamo avere cantine, fosse frumentarie e silos, come ipogei legati all'immagazzinamento delle scorte alimentari, ed altre come prigioni, colombai e butti. Questi ultimi sono fosse generalmente a forma di pozzo utilizzati come contenitori per rifiuti solidi. Ed è possibile che alcune cavità siano state destinate a ciò solo in un secondo momento. Nel sottosuolo di Napoli vi sono alcune cavità adibite a 'cisterne dell'olio' fino alla seconda metà del Settecento (36). Particolari opere

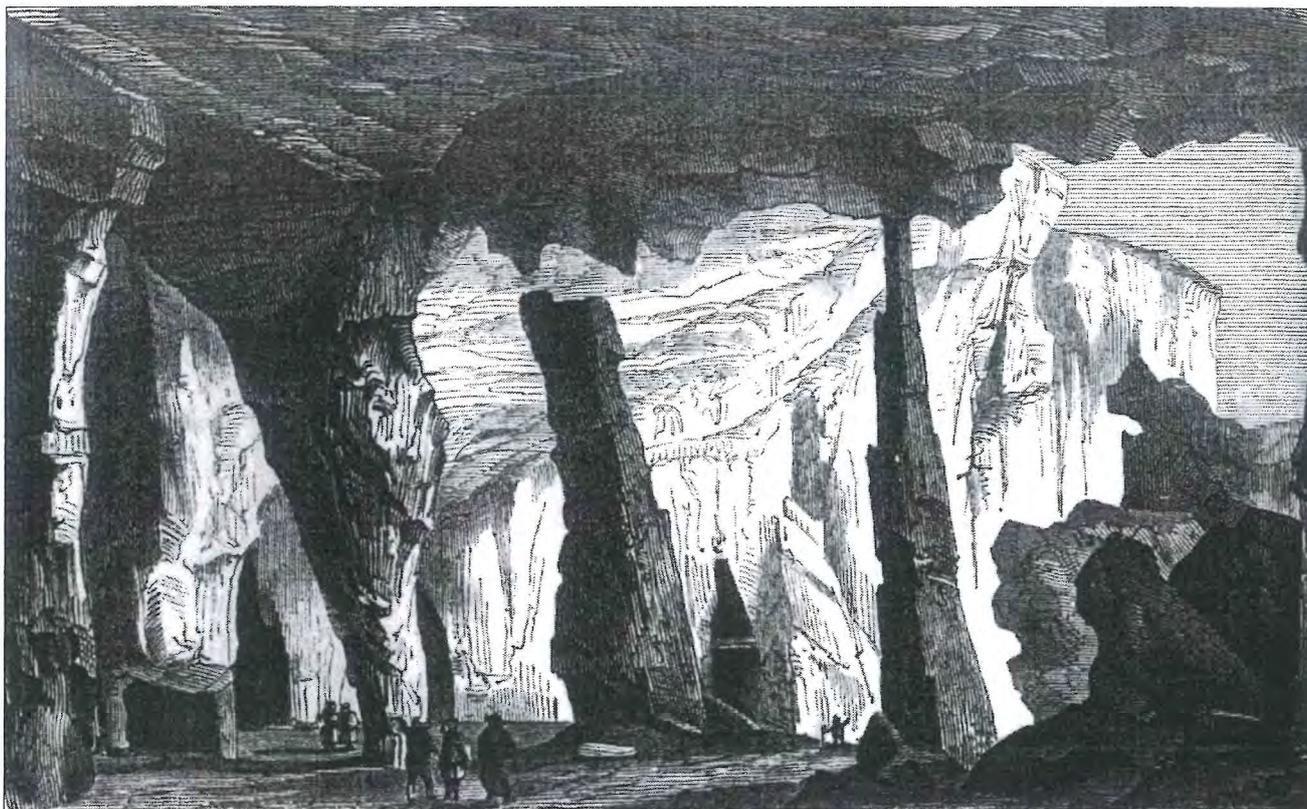


Tavola n° 9. Latomie siciliane (da: A. D. Badin, *Grottes et Cavernes*, con tavole di Camille Saglio, Parigi 1876).

civili, chiamate 'cripte' nelle fonti antiche, sono camere e gallerie sotterranee delle case romane, corridoi che giravano attorno alla cavea dei teatri, gallerie pedonali e carrabili (37). Il criptoportico è invece un portico coperto, che di solito prendeva luce da feritoie nel fianco della volta, in uso nell'architettura romana. Di derivazione islamica abbiamo le 'case dello scirocco', camere sotterranee, talvolta dotate d'acqua corrente tramite impianti ipogei, che grazie alla particolare circolazione d'aria si mantenevano fresche e fruibili nel corso delle ore più calde della giornata (38).

Legati alla vita spirituale e religiosa troviamo anche luoghi di culto sotterranei (tavola n° 7). Se la grotta ha sempre esercitato fascino, mistero e suscitato una sorta di 'sicurezza' per alcuni, e 'timore' in altri, è stata vista anche come ambiente per esercitarvi il culto. Tra i luoghi di culto precristiani sono da ricordare i mitrei, dove si officiava il culto dedicato al dio iranico Mitra.

Gli scavi di Bolsena (Viterbo) hanno portato alla luce una sala sotterranea a pianta quadrata (4x4 m) con volta campaniforme provvista di apertura, connessa a un sistema di cunicoli e gallerie, e risalente al III sec. a.C. Anche se l'esatta destinazione dell'ambiente non è del tutto certa, come afferma Pairault Massa (39), una serie di elementi concorrono a definire la struttura come

riferibile a un luogo di culto dionisiaco distrutto in seguito alle misure repressive del *senatus consultum de Bacchanalibus* (186 a.C.). Altro genere di opere sotterranee sono le favisse: solitamente a forma di pozzo, erano un ripostiglio di oggetti votivi collocato fuori dal santuario, ma dentro il recinto sacro. Una interessante opera 'a pozzo' è stata rinvenuta a Palestrina (Roma) nel santuario della *Fortuna Primigenia*, precisamente nella "terrazza degli emicicli". Sormontata da una *tholos*, l'opera è profonda sette metri e mezzo, di cui la parte terminale è scavata nella roccia e rivestita in conci di tufo bugnati per un'altezza di un metro e dieci. Il tratto superiore presenta un rivestimento in *opus incertum*, coevo alle successive trasformazioni monumentali del santuario. Mingazzini e Coarelli interpretano la fase più antica come il *locus religiose saeptus delle sortes* della dea Fortuna (40).

Il culto dei morti è stato sentito in ogni epoca. La gran parte delle civiltà, ognuna secondo le proprie credenze, ha prodotto opere sotterranee per l'inumazione: sono probabilmente la tipologia di cavità artificiale più diffusa (tavola n° 8).

Erigere mura, templi ed edifici è in vari casi subordinato anche alla disponibilità di materiale lapideo (tavola n° 9). Vediamo che i materiali da costruzione del nostro ipotetico sito possono essere stati reperiti in

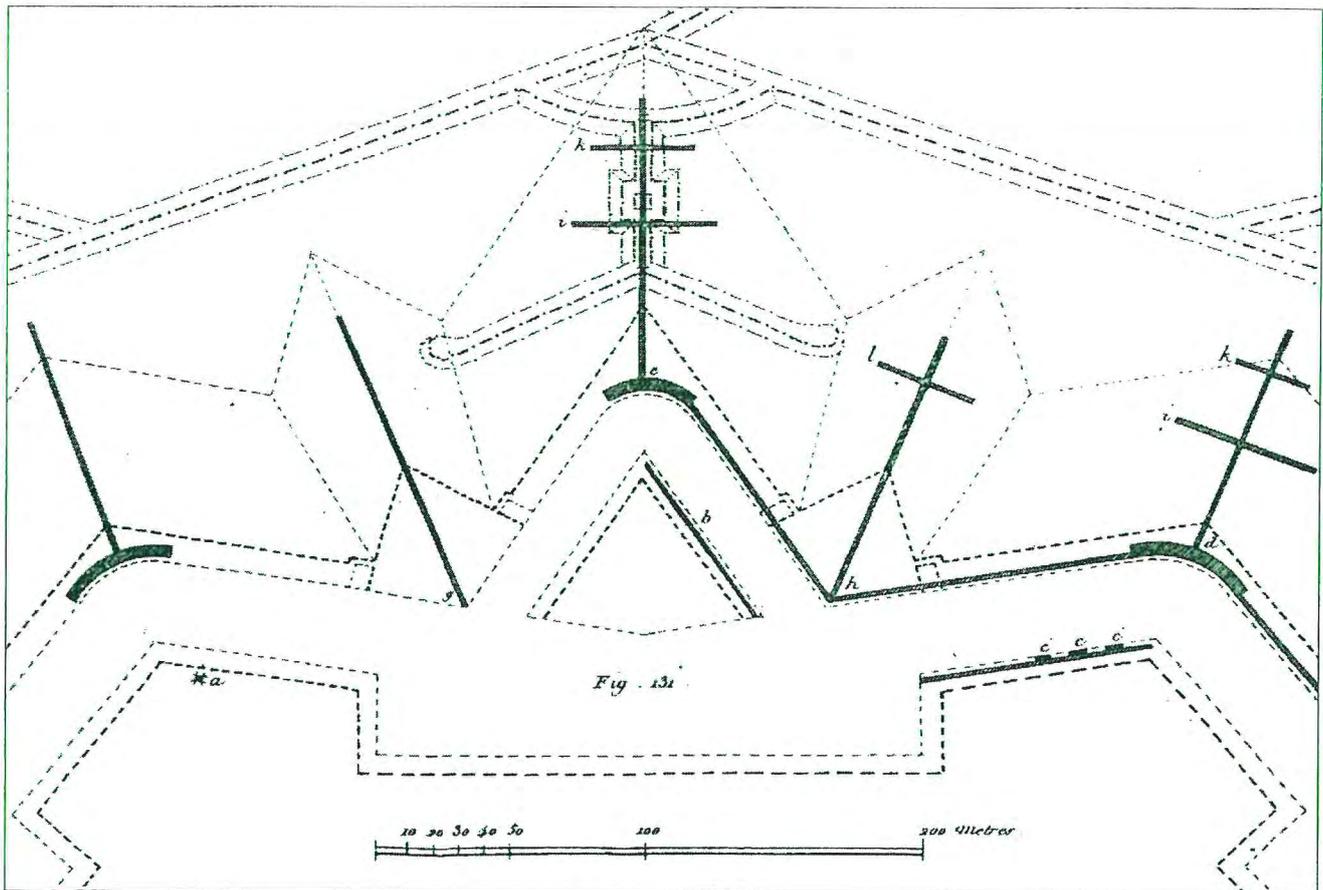


Tavola n° 10. Opere di mina e contromina di una fortificazione bastionata (da: C. L. Gillot, *Traité de fortification souterraine, ou des mines offensives et défensives*, Parigi 1805).

loco mediante cave a cielo aperto e in sotterranea (41). Generalmente situate al di fuori dell'abitato, è possibile che vengano a trovarsi al di sotto dello stesso a causa del suo ampliamento nel tempo.

In particolare, nel Centro e nel Sud Italia, l'estrazione riguardava materiali pozzolanici, apprezzati fin dall'antichità per le caratteristiche fisiche e meccaniche, la cui geometria di estrazione detta 'a camere e pilastri', o 'a pilastri abbandonati' (42), è rimasta in uso fino al nostro secolo. Le gallerie sono ad impianto geometrico tendenzialmente regolare, le cui direttrici di scavo sono tra loro ortogonali in modo da congiungersi, formando virtualmente una scacchiera di pilastri isolati. Ciò garantiva non solo la stabilità dell'intera cava, ma anche il permanere di attività agricole e pastorali nel soprasuolo (43). I pozzi comunicanti con la superficie permettevano, anche in questo frangente, l'areazione e l'evacuazione.

Se l'espansione del tessuto urbano di Napoli si è estesa al di sopra delle antiche cave è pur vero che, causa la penuria e il costo dei mezzi di trasporto, i materiali da costruzione venivano anche estratti direttamente

nella città, se non addirittura sotto la stessa area da edificare. Varie cavità così create sono state successivamente trasformate in cisterne ad uso dei soprastanti edifici (alcune alimentate con allacciamenti ad acquedotti ipogei), oppure in depositi o discariche, e in tempi recenti riutilizzate come rifugi anti bombardamento. Analoga situazione è presente in altre città italiane. Nel sottosuolo di Palermo è diffusa la cavità artificiale detta 'a imbuto rovesciato', con base generalmente circolare: <<essa ha inizio con una stretta imboccatura a pozzo, lunga qualche metro, che si allarga bruscamente in un'ampia cavità sotterranea, ora a forma d'imbuto, ora di fiasco, o di campana; a volta piriforme e, per lo più, costituita da un vacuo irregolare, modellato sulle stesse stratificazioni calcarenitiche, variamente erodibili>> (44). Studi e confronti hanno portato a stabilire che si tratti di antiche cave di pietra: non sono opere idrauliche in quanto scavate in strati calcarenitici aridi (a differenza dei pozzi idraulici che mantenendo sezione costante raggiungono la falda) né silos per la mancanza di rivestimento interno. Il metodo di estrazione consisteva nel superare la crosta



calcarenitica dura per raggiungere il sottostante banco 'tenero', idoneo al prelievo: <<Per meglio sopportare le prevedibili sollecitazioni statiche conseguenti allo svuotamento, che avrebbero potuto produrre fenomeni di subsidenza e sprofondamenti, alla cavità si faceva assumere una forma imbutiforme>> (45). E tanto più profondo veniva praticato il 'collo', più ampia poteva risultare la camera di coltivazione. Si estraevano blocchi di calcarenite chiamati pietra rustica o selvaggia, e *petra fracta* o *rupta*, impiegate nell'edilizia povera a partire dal IX-X secolo, nel corso dell'espansione urbana araba. Todaro fa notare che questo tipo di cava potrebbe essere anteriore, in quanto una chiesa paleocristiana ipogea, ubicata nei pressi della chiesa di S. Antonino, riutilizza preesistenti 'cavità imbutiformi'. Con la costruzione di fortificazioni, e la conseguente applicazione della tecnica bellica, l'uomo elabora una serie di sistemi per rendere inespugnabili le opere forti e, di contro, per poterle espugnare. Anche in questo caso, abbiamo strutture difensive realizzate all'imboccatura di grotte, come nel noto esempio del Buco del Piombo, in Lombardia, o del Castello di Predjama in Slovenia. Citando Ceola, si può anche affermare che con la costruzione del primo muro difensivo, l'avversario ha pensato non solo al modo di abbatterlo, ma ha cercato di internarsi nella terra per superarlo senza <<cozzare nell'ostacolo>> (46). A titolo esemplificativo si può ricordare che la città di Veio, secondo Tito Livio (47), fu conquistata scavando un cunicolo che sbucava nell'arce: soldati scelti si riversarono da esso nel tempio di Giunone e verso le porte, aprendole e determinando la resa. Seppure sia possibile che la capitolazione dei Veienti sia avvenuta in altre circostanze, rimane fermo il dato che una simile tecnica non fosse affatto sconosciuta. Alla citazione di Ceola si può aggiungere che con l'applicazione di precise tecniche di scavo, confortate da una conoscenza derivata dalle coltivazioni minerarie, si potevano conseguire apprezzabili risultati.

Fortezze e castelli sono costruzioni statiche e soggette all'assedio: qualora possibile le si dotava almeno di pusterle (48) e, in vari casi, di gallerie che conducessero oltre le mura, per far giungere rinforzi o vettovaglie all'interno, oppure operare colpi di mano alle spalle dell'assediate. In tal modo si cercava di renderle 'dinamicamente difensive'. Riprendendo Vegezio (49), questi tiene conto di particolari sistemi per l'assedio e per la difesa delle opere forti sottolineando, nel capitolo "Compiti del prefetto dei fabbri" (Libro II, cap. XI), che nell'accampamento non deve mancare quanto necessario al buon funzionamento dell'esercito: <<... fino al punto di disporre di minatori che, ad imitazioni

delle popolazioni Besse, scavata una galleria nel sottosuolo e forate le mura nelle fondamenta, improvvisamente fuoriuscivano per impossessarsi delle città nemiche. Il comandante di essi era il prefetto dei fabbri>>. La tecnica di realizzare un cunicolo o una galleria che consenta di penetrare all'interno della cinta difensiva, sorprendendo così l'assediate, rimane in uso fino al nostro secolo (50). Vegezio riprende l'argomento nel Libro V (cap. XXIV) e, al capitolo intitolato "Le mine", scrive: <<Un'altra specie di assedio sotterraneo e nascosto è chiamato *cuniculus*, dai conigli che scavano tane nella terra e vi si celano. Riunita una moltitudine di uomini, con una tecnica simile a quella dei popoli Bessi alla ricerca di filoni d'oro e d'argento si scava nella terra a tutta forza e, creata una caverna, si cerca una strada sotterranea per espugnare la città. Questo inganno si attua con un doppio scopo. Infatti gli assediati entrano nella città durante la notte senza che gli abitanti se ne avvedano, escono fuori dalla mina (cunicolo) e, aperte le porte, fanno entrare il proprio esercito e i nemici sorpresi muoiono nelle loro case; oppure, giunti con sicurezza alle fondamenta delle mura, le scavano per un grandissimo tratto e, collocarvi sotto in maniera posticcia un sostegno provvisorio di legno secco, fanno ritardare il crollo del muro; oltre a ciò aggiungono strame o altro materiale infiammabile ed allora, preparato l'esercito, si accende il fuoco e, bruciate le travi e le tavole, le mura subito rovinano e viene aperta la strada per l'irruzione dei nemici>>. Leonardo da Vinci, nella lettera con cui offre il proprio ingegno a Ludovico il Moro, afferma di essere in grado far <<ruinare>> ogni rocca o altra fortezza senza l'ausilio delle bombarde, a meno che <<non fusse fondata in su el saxo>>. Ovvero non fosse costruita su roccia dura e compatta. Sostiene inoltre di avere le cognizioni per costruire vie segrete sotterranee, anche passanti sotto fossi o fiumi (Codice Atlantico). Un esempio ci viene anche da Polibio, quando parla dell'espugnazione della città di Siringe nel corso della guerra di Antioco contro Arsace, nel 210 a.C. (51): gli scontri presso le opere di fortificazione erano così cruenti, sia in superficie che nei cunicoli sotterranei, che non si aveva la possibilità di allontanare morti e feriti.

Nel corso dell'assedio di Platea, descritto da Tucidide, le forze congiunte sotto la guida dei Lacedemoni eressero un terrapieno attorno la città per superare in altezza le sue mura. I plateesi escogitarono uno strattagemma là dove il terrapieno era più vicino: partendo dalla città scavarono una galleria fino a giungere sotto il terrapieno, che cominciarono a fare franare asportandone da sotto la terra (52). Parlando delle



strategie utilizzate in battaglia, Frontino (53) ci riferisce di come Cesare ridusse alla sete la città dei Cadurci, la quale era cinta da un fiume e ricca di fonti: con gli arcieri impedì agli assediati di raggiungere il corso d'acqua per attingerne il liquido e tramite lo scavo di gallerie sotterranee distolse l'acqua dalle loro fonti. Con l'evoluzione della tecnica bellica e l'introduzione di materiali esplosivi in epoca storica, uno dei principali metodi per espugnare una fortezza è l'impiego di gallerie (o cunicoli) di mina. Riprendendo l'antica tecnica, si ricava alla testa dello scavo il 'fornello da mina': riempitolo d'esplosivo e intasato un tratto di

cunicolo, si dà fuoco alla miccia (salciocia). Si ottiene così un effetto dirompente che fa 'saltare in aria' le mura (54). Di contro, dal XVII secolo si dotano le opere bastionate di cunicoli e gallerie di mina e di contromina che si spingono oltre il perimetro fortificato, in modo da essere già pronte sia ad intercettare gli scavi degli assediati, che a 'minare' le loro opere campali (tavola n° 10). In Europa la 'guerra di mine' si protrarrà fino a tutto il primo conflitto mondiale.

Un ben articolato esempio di 'difesa dinamica' adottando opere sotterranee, rimane nel Castello di Eurialo, a Siracusa. Fatto costruire tra il 402 e il 397 a.C. da

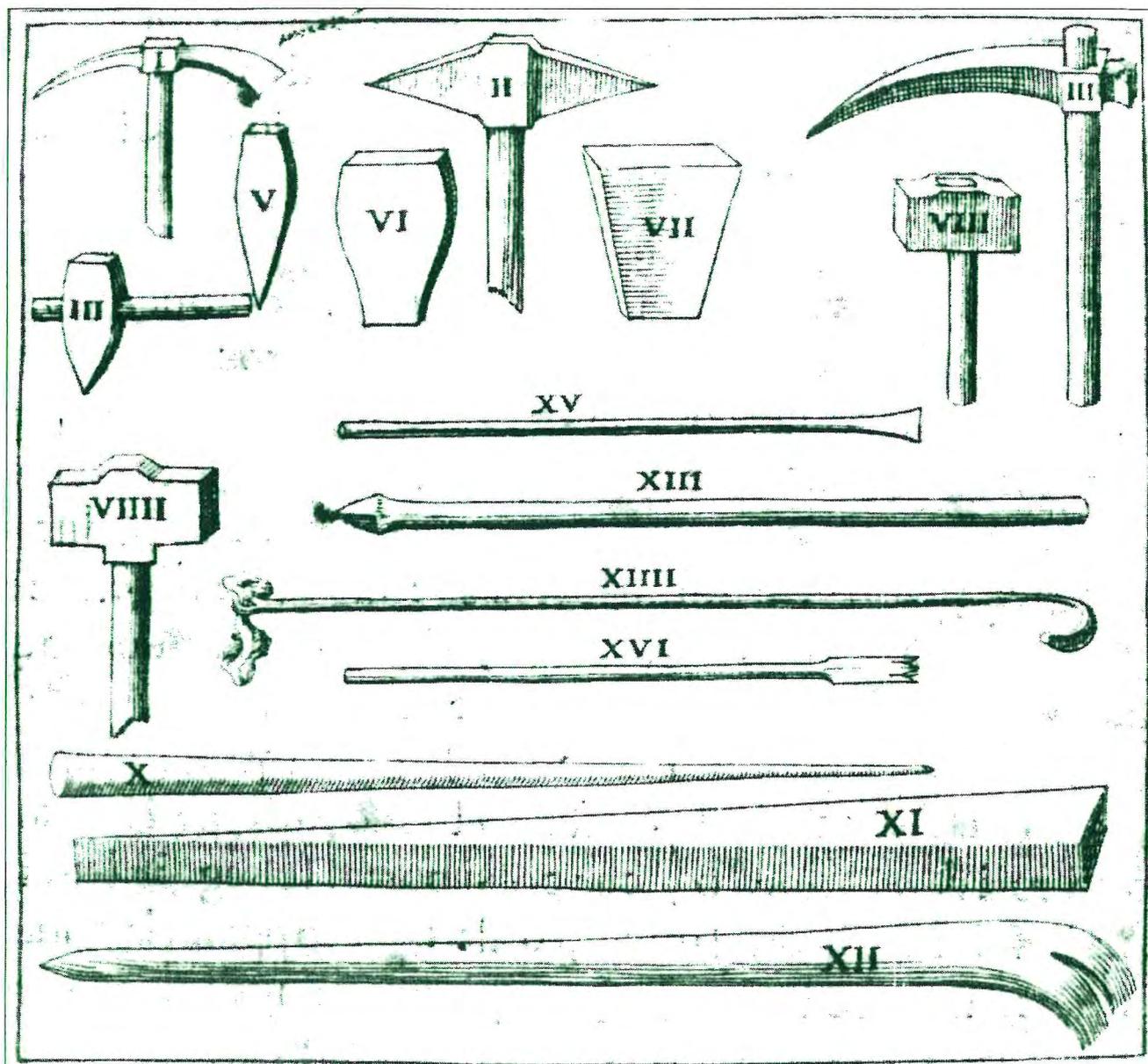


Tavola n° 11. I: zappone; II: picco; III: pigozzo; III (IV): louato; V: puntarolo; VI, VII: cunij; VIII: martello; VIII: mazza; X: palo tondo; XI: palo fatto a scalpello; XII: liviera; XIII: palfiero; XIII: raffettino o nettatoio; XV palfiero a scalpello; XVI: palfiero a croce (da: Antonio della Fratta e Montalbano, *Pratica minerale*, Bologna 1678).



Dioniso, era posto al vertice delle grandi mura che chiudevano la terrazza dell'Epipole, controllando la strada che metteva in comunicazione Siracusa con i luoghi interni dell'isola (55). Dotato di opere a tenaglia e fossati, era concepito per essere adatto alle sortite e ai contrattacchi grazie ad una serie di gallerie e di pusterle che permettevano di prendere ai fianchi e alle spalle gli avversari in fase avanzata d'attacco. Eretto lungo un asse ovest-est, reca all'apice ovest (il punto più vulnerabile) una serie di tre fossati, di cui quello mediano assai largo (56). Una galleria, collegata con l'avancorpo del mastio, si sviluppa parallelamente al fossato arretrato, in cui sbucca con numerose sortite. In prossimità del muro di sbarramento di questo fossato una galleria costeggia internamente l'opera avanzata, andando a raccordarsi col forte posto a protezione della porta (alloggiata nella tenaglia) e con due pusterle di fronte questa, mascherate da muri trasversali. Al di sotto delle mura settentrionali correva un altro tratto in galleria provvisto di pusterle. Accennando alla felice posizione occupata dall'antica Praeneste, Strabone (57) ci dice che oltre ad essere un luogo naturalmente difeso, disponeva anche di camminamenti sotterranei scavati in varie direzioni fino alla pianura e destinati sia a 'passaggi segreti', che per l'approvvigionamento idrico.

Oggi le ricerche coinvolgono scienze e discipline tra le più varie, creando una sinergia tra le componenti. Pertanto la ricerca si avvale innanzitutto di documentazioni storiche e d'archivio. Sul campo le prospezioni di superficie rimangono un metodo d'indagine valido, e nel caso si debba operare al di fuori dei centri urbani occorrerà disporre di materiale aereofotogrammetrico, di foto aeree a colori, di foto aeree all'infrarosso a colori e di riprese all'infrarosso termico. Infine, è auspicabile l'utilizzo di radar portatili con monitor a colori, per scandagliare e visualizzare il sottosuolo.

La datazione e la destinazione

Per quanto concerne la datazione e l'origine degli ipogei, in determinati casi è metodologicamente inesatto ricercare ad ogni costo una comparazione tra manufatti presenti nell'antichità, soprattutto se distano tra loro secoli e centinaia o migliaia di chilometri. Occorrerà invece analizzare il manufatto nel suo contesto ambientale (fisico) e culturale, quindi sociale. E così come non è possibile affermare chi per primo praticò una fossa nel terreno per raccogliervi l'acqua meteorica, è altrettanto difficoltoso stabilire definiti influssi tra le coltivazioni neolitiche in cavo cieco degli strati selciferi. Oppure andare a ricercare un'origine dello sfruttamento di grotte a fini difensivi o culturali.

Pertanto è concettualmente fuorviante voler necessariamente vedere nello sviluppo della tecnica cunicolare nell'Italia un deciso influsso sia mediorientale che romano. Occorre prendere coscienza che fin dal Neolitico in Europa si conoscevano e si applicavano le tecniche di scavo, anche e soprattutto a fini estrattivi. Queste possono benissimo aver autonomamente condotto alla realizzazione del panorama ipogeo e in particolar modo di quello cunicolare. L'unica cosa è che grazie al commercio, alle migrazioni e alle conquiste, possono essere giunte conoscenze, idee ed intuizioni che hanno comunque attecchito in un terreno fertile, già pronto a ricevere e ad applicare, o semplicemente a migliorare. Anche per la comprensione delle opere cunicolari occorre pensare che nulla può essere assunto come 'assoluto', e ogni 'segno' sul territorio ha una sua spiegazione. Esse hanno un senso allorché le si relaziona agli elementi circostanti. Forma, dimensione e profondità del manufatto dipendono dal contesto geologico (ovvero materiale) in cui sono scavate, e dalla funzione assolta (o che assolvevano). Questo va correlato con la dinamica insediativa, con il tipo di economia e con la viabilità. La comprensione della dinamica del popolamento conduce a capire chi e perché ha fatto vivere le opere sotterranee.

La datazione di un'opera sotterranea può non essere facile, soprattutto se vengono a mancare le fonti scritte, delle particolari risoluzioni architettoniche, le associazioni con manufatti, oppure la contestualizzazione archeologica. Più facilmente restituisce elementi che ne attestano un momento di frequentazione, di riutilizzo, di obliterazione. Non di prima escavazione.

In particolare, è ancor più problematico determinare il 'momento' di scavo di un pozzo o di un'opera cunicolare destinata al trasporto delle acque (siano esse reflue o potabili) in quanto periodicamente puliti e mantenuti in efficienza. Sporadicamente si rinvenivano incisioni 'a fresco' sugli intonaci o sulla malta utilizzata per impermeabilizzare talune opere idrauliche, o direttamente sulla roccia a vista (58). Rifacimenti e rivestimenti cancellano inoltre le tracce precedenti e, di contro, possono divenire a loro volta elementi datanti.

L'interpretazione delle impronte di scavo, ovvero dei segni lasciati dagli attrezzi sulle pareti, possono essere distintivi sia della forma dell'attrezzo che del metodo di scavo adottato (tavola n° 11). Si hanno solcature marcate da punte piramidali, coniche, a scalpello, dentate, attrezzi immanicati come picconcini, segni di cunei e tracce di fuoco (59). I fronti di taglio presenti nelle cave e soprattutto nei diverticoli non ultimati, o comunque ciechi, degli impianti ipogei, lasciano generalmente comprendere con quale criterio si sia



proceduto, aprendo lo spazio ad una possibile interpretazione cronologica (60). La medesima indagine andrà applicata alle pareti dei pozzi in cui la roccia è a vista. Secondo Bessac ci sono quattro aspetti, spesso tra loro connessi, che il ricercatore deve individuare, caratterizzanti il taglio e la lavorazione della roccia (61):

- i caratteri litostratigrafici e tecnici della roccia;
- le tracce di estrazione;
- le tracce di taglio propriamente dette per i materiali da costruzione, distinte in due fasi: prima e dopo la posa;
- le modificazioni della pietra relativamente alle operazioni di messa in opera.

Nel nostro specifico caso interessano principalmente i primi due. Sempre le tracce lasciate sulle superfici permettono d'individuare il senso di avanzamento, a patto che l'opera non sia stata rifinita in senso contrario. Occorre però dire che nello scavo dei cunicoli si riscontra spesso una precisione ed una abilità che lasciano tranquillamente supporre già a uno stato definitivo in prima battuta. L'acqua genera fenomeni di erosione e di deposizione: particolarmente in opere a carattere idraulico si possono instaurare fenomeni di "pseudo carsismo indotto" (62) che ne stravolgono l'aspetto, mutandone le forme. Conoscerli è senz'altro d'ausilio nella fase interpretativa, e quindi ricostruttiva, delle indagini. L'azione meccanica di demolizione dell'acqua può avvenire con tre meccanismi, parimenti alle cavità carsiche (63):

- erosione: attivata con il trascinarsi di detriti;
- cavitazione: se in speleogenesi è un fenomeno indicato nel regime artesianico, nel nostro ambito lo si può ravvisare quando il condotto è soggetto a piene improvvise che lo mettono in pressione. Il susseguirsi di onde d'urto e di vuoti improvvisi frantumano e distaccano parti dell'opera;
- scalzamento: in presenza di materiali che offrono una differente resistenza all'acqua, avviene un distacco di porzioni degli stessi. Strettamente connessi, i meccanismi di dissoluzione chimico-fisica sono:
 - dissoluzione semplice: in linea teorica tutte le rocce sono idrosolubili;
 - corrosione: la dissoluzione può essere determinata, o aumentata, con la presenza di anidride carbonica e dalla miscela di acque.

L'azione meccanica e chimico-fisica dell'acqua tenderà pertanto ad aggredire inizialmente il fondo del condotto, soprattutto se privo di rivestimento. E più il cunicolo supera una certa pendenza, più l'acqua scorrerà velocemente erodendo il materiale di contatto, approfondendo lo scavo e innescando il cedimento delle

pareti. La sezione dello speco si allargherà e si approfondirà, assumendo la tipica forma carsica detta 'a buco di chiave'. Generalmente in presenza di rocce calcaree la percolazione depositerà il carbonato di calcio (in modo del tutto identico a una cavità naturale) formando concrezioni il cui accrescimento tenderà a chiudere progressivamente lo speco. Seppure con una certa approssimazione le concrezioni sono databili. Presso la fortezza di Verrua Savoia (Torino) ho potuto vedere uno stretto cunicolo in mattoni parzialmente chiuso da concrezioni: il percolamento dell'acqua attraverso le murature aveva disciolto il legante depositandolo all'interno. In ogni caso, ricordo che si potranno effettuare esami palinologici sugli interri, datare eventuali resti di carboni e i materiali fittili, questi ultimi con il metodo della termoluminescenza.

Le tipologie delle Cavità Artificiali

L'Italia è uno scrigno di testimonianze storiche, architettoniche, archeologiche. Nel suo sottosuolo si celano più di tremila anni di opere ipogee: sostanzialmente integre, leggibili e pertanto studiabili, recuperabili e talora fruibili. Le tipologie dei nostri ipogei, e le tecniche con le quali sono stati realizzati, risultano tra le più varie che in Europa si possa rinvenire. Basti pensare ad alcune delle culture che si sono compenstrate e avvicinate sul territorio: nuragica, ligure, punica, etrusca, osco-umbra, greca, romana e celtica, per non dimenticare l'influsso culturale, e conseguentemente architettonico, esercitato dalle varie altre civiltà presenti nel Mediterraneo.

Del Pelo Pardi è tra i primi a dividere per tipologie le cavità artificiali, descrivendole con particolare riferimento ai cunicoli di bonifica e di emunzione (64). In ambito speleologico, a una prima suddivisione in 'classi' proposta da Burri (65), alle cavità artificiali correlate o meno al sistema cunicolare prospettata da Castellani (66), si è cercato d'identificare un metodo unico per la catalogazione di ogni ipogeo. Un grande impulso allo studio della materia, soprattutto per quanto concerne il sottosuolo di Napoli, è stato dato da Alfonso Piciocchi (67). I primi importanti contributi sono poi venuti da Narni, nel 1981, con il Convegno Regionale sul sottosuolo dei centri storici Umbri, e l'anno seguente da Todi, con il Primo Convegno Nazionale di Speleologia Urbana. Sono stati trattati temi quali la catalogazione delle cavità artificiali, la loro importanza in ambito storico e archeologico e lo studio delle opere di trasporto delle acque (68). Nel Secondo Convegno Nazionale di Speleologia Urbana, tenutosi a Napoli nel 1987, vengono approfonditi gli aspetti storici e morfologici e il riutilizzo degli ipogei.



In ambito archeologico, nella mostra "Roma sotterranea" i <<monumenti sotterranei>> sono raggruppati per 'tipologie', consentendo una presentazione organica degli aspetti caratterizzanti il sottosuolo dell'Urbe: pozzi, mitrei, fogne, criptoportici, basiliche, cripte (69). Negli anni Ottanta si vede un deciso sviluppo della ricerca speleologica e la Società Speleologica Italiana organizza, con la collaborazione dell'Università degli Studi dell'Aquila-Dipartimento di Scienze Ambientali, un Corso per Istruttori: "Speleologia Urbana e Cavità Artificiali" (70). Per uniformare metodologia di ricerca e classificazione, si propone un modello di scheda catastale e la ripartizione dei manufatti in tre gruppi (71). Per la preparazione del lavoro italiano al "Deuxième Symposium International sur les Carriers Souterraines", tenutosi a Parigi nel 1989, si suddividono i vari lavori condotti sulle differenti cavità artificiali in modo più organico (72). Ampliando questo criterio per renderlo applicabile a una indagine comparativa che comprenda ogni tipo di cavità artificiale, si è giunti a redigere un elenco per tipologie (73) riunendole a seconda delle funzioni a cui erano o sono destinate. In fase di schedatura si terrà poi conto di riutilizzi e ridestinzioni indicando, qualora possibile, l'originaria funzione. Tutto ciò viene presentato nel 1994 al XVII Congresso Nazionale di Speleologia e riproposto migliorato nel 1997, al IV Convegno Nazionale sulle Cavità Artificiali (74), tenutosi a Osoppo e organizzato dal Club Alpinistico Triestino (C.A.T.). Lo schema che riportiamo è quello adottato anche per la compilazione delle Schede Bibliografiche (trattate al capitolo: "La scheda Bibliografica: norme per la compilazione").

TIPOLOGIE:

- 1) ESTRAZIONE: miniere, cave sotterranee, latomie.
- 2) TRASPORTO DELLE ACQUE: acquedotti, qanat, deviazione di acque sorgenti, opere cunicolari di drenaggio e di bonifica, emissari sotterranei.
- 3) PRESA, CONSERVA: pozzi, cisterne, ghiacciaie, neviere.
- 4) SMALTIMENTO: fognature, pozzi neri, vasche di dispersione, corsi d'acqua anche naturali successivamente voltati.
- 5) CULTO: luoghi di culto di vario tipo e natura come mitrei, chiese sotterranee, chiese rupestri, cripte, favisse.
- 6) INUMAZIONE: luoghi d'inumazione in ipogeo di vario tipo e natura come 'domus de janas', catacombe, cimiteri, colombari, ossari, necropoli.
- 7) OPERE CIVILI: ambienti ipogei di vario tipo e natura d'uso civile come gallerie pedonali, gallerie stradali,

gallerie ferroviarie, tagliate, cantine, magazzini, prigioni, butti, silos, fosse frumentarie, colombai, frantoi in ipogeo, ninfei, cripte, criptoportici, case dello scirocco, abitazioni rupestri, abitazioni sotterranee, città rupestri, città sotterranee.

- 8) OPERE MILITARI: ambienti ipogei di vario tipo e natura d'uso militare, come camminamenti sotterranei, ambienti interni a muri di cortina e bastioni, gallerie e cunicoli di mina e di contromina, ricoveri, sortite, pusterle, casamatte, polveriere, rifugi anti bombardamento, bunker.
- 9) OPERE VARIE: cavità artificiali di cui s'ignora la funzione.

L'organizzazione dei dati

Censire gli ambienti sotterranei vuol dire recuperare una documentazione accettabile sulla loro esistenza, esaminarne internamente la struttura e raccoglierne i relativi dati. Con questo materiale si organizza un catasto, successivamente informatizzabile in un archivio. In primo luogo un ipogeo potrà avere uno o più accessi, essere composto da uno o più ambienti, e andarsi anche a definire in un 'complesso', ovvero in un insieme di opere tra loro comunicanti che non necessariamente siano state realizzate nel medesimo periodo e non necessariamente assolvano o assolvessero un'identica o unica funzione. Quello che a noi inizialmente interessa è che all'ipogeo (o meglio alla 'cavità artificiale') si assegni un numero principale di catasto e una denominazione. Successivamente, e generalmente dopo avere preso visione dell'opera e possibilmente averne steso almeno il rilievo, si può assegnare un sottonumero di catasto alle sue varie parti (o ambienti). Per necessità di gestione dei dati, o per una precisa definizione, si potrà assegnare detto sottonumero persino ad ogni elemento di una stessa cavità come canaline, vere, tubature, etc.

I principali lavori da svolgere in una cavità artificiale sono: rilievo in pianta e in sezione generalmente in scala 1:50 e servizio fotografico. A questi si andranno ad aggiungere le osservazioni inerenti il manufatto, il contesto, i dati d'archivio, e quanto altro è possibile reperire per la sua comprensione e la ricostruzione del suo percorso storico. Se possibile verranno eseguite ricerche a carattere biospeleologico, archeologico ed effettuate riprese cine televisive. In linea generale, e comunque indicativa, questo è ciò che si può svolgere. Per quanto concerne la tutela dei dati la cosa migliore, anche ai fini dell'auspicabile divulgazione, è pubblicarli in un volume monografico con una Casa Editrice, oppure in una rivista che sia registrata presso il Tribunale. In ogni caso, il materiale è possibile inviarlo alla "Società



Italiana degli Autori e degli Editori” (S.I.A.E.), presso i cui uffici potete richiedere informazioni e moduli. Per contenere la spesa potete mettere il lavoro, anche su supporto magnetico, in busta chiusa e sigillata con ceralacca (e/o disponendo i francobolli lungo il bordo di chiusura) e inviarla a voi stessi con raccomandata a/r. Non apritela e allegatele la ricevuta e la cartolina: saranno la prova che alla data indicata il lavoro era già stato da voi redatto. La maggiore tutela, per altro costosa, è data dal deposito presso un notaio.

Il rilievo

Il rilievo di una cavità artificiale è un ragionevole e accettabile compromesso tra quello che noi intendiamo rappresentare e quelli che sono i ‘fattori collaterali’ dati dal tempo a disposizione e dall’agibilità dell’ambiente. Possiamo dire che disponibilità economica, personale specializzato e tempo costituiscano il trinomio di base per l’ottenimento di un ottimo rilievo.

Ad esempio, un condotto idraulico può presentare cedimenti strutturali, tratti sifonanti, liquami. Impiegando tempo, denaro e personale competente sarà possibile svuotarlo e metterlo in totale sicurezza affinché lo si possa rilevare e studiare. Attenendoci alla realtà, noi avremo un lavoro che spazia dal ‘rilievo ottimale’ al ‘rilievo speditivo’. Fermo restando che l’interazione di molteplici fattori generalmente concorre all’imprecisione del lavoro o alla sua mancata effettuazione. Realisticamente, vedo che la precisione del rilievo poggia sulla risultante di tre fattori: sopportazione psicologica all’ambiente, allenamento, attrezzatura impiegata (naturalmente chi opera deve almeno conoscere i rudimenti della materia). La *conditio sine qua non* per lo studio delle opere ipogee è il poterle esaminare in prima persona. In caso contrario, la documentazione raccolta dev’essere quanto più completa possibile.

La scheda catastale

La scheda catastale deve riportare le voci necessarie all’identificazione del manufatto, alla sua lettura e le informazioni inizialmente a carattere generale. Alla scheda base si potranno andare ad aggiungere i risultati di studi di geologia, morfologia, biospeleologia, archeologia, etc., raccogliendo anche una eventuale ‘memoria storica’ legata al luogo e all’ambiente. E il rilievo. Esistono già delle schede catastali prestampate, che una volta compilate andrebbero inserite nel Catasto Nazionale Cavità Artificiali, che una apposita Commissione della Società Speleologica Italiana gestisce. In realtà dette schede non le considero adeguate alle necessità di chi opera e risultano poco ‘gestibili’. Inoltre il Catasto Nazionale Cavità Artificiali, unitamente al Centro di

Documentazione Cavità Artificiali, presentano carenze che oramai si protraggono da troppi anni. Non ultima la mancata informatizzazione dei dati (per altro già annunciata come “pronta” da almeno otto anni) e la conseguente non divulgazione del materiale raccolto. Anche in questo genere di ‘gestione’ occorre trasparenza. Non si può certo pensare che chi lavora invii i propri dati, senza sapere che destinazione poi abbiano e senza avere come riscontro almeno un dischetto con il Catasto Nazionale. E nemmeno sapere che materiale contenga il Centro di Documentazione Cavità Artificiali della S.S.I. e in che misura sia consultabile.

Per un Catasto Nazionale prospetterei quindi una soluzione analoga a quanto da me suggerito precedentemente per il Catasto della Lombardia: ogni Gruppo o Associazione si gestirà il proprio Catasto, mantenendo un coordinamento regionale di base. Annualmente, i coordinamenti regionali si potranno aggiornare a livello nazionale, compilando un elenco catastale nazionale fruibile. Basterà che ogni Regione inserisca nel medesimo dischetto o CD i dati essenziali di ogni cavità artificiale censita, per avere in brevissimo tempo un elenco catastale nazionale aggiornato, duplicabile rapidamente con spesa modica. E soprattutto: consultabile da chiunque. Tornando alla scheda catastale, presento quella utilizzata dall’Associazione S.C.A.M. e dall’Associazione Mediterraneus; chi lo desidera potrà utilizzarla o semplicemente trarne spunto (tavola n° 12). Ricapitolando, ad ogni ipogeo viene assegnato un numero di catasto con il seguente criterio:

- ogni ambiente, o complesso sotterraneo, ha un proprio numero principale di catasto;
- le varie parti che compongono un complesso possono avere un proprio sottonumero, al fine di poterle individuare e distinguere nel corso degli studi;
- ambienti attualmente non fisicamente comunicanti tra loro, ma facenti comunque parte di uno stesso complesso, hanno differenti numeri principali di catasto.

Il numero di catasto si uniforma ai criteri adottati non solo dalla Società Speleologica Italiana (S.S.I.), ma in primo luogo dall’Union Internationale de Speleologie (U.I.S.), sia per le cavità naturali che per le cavità artificiali.

Il numero catastale è così composto: CA 00001 LO LC, oppure CA 00001/1 LO LC.

- CA: indica Cavità Artificiale (per differenziare il numero da uno stesso relativo ad una cavità naturale);
- 00001: numero assegnato alla cavità;
- 00001/1: sottonumero assegnato ad una cavità facente parte di un complesso (oppure ad una parte di una stessa cavità al fine di andarla a definire con



Associazione Speleologia Cavità Artificiali Milano

Catasto delle Cavità Artificiali Italiane

NUMERO CATASTALE

CA

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

n° di catasto

sotto n°

regione

provincia

DENOMINAZIONE

REGIONE - STATO

Valle d'Aosta	Piemonte	Liguria	Lombardia	Trentino Alto Adige	Veneto	Friuli Venezia Giulia	Emilia Romagna	Toscana	Marche	Umbria
Abruzzo	Molise	Lazio	Sardegna	Campania	Basilicata	Puglia	Calabria	Sicilia	Città del Vaticano	Repubblica di San Marino

PROVINCIA

COMUNE

LOCALITÀ

UBICAZIONE

PROPRIETÀ

CARTOGRAFIA

UNITÀ GEOLOGICA

QUOTA

INDICATA SULLA CARTA

POSIZIONE

DATO SICURO

DATO APPROSSIMATIVO

Tavola n° 12. Scheda catastale.



CONTESTO

OPERAZIONI CONDOTTE

LAVORO SVOLTO DA

AVVERTENZE

TIPOLOGIA

1 ESTRAZIONE

- miniera
- cava
- latomia
-

2 TRASPORTO DELLE ACQUE

- acquedotto
- qanat
- emunzione di falda
- deviazione - captazione
- drenaggio - bonifica
- emissario
-

3 PRESA - CONSERVA

- pozzo
- cisterna
- ghiacciaia
- nevieria
-

4 SMALTIMENTO

- fognatura
- pozzo nero

- vasca di dispersione
- corso d'acqua voltato
-

5 CULTO

- chiesa sotterranea
- chiesa rupestre
- mitreo
- favissa
-

6 INUMAZIONE

- tomba ipogea
- cimitero sotterraneo
- catacomba
- ossario
- colombario
- domus de janus
-

7 OPERA CIVILE

- galleria stradale
- galleria pedonale
- galleria ferroviaria
- cantina

- prigione
- criptoportico
- casa dello scirocco
- cripta
- ninfeo
- colombaio
- fossa frumentaria
- silos ipogeo
- butto
- abitazione sotterranea
- abitazione rupestre
- città sotterranea
- città rupestre
-

8 OPERA MILITARE

- opera di mina - contromina
- camminamento sotterraneo
- rifugio anti bombardamento
- ricovero
- sortita - pusterla
- polveriera
- casamatta - bunker
-

9 NON IDENTIFICATA

-



RIUTILIZZO

DESCRIZIONE



NOTE

BIBLIOGRAFIA

COMPILATORE



- precisione);
- LO: prima coppia di lettere ad identificare la Regione, in questo caso la Lombardia;
 - LC: seconda coppia di lettere ad identificare la Provincia, in questo caso Lecco.

Per quanto riguarda la 'denominazione' dell'ipogeo, occorre considerare che sovente questo non la possiede. Pertanto, come per le grotte, saremo noi ad assegnarla. Si tenga presente che nel momento in cui si operano studi e confronti in un'area che contiene diverse decine di cavità artificiali (generalmente prive di 'nome'), è più facile ricordare un nome caratteristico e caratterizzante piuttosto che un semplice numero di catasto. Ad esempio, se la cisterna si trova al di sotto di una piazza, sarà il caso di assegnarle il medesimo nome.

Una nuova scheda

Più di dieci anni di lavori condotti nel territorio di Tarquinia (Viterbo) ci hanno portato a elaborare una scheda flessibile per la catalogazione e la descrizione delle cavità artificiali indagate, a nostro uso interno. Ne presento tre esempi. Il primo è relativo a una semplice cisterna, a cui abbiamo assegnato il numero di catasto 01008 (tavola n° 13). Gli altri due riguardano un'unica struttura costituita da una cisterna provvista di cunicolo. Alla cisterna propriamente detta, composta da una perforazione ad asse verticale del terreno e camera terminale, abbiamo assegnato il numero di catasto 01013, mentre al cunicolo che principia dalla camera il sottnumero 01013/01. Ponendo l'esemplificativa ipotesi che tale cunicolo conduca in un successivo ambiente, quest'ultimo potrà ricevere il numero 01013/02.

Come si può vedere, la prima parte della scheda riporta i dati identificativi completati da indicazioni di massima. Denominazione, numero catastale, ubicazione, cartografia, quota, coordinate e unità geologica sono voci relative all'identificazione e alla collocazione della struttura. Data dei lavori, stato di conservazione, operazioni condotte, contesto, avvertenze e interventi sono invece inerenti ai lavori svolti e alla situazione della struttura.

La seconda parte è descrittiva e serve a comprendere, unitamente al rilievo in pianta e in sezione, l'architettura della cavità. Alle voci di base (collocazione, forma, destinazione, imboccatura, osservazioni, note e bibliografia) si aggiungeranno tutte quelle che necessitano alla completa descrizione del manufatto, come: cunicoli, pozzetti, pedarole, etc. In fase di divulgazione dei dati, talvolta, come nel caso dei lavori svolti in Etruria, è preferibile tale scheda a quella catastale, in quanto esaustiva.

<i>Denominazione:</i>	Cisterna dei Milanesi
<i>Numero catastale:</i>	CA 01008 LAVT
<i>Ubicazione:</i>	Pian di Civita
<i>Cartografia:</i>	I.G.M. 142-1-NO; C.T.R. 354100 TARQUINIA NORD; Modus 1:2000 10/1983
<i>Quota:</i>	161 m s.l.m.
<i>Posizione:</i>	/
<i>Unità geologica:</i>	Calcere di Tarquinia; Pliocene Inferiore e Medio
<i>Svolgimento lavori:</i>	1988, 1989, 1991
<i>Operazioni condotte:</i>	esplorazione, rilievo planimetrico, servizio fotografico, svuotamento
<i>Stato di conservazione:</i>	ottimo
<i>Contesto:</i>	interna al "complesso sacro istituzionale" l'opera è stata rinvenuta nel corso degli scavi archeologici chiusa in fase con un pavimento del VI sec. a.C. le prime file di sassi del rivestimento potrebbero staccarsi
<i>Avvertenze:</i>	consolidamento della bocca e ricollocazione delle lastre di pietra che la coronavano, tolte a seguito dello scavo archeologico.
<i>Interventi:</i>	
<i>Collocazione:</i>	situata all'interno degli scavi archeologici dell'Università di Milano, l'opera è chiusa da una grata mobile.
<i>Forma:</i>	lo scavo ad asse verticale ha forma cilindrica regolare.
<i>Destinazione:</i>	dato il terreno geologico e il rivestimento interno, si tratta di un'opera destinata alla conserva dell'acqua. E' pertanto una cisterna propriamente detta, seppure non siano state rinvenute condutture di aduzione. Queste potevano essere esterne, o rimanere subito al di sotto della corona di pietre calcaree e andate perdute o rimosse in fase di ristrutturazione dell'ambiente. Nell'asportare l'interro, soprattutto in corrispondenza della concavità terminale, si è constatato come il riempimento si appoggiasse ad un uniforme strato di argilla, di colore bruno e ancora discretamente plastica, applicato alla roccia, mediamente dello spessore di due-tre centimetri, accentuato sul fondo. La parte terminale doveva essere stata rivestita di argilla, la quale col tempo si è distaccata dalla parete andando a sedimentarsi inglobando i tre massi che costituivano parte dell'interro.
<i>Imboccatura:</i>	era presente una ghiera in lastre di pietra scistosa; attualmente ne è sprovvista e la parete è incamiciata con pietre per 0.95 m, proseguendo in



roccia a vista.

Dimensioni: profondità all'interro 10.05 m, profondità totale 11.9 m; le dimensioni all'imboccatura sono 0.88x0.77 m, alla roccia 0.9x0.95, a 11.76 m dall'accesso sono 0.86x0.94 m.

Pedarole: ne presenta due ordini contrapposti, scavati nella roccia in modo evidente. Gli incavi sono posti a intervalli regolari compresi tra i 20 e i 30 cm.

Condotte: non ne sono state rinvenute.

Osservazioni: le pietre di rivestimento sono di piccola e media pezzatura e non conservano tracce di legante e il calcare della parete è compatto. Nel punto di contatto la roccia è leggermente rientrante andando a determinare una leggera gola. Il fondo era costituito da detrito fine, piccoli frammenti di roccia e argilla, in cui il sondino affondava liberamente per quasi mezzo metro. A seguito della disostruzione, il fondo si è presentato concavo e abbastanza regolare.

Note: nel corso degli scavi archeologici l'opera è stata rinvenuta chiusa con quattro lastre rettangolari di macco. Nell'agosto del 1994 è stata intrapresa l'operazione di svuotamento da parte dell'Ass. S.C.A.M. L'incamiciatura del pozzo è stata rivestita con un doppio strato di rete di plastica a maglie strette e fissata con tasselli a espansione e tiranti. Asportato il sedimento fine, l'interro è risultato essere composto da tre blocchi di pietra locale, sassi e argilla.

Bibliografia: Cristina Chiaramonte Trerè, *Un nuovo assetto nel V secolo a.C.*, in *Gli Etruschi di Tarquinia*, Modena 1984, p. 125.

Gianluca Padovan, *Settima campagna speleologica a Tarquinia*, *Speleologia*, Società Speleologica Italiana, Milano 1993, pp. 97-98.

Gianluca Padovan, *Speleologia e Cavità Artificiali*, in *Acque interne: uso e gestione di una risorsa*, a cura di Mariavittoria Antico Gallina, C.S.B.A., Ed. E.T. Milano 1996, pp. 45-46.

Cristina Chiaramonte Trerè, *Lo scavo*, in *Tarquinia*, a cura di Maria Bonghi Jovino e Cristina Chiaramonte Trerè, Roma 1997, p. 66.

Gianluca Padovan, *Opere ipogee del territorio Tarquiniese: indagini per la comprensione di un patrimonio da valorizzare*, *Specus News*, n° 3, Cagliari 1999, pp. 10-11.

Riportiamo quanto scritto in Chiaramonte Trerè 1997: <<Lo scavo dello strato 184 ha consentito la totale messa in luce dei blocchi 148/1 che sono stati rimossi e che coprivano una bella ghiera di pozzo in lastre di pietra scistosa>>.

Denominazione: Pozzo S.C.A.M.
Numero catastale: CA 01013 LA VT

Ubicazione: Pian della Regina
Cartografia: I.G.M. 142-1-NO; C.T.R. 354100
TARQUINIA NORD; Modus
1:2000 10/1983

Quota: 161.8 m s.l.m.

Posizione: /

Unità geologica: Calcare di Tarquinia; Pliocene Inferiore e Medio

Svolgimento lavori: 1989, 1991, 1993

Operazioni condotte: esplorazione anche speleosub-acquea, rilievo planimetrico, servizio fotografico e cinetelevisivo

Stato di conservazione: buono

Contesto: assente

Interventi: rimozione della terra attorno all'accesso, riapertura del secondo punto di luce, svuotamento, consolidamento accesso cunicolo e svuotamento dello stesso.

Avvertenze: all'atto dello svuotamento tenere sotto controllo la staticità del rivestimento della camera

Collocazione: situata nelle vicinanze del Casale degli Scavi, l'opera è chiusa con un tombino.

Forma: lo scavo ad asse verticale ha sezione rettangolare con i lati minori a semicerchio esterno; dà accesso a un ambiente con parte sommitale a sezione ellittica il quale va ad assumere sezione circolare verso il fondo, che risulta allagato. Dall'ambiente si diparte un cunicolo a forma ogivale.

Destinazione: è una cisterna.

Imboccatura: come si può osservare nei rilievi planimetrici in sezione, l'accesso è costituito da una lastra monolitica in pietra, spessa 0.2 m, in cui è stato ricavato un foro circolare del diametro interno di 0.42 m, con una sede esterna del diametro di 0.5 m, in cui è alloggiato un tombino in cemento.

Dimensioni: profondità totale 17 m; alla sommità del cono detritico misura 16 m e a livello dell'acqua 14.2 m (livello a settembre 1989). La sezione orizzontale della canna del pozzo, rettangolare e con i lati corti a semicerchio esterno, misura a 1.4 m dall'ingresso 2.3x1 m. Verso la parte terminale tende ad assumere una sezione ellissoide. L'imboccatura, vista dall'interno (sez. E), doveva dare spazio a due distinti accessi, separati e sorretti da un archetto centrale composto da dieci conci a sezione rettangolare. Il secondo accesso è attualmente obliterato da due lastre di pietra, una delle quali recante un incavo semicircolare identico alle pedarole ricavate nel rivestimento, sorrette da mensole aggettanti come

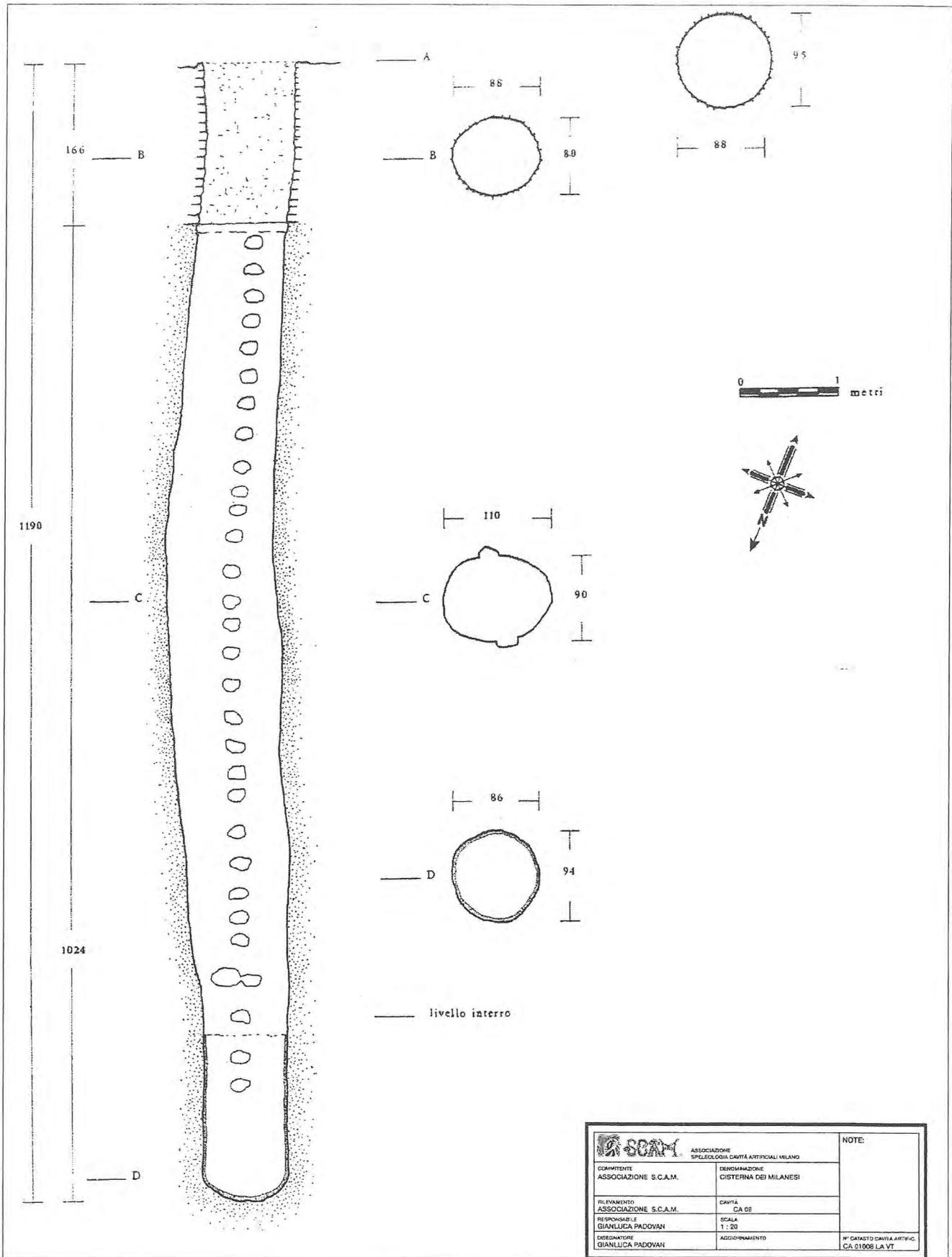


Tavola n° 13. Cisterna dei Milanesi, presso la Civita di Tarquinia (VT).



visibile nelle sezioni GG' e FF'. Forma e dimensioni rimangono inalterate fino a 8 m, per scampanare leggermente fino a 10 m. A questo punto si allarga decisamente a formare una camera, assumendo sezioni orizzontali prima ellittiche e successivamente quasi circolari, misurando a livello dell'acqua 4.7x4.65 m. *Pedarole*: in corrispondenza dell'accesso attualmente obliterato ne scende un ordine per tutta la lunghezza della canna, ricavato anche nel rivestimento della stessa; sono scavate accuratamente e poste a intervalli abbastanza regolari di 50 cm.

Condutture: si nota la bocchetta rettangolare di una probabile canalina al centro del lato ovest, di poco sotto la vera.

Osservazioni: al di sotto dell'accesso l'opera è incamiciata fino a 2.75 m di profondità con pietre squadrate in corsi regolari; lungo il lato nord, posti tra l'ultimo corso e la roccia, si notano due mattoni accostati di testa. La parete della camera è nella sua parte superiore, seppure con andamento irregolare tendente a scendere, in roccia a vista. Al di sotto della roccia l'ambiente è rivestito con grandi conci di pietra locale ben squadrate e messi in opera con precisione. Lungo l'irregolare bordo di contatto tra la roccia e i conci si sovrappongono a questi dei blocchetti quadrangolari di pietre bianche, nere e rossicce, creando un interessante effetto policromo. A loro volta i conci poggiano su corsi abbastanza regolari composti da pietre sbazzate di spessore modesto, anche sotto il livello dell'acqua fino all'interro. Anelli ora chiari ora scuri marcano nella parete della camera i livelli raggiunti dall'acqua nel corso del tempo. Dalla camera si inoltra nella roccia un cunicolo. Nel marzo del 1991 è stata effettuata la ricognizione subacquea che ha confermato l'esistenza di un ampio cono detritico, precedentemente supposto tramite lo scandaglio con pertica graduata. E' costituito da circa 30 cm di limo sotto cui vi sono legni, rami d'albero, blocchi di roccia e frammenti di laterizi. L'acqua è stagnante e non si nota alcun apprezzabile ricambio.

Note: occorre eseguire la datazione dei mattoni.

Bibliografia: Gianluca Padovan, *Speleologia e Cavità Artificiali*, in *Acque interne: uso e gestione di una risorsa* a cura di Mariavittoria Antico Gallina, C.S.B.A., Milano 1996, p. 46.

Gianluca Padovan, *Opere ipogee del territorio Tarquiniese: indagini per la comprensione di un patrimonio da valorizzare*, Specus News, n° 3, Cagliari 1999, pp. 10-13.

Denominazione: Cunicolo del Pozzo S.C.A.M.
Numero catastale: CA 01013/01 LA VT
Ubicazione: Pian della Regina

Cartografia: I.G.M. 142-1-NO; C.T.R. 354100
TARQUINIA NORD; Modus
1:2000 10/1983

Quota: 149.8 m s.l.m.

Posizione: /

Unità geologica: Calcarea di Tarquinia; Pliocene
Inferiore e Medio

Svolgimento lavori: 1989, 1991, 1993

Operazioni condotte: esplorazione, rilievo
planimetrico, servizio fotografico

Stato di conservazione: buono

Contesto: mancante

Interventi: consolidamento dell'accesso del
cunicolo e svuotamento dello
stesso.

Avvertenze: in caso di lavori prolungati
assicurarsi che l'aria sia sempre
respirabile

Collocazione: l'opera è accessibile dalla cavità
CA 01013 LA VT, lungo il lato
ovest della parete della camera.

Destinazione: dovrebbe trattarsi di un cunicolo di per-
correnza, per attingere l'acqua direttamente da un am-
biente connesso, senza dover risalire in superficie. Non
è esclusa l'ulteriore funzione di raccogliere l'acqua per-
colante dalla lente d'argilla.

Forma delle sezioni: è ogivale. L'accesso misura
0.47x1.71 m.

Accesso: è parzialmente rivestito con pietre squadrate
di natura e proporzioni differenti.

Sviluppo: è percorribile per 7.2 m, ma il suo sviluppo
è almeno di 15 m.

Descrizione: è scavato in un calcarea abbastanza com-
patta e lungo le pareti si notano i solchi degli at-
trezzi i quali indicano che il senso dello scavo pro-
cede dalla camera verso l'esterno. E' rettilineo in di-
rezione ovest per 7.2 m, piegando a sud con un an-
golo retto.

Osservazioni: il cunicolo è reso impraticabile dall'argilla
filtrata da una frattura orizzontale della roccia che si
apre lungo tutta la parete sud a mezza altezza; verso
l'attuale fondo la frattura sale progressivamente, fino
a trovarsi in corrispondenza col cervello di volta: lo si
riesce a scorgere ancora per pochi metri, lasciando poi
intendere che curvi nuovamente verso ovest.

Note: solo con una totale disostruzione se ne potrà sta-
bilire con certezza la funzione e la sua connessione con
altre strutture.

Bibliografia: Gianluca Padovan, *Speleologia e Cavità
Artificiali*, in *Acque interne: uso e gestione di una
risorsa* a cura di Mariavittoria Antico Gallina, C.S.B.A.,
Milano 1996, p. 46.



Gianluca Padovan, *Opere ipogee del territorio Tarquiniese: indagini per la comprensione di un patrimonio da valorizzare*, Specus News, n° 3, Cagliari 1999, pp. 13-15.

Il rilievo planimetrico

Non voglio entrare nel merito della strumentazione da utilizzare per l'effettuazione del rilievo, tantomeno sull'opportunità di restituirlo o meno manualmente: a seconda dei fattori contingenti si adatterà il sistema consono. Intendo invece ricordare che sarà bene seguire appositi manuali per una corretta restituzione grafica. La tavola dovrà riportare un cartiglio con le indicazioni di base. Come esempio indichiamo il cartiglio alla tavola n° 13.

Proprietario del lavoro: in questo caso Associazione S.C.A.M.

Committente: ovvero chi lo ha commissionato o inteso fare.

Rilevamento: nome di chi ha materialmente preso le misure.

Responsabile: nome del responsabile del lavoro.

Denominazione: nome assegnato alla cavità (cavità: sigla, qualora per necessità contingenti se ne debba fare ricorso).

Data: data o date delle operazioni di rilevamento.

Scala: generalmente 1:50, possono essere utilizzate anche scale inferiori, come 1:20.

Aggiornamento: data o date di eventuali aggiornamenti, magari a seguito di disostruzioni.

Numero di Catasto: in questo caso CA 01008 LA VT.

Legenda: qualora nel rilievo appaiano dei simboli o dei tratteggi particolari, occorrerà fornirne l'indicazione.

Si riporteranno inoltre l'orientamento e la scala metrica. E' bene che i caratteri utilizzati siano evidenti, anche a costo di risultare leggermente 'sproporzionati': in caso di riduzioni i caratteri piccoli divengono illeggibili.

Note al rilievo

Trattandosi in vari casi di opere interne ai centri urbani, occorrerà eseguire rilievi planimetrici accurati, quotandoli e posizionandoli in modo da poterli correlare agli impianti soprastanti. Ad esempio, il rilievo della Cisterna di Piazza Mercato delle Scarpe (CA 00003 LO BG) a Bergamo, è stato restituito su CAD (vedere il lavoro di Amedeo Gambini e Gianluca Padovan, presente negli Atti) in quanto interessava capire la sua collocazione al di sotto del tessuto urbano. Quest'ultimo era già stato riportato dall'Ufficio Tecnico del Comune di Bergamo su medesimo programma grafico, consentendo quindi la 'sovrap-

posizione' (75).

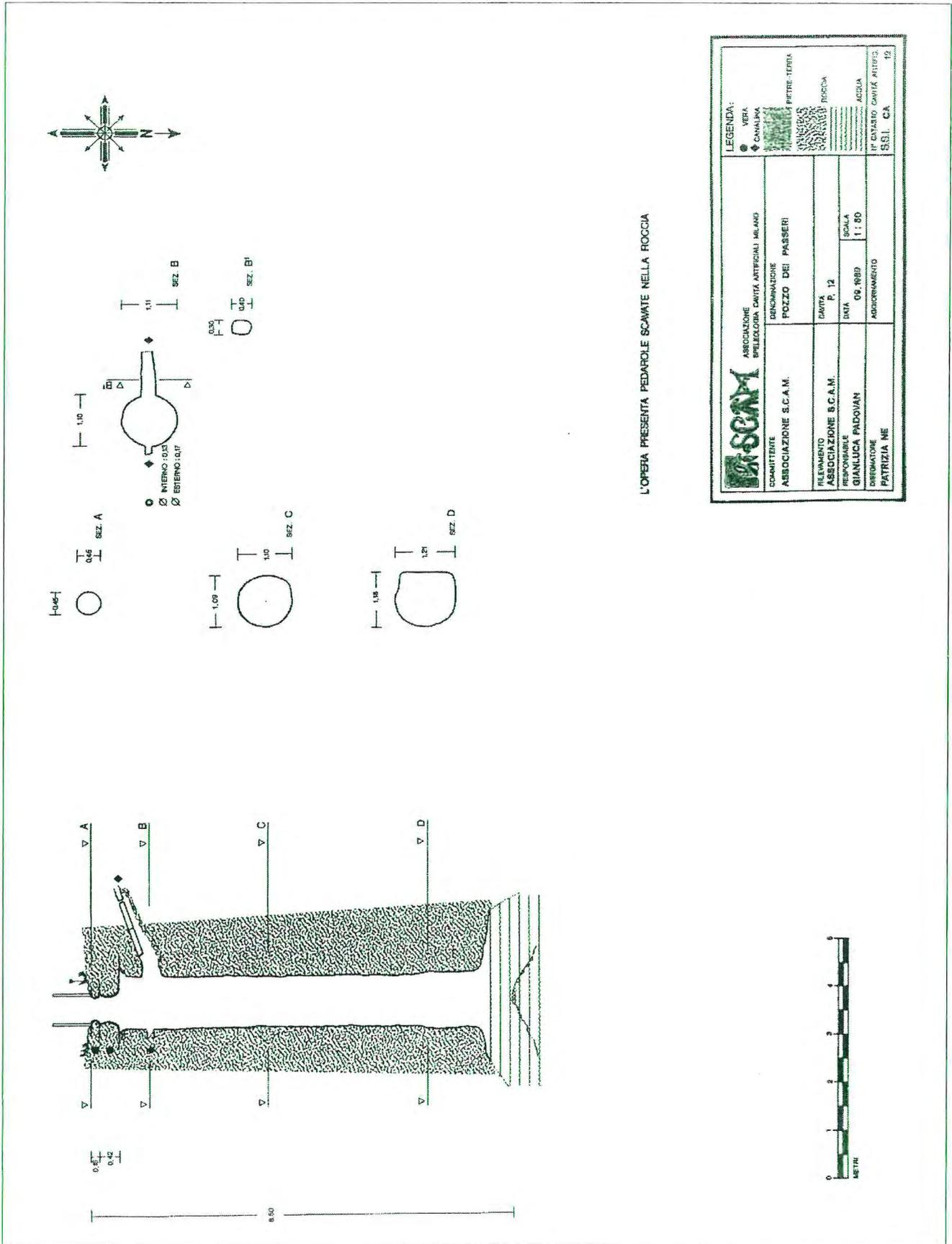
Per quanto riguarda la scala da utilizzare, posso dire che generalmente la 1:50 è ottimale. Anche qualora gli ambienti risultino vasti. Consideriamo ora il rilievo della Cisterna dei Passeri, in scala 1:50 (tavola n° 14), e confrontiamolo con quello della Cisterna dei Milanesi, in scala 1:20, anch'essa situata presso la Civita di Tarquinia e di cui abbiamo già presentato la scheda descrittiva e il rilievo (tavola n° 13).

La restituzione grafica della CA 01012 lascia comprendere la non regolarità dell'opera. Quella della CA 01008 mostra invece chiaramente la non perfezione dello scavo verticale. E questo risalta grazie alla scala adottata. Ma è necessario aggiungere alcune considerazioni, motivando la scelta della scala. Il rilevamento del secondo manufatto è stato più accurato, sono state prese più misure ed ha richiesto, proporzionalmente, più tempo. Tale lavoro è stato reso possibile (come riportato nella scheda alla voce "Osservazioni") in quanto l'incamiciatura è stata preventivamente contenuta, permettendo agli speleologi un lavoro in tutta sicurezza. Purtroppo la comune caratteristica di opere analoghe, presenti sui pianori della Civita di Tarquinia, è l'instabilità dei rivestimenti, soprattutto nella parte dell'imboccatura. L'acqua putrescente della prima opera rimandava inoltre un odore assai sgradevole, che certo non ha 'facilitato' i lavori, sconsigliando di conseguenza le operazioni speleosubacquee.

L'interpretazione

Tornando alla funzione assoluta da un manufatto, possiamo dire che non sempre è di facile determinazione. E se possiamo plausibilmente dedurlo da oggettive considerazioni, può capitare che la comprensione di alcune sue parti rimanga oscuro. Almeno ad un primo esame.

Consideriamo un altro manufatto rinvenuto presso la Civita di Tarquinia: il Pozzo delle Radici (tavola n° 15). In questo caso non esistono fonti storiche. Analogamente alla Cisterna dei Milanesi prima del suo svuotamento, presenta il fondo interrato. Si tratta di un manufatto identico, oppure andrà ad allargarsi in una camera come il Pozzo dei Passeri? Ma quest'ultimo, se vi fossero stati scaricati all'interno anche solo un paio di metri cubi di detriti in più, si sarebbe presentato ai nostri occhi come una semplice canna cilindrica. Dal momento che non è stato possibile esaminarlo nella sua totalità, non siamo poi in grado di affermare se in origine non si sia trattato del pozzo di servizio a un impianto sotterraneo di percorrenza, successivamente modificato in cisterna, per lo stoccaggio di



L'OPERA PRESENTA PEDANOLE SCAMATE NELLA ROCCIA

Tavola n° 14. Pozzo dei Passeri, presso la Civita di Tarquinia (VT).

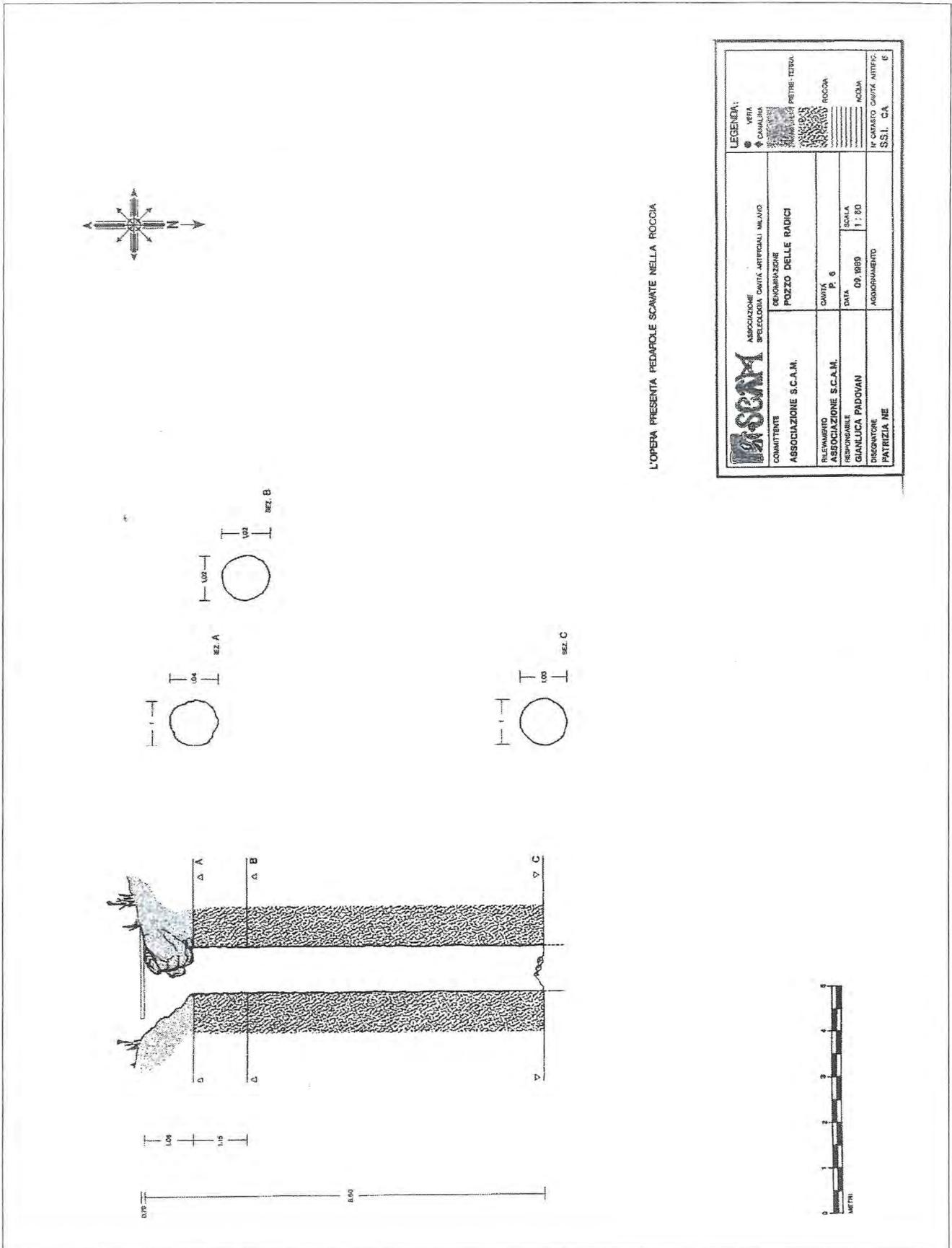


Tavola n° 15. Pozzo delle Radici, presso la Civita di Tarquinia (VT).



acqua meteorica o di acquedotto. Se quest'ultima affermazione è azzardata, ciò non toglie che una tale eventualità non la si possa scartare a priori. Ovvero senza prima aver svuotato e ripulito l'ambiente sotterraneo.

Per concludere, voglio riallacciarmi all'affermazione precedentemente espressa: <<Non sempre siamo in grado di stabilire l'intenzione. Ovvero che cosa si sia voluto realizzare con lo scavo>>.

La Bibliografia

Uno degli aspetti connotanti di uno studio di un'opera ipogea è quello dei confronti con manufatti analoghi. Questo servirà non tanto a perseguire insane 'manie di confronti' proprie di taluni ricercatori, bensì a comprendere determinate opere sulle quali si possono nutrire perplessità o disporre solo di dati parziali. Poter fruire di una bibliografia sulle cavità artificiali risulterebbe quindi di una certa utilità. Ma da una consueta 'schedatura bibliografica' non sempre si riesce a desumere se un'opera contiene o meno quello che al momento interessa.

Oltre ai dati consueti si potrebbero riportare indicazioni riguardo le materie trattate (geologia, speleologia, ingegneria, architettura, storia, archeologia, etc.) e altre informazioni analogamente alla schedatura adottata dall'Union Internationale de Speleologie (U.I.S.). Nel 1994 si è presentata la <<Bibliografia delle Cavità Artificiali Italiane. Primo Contributo>> strutturata traendo spunto da quella dell'U.I.S. La ripropongo (tavola n° 16).

La scheda bibliografica: norme per la compilazione

Nella scheda bibliografica si possono riportare i titoli di ogni genere di articolo, libro o filmato che tratti o che semplicemente citi le Cavità Artificiali.

Verranno indicati sia studi specifici, che articoli divulgativi sull'argomento, o altro che semplicemente menzioni le cavità artificiali. Per quanti intendessero costituirsi un proprio schedario, proponiamo la scheda da noi utilizzata e le note per la compilazione.

NORME PER LA COMPILAZIONE DELLA SCHEDA BIBLIOGRAFICA

AUTORE: prima il cognome, poi il nome.
ANNO: anno di pubblicazione.
TITOLO: titolo del libro o dell'articolo.
RIVISTA: nome della rivista o del quotidiano; se si tratta invece di un libro barrare a lato.
EDITORE: nome dell'Editore o della Casa Editrice; per riviste di settore,

come ad esempio *Speleologia*, indicare anche solamente: Società Speleologica Italiana.

LUOGO DI EDIZIONE: per ogni opera, articolo di rivista o di quotidiano, segnare il luogo dove è stato edito.

VOLUME: se l'opera è composta da più volumi segnare quello/i in oggetto, altrimenti scrivere 'unico'; se si tratta di una rivista riportare il numero e il mese; se si tratta di un quotidiano riportare il giorno e il mese.

PAGINA/E: segnare da quante pagine è composta la pubblicazione se per intero tratta di cavità artificiali; altrimenti segnare da che pagina a che pagina l'argomento viene trattato.

SUNTO: breve riassunto dell'argomento, o degli argomenti, trattati.

TIPOLOGIA PRINCIPALE: segnare la sola tipologia principale (consultare l'elenco, riportato anche precedentemente al capitolo "Le tipologie delle Cavità Artificiali").

TIPOLOGIA SECONDARIA: qualora il testo tratti più tipologie, segnare quelle secondarie (consultare l'elenco).

MATERIE TRATTATE: segnare tutte le materie trattate nel testo (consultare l'elenco).

REGIONE: dopo aver consultato l'elenco segnare il numero che corrisponde alla Regione nella quale l'ipogeo, o gli ipogei, sono ubicati. Se il testo tratta una o più tipologie di cavità artificiali situate in diverse Regioni, siglare la casella n° 23.

OPERA REPERIBILE PRESSO: scrivere "il Compilatore" se chi compila la scheda è in possesso del testo. In caso contrario, scrivere presso chi è reperibile (nome, indirizzo, n° telefonico, fax, e-mail).

TITOLO DELL'OPERA TRATTO DA BIBLIOGRAFIA: se gli estremi del testo sono stati tratti dalla bibliografia di un libro o di un articolo, per quanto possano non essere esaurienti ai fini della compilazione della Scheda Bibliografica, riportarli comunque e barrare la casella.



NOME E INDIRIZZO DEL COMPILATORE:

scrivere cognome, nome, indirizzo completo di c.a.p., numero telefonico e numero di fax. Chi compila più schede, riporti solo sulla prima i dati richiesti, sulle altre solo cognome e nome.

NOTE

Nel corso del tempo un'opera può essere stata utilizzata o riutilizzata per fini diversi da quello iniziale. Ad esempio: una cava è diventata una polveriera, poi osario e, in ultimo, luogo di culto a seguito dell'edificazione di una cappella. Ai fini della compilazione della scheda bibliografica, segnare come tipologia principale quella che più in dettaglio viene trattata nel libro o nell'articolo in oggetto, mentre le altre come tipologie secondarie.

Rientrano nell'argomento Cavità Artificiali anche le opere un tempo non sotterranee, ma attualmente situate sotto il piano di calpestio (corsi d'acqua successivamente voltati, casamatte, etc.).

Le pubblicazioni contenenti più lavori o articoli, come ad esempio gli Atti di un Convegno, andranno catalogati come segue: la pubblicazione "Gli Etruschi maestri d'idraulica" è una raccolta di ventidue lavori. Pertanto una scheda conterrà gli estremi del libro in oggetto, mentre altre diciotto schede, relative ad altrettanti lavori, conterranno i loro estremi perchè trattano -direttamente o indirettamente- le opere ipogee. I quattro lavori restanti non vengono riportati in quanto il compilatore non li ritiene pertinenti alla Bibliografia delle Cavità Artificiali Italiane. Concludendo, vengono così compilate diciannove Schede Bibliografiche per un solo libro.

ELENCHI

TIPOLOGIE:

1) ESTRAZIONE; 2) TRASPORTO DELLE ACQUE; 3) PRESA, CONSERVA; 4) SMALTIMENTO; 5) CULTO; 6) INUMAZIONE; 7) OPERE CIVILI; 8) OPERE MILITARI; 9) OPERE VARIE (in quest'ultima tipologia vanno inseriti gli ipogei di cui s'ignora la funzione, o pubblicazioni a carattere generale, oppure trattati come ad esempio il De Re Metallica di Agricola).

MATERIE TRATTATE:

A) GEOLOGIA E SPELEOLOGIA

-Morfologia (studio delle forme del suolo, nella loro genesi ed evoluzione).

-Idrologia e Idrogeologia (studio delle acque dal punto di vista chimico e fisico, sia superficiali che sotterranee. Penetrazione delle acque in profondità e loro circolazione sotterranea).

-Geologia applicata (rapporti tra la realtà geologica e le attività pratiche dell'uomo che con essa interferiscono).

-Pedologia (studio del suolo e più precisamente del terreno agrario).

-Climatologia e Climatologia sotterranea (studio delle relazioni reciproche dei fenomeni meteorologici, le loro modificazioni in rapporto alle condizioni geografiche della superficie terrestre e i loro riflessi sui fenomeni fisici e biologici).

-Depositi e riempimenti sotterranei (chimica e mineralogia, morfologia del concrezionamento).

-Cronologia dei riempimenti sotterranei (stratigrafia, palinologia e datazione).

-Varie.

B) SPELEOLOGIA APPLICATA

-Igiene (acque potabili, inquinamento delle acque, depurazione, inquinamento ambientale).

-Diritto, Protezione (legislazione, conservazione, vandalismo, regolamentazione degli accessi).

-Turismo, Geosistema (biogeografia, pianificazione, agricoltura, demografia, parchi, cavità artificiali turistiche).

-Speleoterapia (terapie in ambienti artificiali sotterranei).

-Varie (filatelia, cartoline postali, distintivi, etc.).

C) SPELEOLOGIA TECNICA

-Tecniche e materiali d'esplorazione (equipaggiamento personale, tecniche di progressione, speleosubacquea, esplosivi, logistica).

-Prospezioni (metodi geofisici, chimici, matematici, etc.; fotogrammetria, colorazione delle acque con traccianti).

-Incidenti e soccorso (tecniche e materiali, analisi degli incidenti, esercizi di soccorso).

-Medicina (fisiologia, psicologia, sociologia, addestramento, didattica).

-Istruzione (scuole di speleologia, addestramento, didattica).

-Attività (congressi provinciali, regionali, nazionali, internazionali, mostre ed esposizioni, attività di singoli e di gruppi).

-Varie.

D) SPELEOLOGIA DOCUMENTARIA

-Topografia e catasto (metodi e materiali per topografie sotterranee e geomorfologiche).



Associazione Speleologia Cavità Artificiali Milano
Associazione Mediterranea

Bibliografia Cavità Artificiali Italiane ed Estere

AUTORE _____ ANNO _____

TITOLO _____

RIVISTA _____

EDITORE _____ LUOGO EDIZIONE _____

VOLUME _____ PAGINA/E _____

SUNTO _____

TIPOLOGIA PRINCIPALE	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Estrazione	Trasporto acque	Presi Conserva	Smaltimento	Culto	Inumazione	Opere civili	Opere militari	Varie

TIPOLOGIA SECONDARIA	1	2	3	4	5	6	7	8	9

MATERIE TRATTATE	A	B	C	D	E	F	G	H	I	L	M
	Geologia Speleologia	Speleologia applicata	Speleologia Tecnica	Speleologia Docum.	Fotografia Filmati	Bio-speleologia	Antropologia Archeologia	Ingegneria Architettura	Storia	Tutela patrimonio	Varie

REGIONE - STATO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	Valle d'Aosta	Piemonte	Liguria	Lombardia	Trentino Alto Adige	Veneto	Friuli Venezia Giulia	Emilia Romagna	Toscana	Marche	Umbria

	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
	Abruzzo	Molise	Lazio	Sardegna	Campania	Basilicata	Puglia	Calabria	Sicilia	Più Regioni	Città del Vaticano	Repubblica di San Marino	Nazione Estera

OPERA REPERIBILE PRESSO _____

TITOLO TRATTO DA BIBLIOGRAFIA _____ SI NO

NOME E INDIRIZZO DEL COMPILATORE _____

Tavola n° 16. Scheda Bibliografica.



- Toponimi e Terminologie.
- Bibliografia (documentazione bibliografica, indici, biblioteche, pubblicazioni speleologiche e/o inerenti le cavità artificiali).
- Varie.

E) FOTOGRAFIA E FILMATI

- Metodi e materiali fotografici (stampe in b/n e a colori, diapositive, attrezzatura e tecnica).
- Metodi e materiali filmici (su supporto magnetico e su pellicola, attrezzatura, tecnica).
- Computer grafica (utilizzo, tecnica, programmi).
- Varie.

F) BIOSPELEOLOGIA

- Crostacei.
- Esapodi.
- Aracnidi, Miriapodi, etc.
- Molluschi e altri invertebrati.
- Vertebrati.
- Microbiologia.
- Flora ipogea, Funghi, Alghe.
- Biospeleologia generale.

G) ANTROPOSPELEOLOGIA, ARCHEOLOGIA

- Storia della Speleologia in Cavità Artificiali.
- Antropologia (folclore, religioni, tradizioni, etc.).
- Archeologia Protostorica.
- Archeologia Classica.
- Archeologia Cristiana.
- Archeologia Medievale.
- Archeologia Industriale.
- Varie (studi e applicazioni sull'argomento "cavità artificiali").

H) INGEGNERIA, ARCHITETTURA

- Ingegneria (civile e militare).
- Architettura (civile e militare).
- Ingegneria mineraria.
- Mine (teoria e pratica dell'utilizzo delle mine per scopi civili e militari).
- Tattica militare (guerra sotterranea, demolizioni, attacco dei sistemi, impiego delle mine, storia e cronache).
- Varie.

I) STORIA

- Storia della cavità artificiale (in oggetto o in generale).
- Storia del sito e/o dell'ambiente (sito e/o ambiente nel quale la cavità artificiale è collocata: se strettamente connessa, oppure se necessaria per l'inserimento della c.a. stessa in un quadro storico-politico-sociale).

- Varie.

L) TUTELA DEL PATRIMONIO

- Ecologia.
- Conservazione.
- Restauro.
- Riutilizzo.
- Varie.

M) VARIE

- Tutto ciò che interessa o coinvolge le cavità artificiali, non rientrando nei precedenti argomenti.

LE REGIONI (compresi i due Stati facenti parte del territorio italiano)

- 1) Val d'Aosta; 2) Piemonte; 3) Liguria; 4) Lombardia;
- 5) Trentino Alto Adige; 6) Veneto; 7) Friuli Venezia Giulia;
- 8) Emilia Romagna; 9) Toscana; 10) Marche;
- 11) Umbria; 12) Abruzzo; 13) Molise; 14) Lazio; 15) Sardegna;
- 16) Campania; 17) Basilicata; 18) Puglia;
- 19) Calabria; 20) Sicilia; 21) Più regioni; 22) Città del Vaticano;
- 23) Repubblica di San Marino; 24) Nazione estera.

L'informazione

In Italia la prima rivista riguardante esclusivamente le Cavità Artificiali è Specus News, uscita nel 1997. L'ideatore e Direttore è lo speleologo cagliaritano Antonello Floris, autore di varie pubblicazioni speleologiche, tra cui il libro "Cagliari Sotterranea". E' uno dei punti di riferimento della Speleologia in Cavità artificiali in Italia. Specus News desidera non solo raccogliere le testimonianze di tante opere sotterranee, importanti per la ricostruzione di un aspetto generalmente ignorato dell'evoluzione della storia dell'uomo, ma incentivarne la ricerca, la catalogazione e gli studi soprattutto dal punto di vista storico e archeologico. Specus News si riceve solo su abbonamento. Dati: Specus News; Autorizzazione del Tribunale di Cagliari; Proprietario e Responsabile Antonello Floris; Versamento £ 15.000 (2 numeri) su vaglia postale intestato a: Floris Antonello, via Capo Sandalo 8, 09042 Monserrato (CA).

Indirizzo di posta elettronica: specus.news@tiscalinet.it
 "Speleologia" è la voce ufficiale della Società Speleologica Italiana. Rivista semestrale, pubblica lavori di speleologia svolti sia in Italia che all'estero. Contiene inoltre articoli dedicati alla didattica, alla prevenzione, al folclore, recensioni, etc. Generalmente, in ogni numero vi è un articolo riguardante le cavità artificiali. Dati: Speleologia; Autorizzazione del Tribunale di Perugia; Direttore Responsabile Marco Bani; viene



inviata a tutti i soci della Società Speleologica Italiana (Via Zamboni 67, 40127 Bologna). Oppure contattare Marco Bani, CEN "Bocca Serriola" 06012 Città di Castello (PG).

Indirizzo di posta elettronica:

banimarc@krenet.it

Di recente pubblicazione vi è la rivista *Opera Ipogea*, della Società Speleologica Italiana, che tratta le cavità artificiali. Per riceverla, occorrerà contattare la stessa S.S.I.

Numerosi Gruppi o Associazioni speleologiche italiane pubblicano un loro bollettino, o una rivista. Sempre più spesso vi compaiono articoli riguardanti ricerche e studi sulle cavità artificiali. Sono la preziosa testimonianza di opere sovente sconosciute, che solo così 'tornano alla memoria', andando a costituire un valido contributo allo studio e alla riscoperta del nostro passato. Anni fa Castellani ci esortò a non perdere la memoria di queste informazioni, riunendole in una bibliografia. Un primo contributo è stato quindi presentato al XVII Congresso Nazionale di Speleologia, tenutosi a Castelnuovo Garfagnana (LU) nel 1994 e pubblicato negli Atti (1997). I 1.300 titoli che compongono la "Bibliografia delle Cavità Artificiali Italiane. Primo contributo" sono disponibili anche su dischetto, che si può richiedere ad Antonello Floris, direttamente all'indirizzo della rivista *Specus News*, oppure riprenderli dal sito Internet della S.S.I., come precedentemente indicato. Chi fosse interessato a contribuire all'aggiornamento di tale Bibliografia, potrà mettersi in contatto con Antonello Floris.

Note

1. Nella tecnica mineraria la ripiena (materiale di ripiena) è costituita dagli scarti con cui si riempiono i vuoti prodotti nella miniera per l'estrazione del materiale utile.

2. SAMORE' 1979.

3. DIZIONARIO E. I. 1970, voce muffa: <<Nome comune di alcuni funghi che formano un micelio abbondante e non molto compatto alla superficie di organi vegetali o animali e delle più svariate sostanze organiche in decomposizione, su cui vivono da saprofiti, o, più di rado, da parassiti: per lo più di colore bianchiccio o verdognolo, etc.>>.

4. BREGANI 1999: <<Il micete si trova nel terreno, specialmente in prossimità di zone arricchite dal guano di uccelli o pipistrelli. Alcune epidemie sono state segnalate dopo lavori di pulizia o di ristrutturazioni di pollai o dopo esplosioni in grotte ricche di guano di pipistrelli>>. Seppure l'istoplasmosi (infezione dovuta al fungo *Histoplasma capsulatum*) sia stata segnalata in pochi casi in Italia, suggerirei le medesime precauzioni prescritte da Bregani, anche nel caso di frequentazione di cavità artificiali che potrebbero essere 'a rischio'. In particolare, posso indicare quali possibili le cave e le miniere riutilizzate come fungaie e attualmente abbandonate, con presenza di colonie di uccelli nelle

parti liminali o di pipistrelli in quelle interne. A questo proposito sarebbero auspicabili studi specifici su tali ambienti.

5. Per quanto ogni ordigno inesplosivo sia pericoloso, credo che il pericolo maggiore sia costituito dalle bombe a gas: un involucro corrosivo può rilasciare il gas anche senza deflagrare. Pertanto: mai e in alcun caso toccare i residui bellici! Segnarne la presenza ai Carabinieri.

6. ATZENI 1985. MORAVETTI, TOZZI 1995, p. 19. LO SCHIAVO 1996. Un altro interessante esempio è dato dalla necropoli rupestre di Pantalica, nella Valle dell'Anapo in Sicilia.

7. LILLIU 1984. DI LERNIA, GALIBERTI 1993.

8. LAUREANO 1993, pp. 44-45, pp. 59-62.

9. CIMA 1991. BROMEHEAD 1993, pp. 7-8. GARA 1994. DOMERGUE 1993.

10. DOMERGUE 1993, p. 344.

11. FORBES 1993, p. 674. La tesi dell'origine mineraria è stata formulata per la prima volta proprio da Forbes (1954, cap. 19, pp. 663-666).

12. ROSSI-OSMIDA 1974: <<Dalla storia dell'architettura, la caverna è vista come elemento propulsore negli sforzi condotti dall'uomo alla ricerca di una strutturalità, se non il primo punto di partenza>>.

13. DROWER 1993. In particolare, a p. 529: <<L'irrigazione, ossia la somministrazione artificiale di acqua ai seminati là dove le piogge sono insufficienti, è inseparabile dal prosciugamento, ossia la rimozione dell'acqua superflua dal terreno>>.

FORBES 1993, p. 689: <<Il risparmio dell'acqua fu il principio ispiratore della tecnica classica della coltivazione>>.

CASORIA 1988: <<Le potenzialità territoriali però, per diventare realtà produttiva necessitano di una adeguata organizzazione del gruppo umano>>. Vedere anche: DEL PELO PARDI 1968.

14. KANT 1977, p. 40; inoltre: <<Infatti potrebbe esser benissimo che la nostra stessa conoscenza empirica fosse un composto di ciò che noi riceviamo dalle impressioni e di ciò che la nostra propria facoltà di conoscere vi si aggiunge da sé>>; e, a pag. 41: <<Così di uno che ha scavato le fondamenta della sua casa, si dice che avrebbe potuto sapere a priori che questa sarebbe caduta: cioè egli non avrebbe dovuto aspettare l'esperienza che crollasse di fatto. Se non che, egli non avrebbe potuto saperlo interamente a priori; perché, che i corpi siano pesanti, e quindi cadano se si sottrae loro il sostegno, doveva pure essergli noto già per esperienza>>.

15. FORBES 1993, p. 674. Si può comunque ricordare che le popolazioni celtiche, pur applicando le tecniche di coltivazione e impiegando i cunicoli di mina, sembrerebbe che non realizzassero acquedotti sotterranei. Vedere inoltre utilmente CESARE VII, 22.

16. UBERTINI 1991. CLARKE 1998: <<L'insieme culturale è il prodotto di un gruppo sociale di una certa complessità e dimensione>>.

Vedere inoltre, per il rapporto culturale e religioso degli Etruschi con le acque: TORELLI 1991.

17. PALLOTTINO 1984.

18. GENTILE, BROWN, SPADONI. 1990: <<Esattamente come gli aruspici, che nelle viscere leggevano la realtà e il suo evolversi, nelle viscere di Milano è possibile cogliere le tappe più significative del suo sviluppo>>.



19. PADOVAN 1992 e PADOVAN 1996. Le operazioni di ricerca e di documentazione sono state condotte dall'Associazione Speleologia Cavità Artificiali Milano (S.C.A.M.) tra il 1988 e il 1993.
20. LAUREANO 1993, p. 173.
21. ASSOCIAZIONE SUBACQUEA 1981: <<... Dagli Statuti, dalle Riformanze medievali del Comune di Perugia e da altri documenti d'archivio, risulta infatti che nel corso dei secoli essi sono stati spesso oggetto di specifici provvedimenti legislativi e che sono stati in più di un'occasione assunti come punti di riferimento per indicare il tracciato delle strade, o come indicazione di confine tra diverse giurisdizioni...>>.
22. SPELEO CLUB 1981.
23. BOVINI 1952.
24. PACE 1986.
25. LUCIANI 1984, p. 9.
26. ROMBAI, TOGNARINI 1986. SARAGOSA 1995.
Le indagini nelle grotte sotterranee sono tuttora in corso ad opera dell'Associazione Speleologia Cavità Artificiali Milano e del Gruppo Speleologico Archeologico Livornese su incarico della Soprintendenza ai Beni Ambientali e Architettonici per le Province di Siena e Grosseto. CASINI, PADOVAN, SARAGOSA (in corso di stampa).
27. BASSI, BERTO, PERLETTI 1996.
28. BAKER 1977.
29. SUSINI 1995. A questa evidenza non è disgiunta la sacralità di determinate acque, peculiare nel mondo antico, ma tutt'oggi persistente. TORELLI 1991.
TOLLE-KASTENBEIN 1990, p. 24: <<Tra tutte le acque dolci e potabili, gli antichi ritenevano che l'acqua sorgiva fosse la migliore>>.
- Una descrizione delle acque e di come individuare le fonti sotterranee ci viene da VITRUVIO (Libro VIII, I), il quale suggerisce inoltre come stabilirne la bontà (Libro VIII, I e V).
- Sovente pozzi e sorgenti d'epoca nuragica sono da ritenere connessi agli abitati; inoltre alcune strutture potevano rivestire carattere sacro, come, secondo Contu, ipotizzabile dall'aspetto architettonico. CONTU. 1974. Oppure (contributo identico): CONTU 1985.
30. PADOVAN 1997. Costruito agli inizi del XVII secolo dagli Spagnoli, nonostante fosse il più grande e meglio articolato nel suo genere, il Forte di Fuentes soffrì sempre la penuria di acqua potabile. I miasmi delle circostanti paludi e un sistema di stoccaggio delle acque piovane presumibilmente inadeguato, costringeva la guarnigione ad un approvvigionamento supplementare, tramite botti, dal vicino paese di Colico (Lecco). Vedere utilmente anche: GIUSANI 1903.
31. TUCIDIDE II 47,1-54,5. <<Improvvisamente piombò su Atene e in primo luogo contagiò la gente del Pireo, così che fu detto che i Peloponnesi avevano gettato veleni nelle cisterne d'acqua piovana, dal momento che in quella località non esistevano ancora fontane>>.
32. VEGEZIO IV, 10.
33. L'incile dell'acquedotto romano di Bologna cattura le acque del torrente Setta, conducendole con un percorso in cavo cieco di circa venti chilometri fin sotto la città. AA. VV. 1985, vol. I e II. Per le opere idrauliche vedere utilmente RIERA 1994.
34. PETRUCCIOLI 1985, pp. 108, 112, 133. Vedere anche: LAUREANO 1995 e CASTELLANI 1997.
35. Parlando della guerra di Antioco contro Arsace (210 a.C.), Polibio dice che nel deserto furono scavati molti pozzi e canali sotterranei, probabilmente all'epoca della dominazione persiana: <<Essendo il Tauro ricco di molte e copiose acque, gli abitanti si sottoposero a ogni spesa e sacrificio per costruire lunghi canali sotterranei, di modo che ai nostri giorni chi usa di queste acque non sa donde sgorgino e siano condotte. Arsace, quando vide che Antioco si accingeva alla marcia attraverso il deserto, ordinò di interrare e corrompere i pozzi>>. POLIBIO X, 28.
36. PICIOCCHI 1990.
37. SALVADORI 1993. BUSANA 1993. LUCIANI 1984a.
38. TODARO 1988, pp. 55-59.
39. PAIRAULT MASSA 1994.
40. COARELLI 1987.
41. LOMBARDI, POLCARI 1984. ADAM 1996, pp. 24-29.
42. GERBELLA 1948, pp. 80-94 e pp. 183-188. CHERUBINI, SGOBBA 1997.
43. CHERUBINI, GEMINARIO 1991.
44. TODARO 1988, p. 47.
45. TODARO 1988, p. 52.
46. CEOLA 1939.
47. LIVIO V, 19-22.
48. Nelle fortificazioni del passato la pusterla, o postierla, era una porta pedonale aperta nelle mura. Poteva essere collocata in un luogo nascosto o defilato, per consentire una via di comunicazione tra l'interno e l'esterno della cinta, utilizzabile anche in caso d'assedio per le sortite.
49. ANGELINI 1984 (prefazione alla traduzione di: VEGEZIO 1984). Vissuto tra il IV e il V secolo, Vegezio è rimasto fino al XIX un punto di riferimento per storiografi e tattici. La sua opera, considerata un manuale fondamentale per la formazione militare, aveva lo scopo di sollecitare un ripristino della struttura dell'esercito romano, ricordandone la capacità operativa che un tempo l'aveva reso esemplare per addestramento, razionalità organizzativa e prontezza tattica.
50. Ad esempio, nel corso della guerra in Indocina, i Vietnamiti erano usi scavare cunicoli per giungere all'interno dei campi trincerati francesi; nel famoso assedio di Dien Bien Phu questa tecnica venne ampiamente utilizzata. Anche in questo caso l'uomo, per attaccare un suo simile strategicamente attestato, si deve celare sotto terra per sfuggire agli apparati difensivi e batterlo col fattore sorpresa.
51. POLIBIO X, 31.
52. TUCIDIDE II, 76, 2. Analogamente a casi precedenti, non è rilevante ai fini di questa analisi se i fatti sono accaduti così come descritti dagli autori antichi, in quanto servono unicamente a testimoniare la conoscenza di determinati espedienti.
53. FRONTINO, III, VII, 2.
54. GILLOT 1805. CASSI RAMELLI 1964, pp. 383-384, 402-403, 406-407, 418 e seg. AMORETTI 1965. BORDIGNON, OTTINO, PADOVAN D., PADOVAN G. 1997.
55. La sua posizione strategica viene brevemente citata anche in: LIVIO XXV, 25.
56. MAUCERI 1939. MARCONI 1978. CASSI



RAMELLI 1964.

57. STRABONE V, 11.

58. DONATI 1995. NICOLETTI 1980.

Sono comunemente noti i sotterranei ad uso cultuale o sepolcrale recanti pitture, affreschi, basso e altorilievi.

59. Esempi di attrezzi impiegati per le coltivazioni si possono vedere in: AGRICOLA 1621. DELLA FRATTA 1678. BROMEHEAD 1993, pp. 9-17 e 36-37. ADAM 1996 pp. 25-41. SEBESTA 1987. ZANINI 1998. ROCKWELL 1993, pp.177-194.

60. BESSAC 1993, p. 175: <<Dans le domaine strictement technique, il existe aussi un sujet touchant directement aux traces qui concerne les effets de chaque outil, selon les caractéristiques propres aux diverses roches>>.

61. BESSAC 1993, p. 150. Vedere anche: ROCKWELL 1992. MANNONI, CASINI, PARENTI 1994.

62. CASTELLANI 1973. Vedere anche: FORTI 1992.

63. SOCIETA' SPELEOLOGICA ITALIANA 1978. COLLIGNON 1992.

64. DEL PELO PARDI 1943: la sua classificazione è la seguente: I - Cunicoli di bonifica nel tufo litoide. II - Cunicoli per la captazione d'acqua nel tufo granulare. III - Emissari o deviazioni di corsi d'acqua. IV - Deviazioni di acque sorgenti, acquedotti. V - Cisterne di acqua e annessi pozzi d'accesso. VI - Fognature. VII - Gallerie per scopi militari, passaggi. VIII - Luoghi di culto. IX - Ricoveri per animali, cantine. X - Cave di materiale. XI - Catacombe.

65. BURRI 1978. Le classi proposte da Burri sono: <<miniere, acquedotti e cisterne, catacombe e chiese, insediamenti rupestri, cavità a uso antropico generico>>.

66. CASTELLANI 1981.

67. PICIOCCHI 1983. PICIOCCHI 1987. Con il termine "Speleologia Urbana" si è voluto inizialmente indicare l'attività speleologica condotta in ambito urbano. Il termine, in disuso, è meglio sostituito con "Speleologia in Cavità Artificiali".

68. AA. VV. 1981. LANZA, PICIOCCHI 1984. Gli atti del Convegno di Todi non sono stati pubblicati.

69. LUCIANI 1984, p. 12. Il catalogo della mostra è stato suddiviso nel seguente ordine: 1- Geologia: cave, materiali. 2- Acqua: acquedotti, pozzi, stagni, cisterne. 3- Archeologia: preistoria, protostoria, domus, spettacoli, carceri, fori, criptoportici. 4- Fogne: cunicoli, gallerie. 5- Culto: cripte, basiliche, mitrei, chiese, titoli, favisse. 6- Sepulture: tombe, catacombe.

70. Il Corso si è tenuto a Fontecchio d'Abruzzo (AQ) il 16-18 ottobre 1987. Gli atti non sono stati pubblicati (i contributi dei relatori -tra cui figurano Castellani, Dragoni e Giorgetti- e di alcuni iscritti, sono eventualmente da richiedere a Ezio Burri, della Società Speleologica Italiana).

71. SIGNORELLI, DELL'OLIO 1990. I tre gruppi proposti sono così suddivisi: A) Opere idrauliche: opere di regimentazione e di bonifica, opere di captazione, opere di trasporto, cisterne, pozzi, opere di presa, fognature. B) Opere insediative: insediamenti stabili, ricoveri temporanei e rifugi, necropoli e luoghi di culto in generale, opere difensive. C) cave e miniere, gallerie o camminamenti militari, opifici in genere, magazzini e stalle, altro.

72. PADOVAN 1989. I lavori sono suddivisi in: Miniere, Cisterne e Pozzi, Acquedotti, Emissari sotterranei, Necropoli e Catacombe, Luoghi di culto, Sotterranei Militari, Sottosuolo

delle città.

73. FLORIS, PADOVAN 1997, p. 79 e seg.

74. FLORIS, PADOVAN 1997, pp. 79-174. La "Bibliografia delle Cavità Artificiali Italiane. Primo contributo", presentata al XVII Congresso Nazionale di Speleologia, suddivide le opere ipogee in otto tipologie principali. Questo ne facilita la classificazione, unitamente allo studio e alla comparazione. I 1.300 titoli che la compongono sono consultabili sul sito Internet "Speleologia Cavità Artificiali" della Società Speleologica Italiana. FLORIS, PADOVAN D., PADOVAN G. 1997, p. 87 e seg.

75. GAMBINI corso di stampa.

Bibliografia

AA. VV. 1981 =

AA. VV., *Il sottosuolo dei centri storici umbri. Esperienze speleologiche*, in *Atti del Convegno Nazionale*, Terni Provincia, Terni 1981.

AA. VV. 1985 =

AA. VV., *Acquedotto 2000. Bologna, l'acqua del Duemila ha duemila anni*, Regione Emilia-Romagna, vol. I e II, Bologna 1985.

ADAM 1996 =

J.-P. Adam, *L'arte di costruire presso i romani*, Milano 1996.

AGRICOLA 1621 =

G. Agricola, *De re metallica*, edizione del 1621, pp. 108-110.

AMORETTI 1965 =

G. Amoretti, *Le gallerie di contromina della 'Mezzaluna della Porta del Soccorso' della Cittadella di Torino*, in *Armi Antiche*, Bollettino dell'Accademia di S. Marignano, Torino 1965, pp. 57-102.

ASSOCIAZIONE SUBACQUEA 1981 =

Associazione Subacquea "Orsa Minore", *Pozzi e cisterne medievali della città di Perugia*, Quaderni Regione dell'Umbria, Regione Umbria 1981, pp. 11-12.

ATZENI 1985 =

E. Atzeni, *Aspetti e sviluppi culturali del neolitico e della prima età dei metalli in Sardegna*, in *Ichnussa*, 1985, pp. 33-41.

BAKER 1977 =

P. Barker, *Tecniche dello scavo archeologico*, Milano 1977, p. 44.

BASSI, BERTO, PERLETTI 1996 =

P. Bassi, R. Berto, F. Perletti, *Inquadramento geologico regionale del territorio di Milano*, in *La fortezza celata*, Vigevano 1996.

BESSAC 1998 =

J. C. Bessac, *Traces d'outils sur la pierre: problématique, méthodes d'études et interprétation*, in *Archeologia delle Attività Estrattive e Metallurgiche*, Firenze 1998.

BORDIGNON, OTTINO, PADOVAN D, PADOVAN G 1997=

L. Bordignon, M. Ottino, D. Padovan, G. Padovan, *La fortez-*



- za di Verrua Savoia, in *Atti del IV Convegno Nazionale sulle Cavità Artificiali*, Club Alpino Triestino, Trieste 1997, pp. 187-208.
- BOVINI 1952 =
G. Bovini, *Rassegna degli studi sulle catacombe e sui cimiteri sub divo*, Città del Vaticano 1952, p. 7.
- BREGANI 1999 =
R. Bregani, *Istoplasmosi*, Speleologia, Rivista della Società Speleologica Italiana, n° 40, Città di Castello 1999, pp. 96-100.
- BROMEHEAD 1993 =
C.N. Bromehead, *Coltivazione delle miniere e delle cave*, in *La preistoria e gli antichi imperi*, Storia della tecnologia 1, tomo secondo, Torino 1993.
- BURRI 1978 =
E. Burri, *Gli ipogei artificiali*, in *Manuale di Speleologia*, Società Speleologica Italiana, Milano 1978, p. 154.
- BUSANA 1993 =
M. S. Busana, *Le strade in galleria*, in *Il sottosuolo nel mondo antico*, Progetto Quarta Dimensione, Treviso 1993, pp. 33-45.
- CASINI, PADOVAN, SARAGOSA c.s. =
A. Casini, G. Padovan, C. Saragosa, *I cunicoli delle ferriere: speleologia e archeologia industriale a Follonica*, in *Atti del XVIII Congresso Nazionale di Speleologia*, Società Speleologica Italiana, c.s.
- CASSI RAMELLI 1964 =
A. Cassi Ramelli, *Dalle caverne ai rifugi blindati*, Milano 1964.
- CASORIA 1988 =
G. Casoria, *La flora e le risorse agricole*, in *Etruria Meridionale*, Atti del Convegno. 1985, Roma 1988, p. 45.
- CASTELLANI 1973 =
V. Castellani, *Su alcune forme di pseudo carsismo indotto*, in *Atti del II Convegno di Speleologia Abruzzese. 1973*, L'Aquila 1973, pp. 121-126.
- CASTELLANI 1981 =
V. Castellani, *Speleologia e Cavità artificiali*, in *Il sottosuolo dei centri storici umbri. Esperienze speleologiche*, Atti del Convegno Nazionale, Terni 1981, p. 3.
- CASTELLANI 1997 =
V. Castellani, *I 'rhetara' del Tafilalt*, in *Atti del XVII Congresso Nazionale di Speleologia. 1994*, Regione Toscana, vol. I, Lucca 1997, pp. 349-354.
- CEOLA 1939 =
M. Ceola, *La guerra sotterranea attraverso i secoli*, Museo Storico Italiano della Guerra, Rovereto 1939, p. 6.
- CESARE =
C. G. Cesare, *De bello gallico*, VII, 22.
- CHERUBINI, GERMINARIO 1991 =
C. Cherubini, S. Germinario, *Stabilità degli ipogei in rocce calcarenitiche*, in *3° International Symposium on underground quarries*, Club Alpino Italiano, Napoli 1991, p. 102.
- CHERUBINI, SGOBBA 1997 =
C. Cherubini, D. Sgobba, *Le cave sotterranee di tufo pugliesi: descrizione degli ipogei e valutazione di stabilità*, in *Atti del IV Convegno Nazionale sulle Cavità Artificiali*, Trieste 1997, p. 55.
- CIMA 1991 =
M. Cima, *Archeologia del Ferro*, Archeologia e Ambiente, Brescia 1991, p. 76.
- CLARKE 1998 =
D. L. Clarke, *Archeologia analitica*, Milano 1998, p. 206.
- COARELLI 1987 =
F. Coarelli, *I santuari del Lazio in età repubblicana*, Roma 1987, p. 48.
- COLLIGNON 1992 =
B. Collignon, *Manuale di Speleologia*, 1992, pp. 48-78 e pp. 178-195.
- CONTU, MANSUELLI, TUSA 1974 =
E. Contu, G. Mansuelli, V. Tusa, *Popoli e civiltà dell'Italia antica*, Biblioteca di Storia Patria, Roma 1974, pp. 167-169.
- CONTU 1985 =
E. Contu, *L'architettura nuragica*, in *Ichnussa*, 1985, pp. 115-129.
- DELLA FRATTA 1678 =
M. A. Della Fratta et Montalbano, *Pratica Minerale*, Bologna 1678, ristampa anastatica a cura di Cima Marco, Firenze 1985, pp. 11-14.
- DEL PELO PARDI 1943 =
G. Del Pelo Pardi, *Bonifiche antichissime. La malaria e i cunicoli del Lazio*, in *Atti della Reale Accademia dei Georgofili*, Accademia dei Lincei, Firenze 1943.
- DI LERNIA, GALIBERTI 1993 =
S. Di Lernia, A. Galiberti, *Archeologia mineraria della selce nella preistoria*, *Quaderni del Dipartimento di Archeologia e Storia delle Arti Sezione Archeologica*, Università di Siena, 1993, pp. 14-22 e pp. 30-37.
- DIZIONARIO E.I. 1970 =
Dizionario Enciclopedico Italiano, Istituto della Enciclopedia Italiana fondata da Giovanni Treccani, Roma 1970.
- DOMERGUE 1993 =
C. Domergue, *Regard sur les techniques minières à l'époque romaine*, in *Archeologia delle attività estrattive e metallurgiche*, Firenze 1993, pp. 329-353.
- DONATI 1995 =
A. Donati, *Epigrafia del lavoro: nel buio del condotto romano*, in *Acquedotto 2000. Bologna, l'acqua del Duemila ha duemila anni*, Regione Emilia-Romagna, vol. I, Bologna 1995, p. 27.



DROWER 1993 =

M.S. Drower, *Fornitura di acqua, irrigazione e agricoltura*, in *La preistoria e gli antichi imperi*, Storia della Tecnologia 1, tomo secondo, Torino 1993, pp. 258-566.

FLORIS, PADOVAN 1997 =

A. Floris, G. Padovan, *Bibliografia delle Cavità Artificiali Italiane. Primo contributo*, in *Atti del XVII Congresso Nazionale di Speleologia. 1994*, Regione Toscana, vol. II, 1997.

FLORIS, PADOVAN D., PADOVAN G. 1997 =

A. Floris, D. Padovan, G. Padovan, *Mediterraneus*, in *Atti del IV Convegno Nazionale sulle Cavità Artificiali*, Club Alpinistico Triestino, Trieste 1997.

FORBES 1954 =

R. J. Forbes, *Studies in Ancient Technology*, Clarendon Press, vol. 2, Oxford 1954, pp. 663-666.

FORBES 1993 =

R. J. Forbes, *Ingegneria idraulica e impianti sanitari*, in *Le civiltà mediterranee e il medioevo*, Storia della Tecnologia 2, Tomo secondo, Torino 1993, p. 674 e p. 689.

FORTI 1992 =

P. Forti, *Processi ipercarsici e speleogenesi*, Speleologia, Rivista della Società Speleologica Italiana, n. 26, Milano 1992, pp. 11-15.

FRONTINO =

S. J. Frontini, *Strategematicon*, III, VII, 2.

GAMBINI c.s. =

A. Gambini, *La cisterna di Piazza Mercato delle Scarpe a Bergamo*, in *Atti del XVIII Congresso Nazionale di Speleologia. 1998*, corso di stampa.

GARA 1994 =

G. Alessandra, *Tecnica e tecnologia nelle società antiche*, Roma 1994, pp. 49-51.

GENTILE, BROWN, SPADONI 1990 =

A. Gentile, M. Brown, G. Spadoni, *Viaggio nel sottosuolo di Milano tra acque e canali segreti*, Comune di Milano, Milano 1990, p. 11.

GERBELLA 1948 =

L. Gerbella, *Arte mineraria*, vol. II, Milano 1948.

GILLOT 1885 =

C.L. Gillot, *Traité de fortification souterraine, ou des mines offensives et défensives*, Paris 1805.

GIUSSANI 1903 =

A. Giussani, *Il Forte di Fuentes*, Como 1903.

KANT 1977 =

K. Immanuel, *Critica della ragion pura*, vol.1, 1977.

LANZA, PICIOCCHI 1984 =

P. Lanza, L. Picicocchi, *La Speleologia Urbana*, Speleologia,

Rivista della Società Speleologica Italiana, n° 11, Milano 1984, p. 13.

LAUREANO 1993 =

P. Laureano, *Giardini di pietra*, Torino 1993, pp. 44-45, pp. 59-62, p. 173.

LAUREANO 1995 =

P. Laureano, *La piramide rovesciata*, Torino 1995, pp. 55-71.

LILLIU 1984 =

G. Lilliu, *Le miniere dalla preistoria all'età tardo romana*, in *Le miniere e i minatori della Sardegna*, Consiglio Regionale della Sardegna, 1984, p. 7.

LIVIO =

T. Livio, *Storia di Roma dalla sua fondazione*.

LO SCHIAVO 1996 =

F. Lo Schiavo, *Miniere e metallurgia in Sardegna: la ricerca archeologica dal presente al passato*, in *La miniera, l'uomo, l'ambiente*, Firenze 1996, p. 190.

LOMBARDI, POLCARI 1984 =

L. Lombardi, M. Polcari, *Cave e materiali da costruzione*, in *Roma sotterranea*, Roma 1984, pp. 26-27.

LUCIANI 1984 =

R. Luciani (a cura di), *Roma sotterranea*, Roma 1984.

LUCIANI 1984a =

R. Luciani, *Il criptoportico del Palatino*, in *Roma sotterranea*, Roma 1984, pp. 148-155.

MANNONI, CASINI, PARENTI 1994 =

T. Mannoni, A. Casini, R. Parenti, *Il Marmo Pario dell'Etruria*, in *Splendida Civitas Nostra*, 1994, p. 350.

MAUCERI 1939 =

M. Luigi, *Il Castello di Eurialo nella storia e nell'arte*, Catania 1939.

MARCONI 1978 =

P. Marconi (a cura di), *I Castelli*, Novara 1978, pp. 490-492.

MORAVETTI, TOZZI 1995 =

A. Moravetti, C. Tozzi (a cura di), *Sardegna*, Guide Archeologiche, Preistoria e Protostoria in Italia, Ministero per i Beni Culturali e Ambientali, Forlì 1995, p. 19.

NICOLETTI 1980 =

M. Nicoletti, *L'architettura delle caverne*, 1980.

PACE 1986 =

P. Pace, *Tecniche di conduzione e distribuzione dell'acqua in epoca romana*, in *Il trionfo dell'acqua. Acque e Acquedotti a Roma*, Roma 1986, p. 139.

PADOVAN 1989 =

G. Padovan (a cura di), *La Speleologia in Cavità Artificiali in Italia. Studi per il Secondo Congresso Internazionale sulle*



- Cavità Artificiali. Parigi 1989*, Commissione Nazionale Cavità Artificiali, Società Speleologica Italiana, 1989.
- PADOVAN 1992 =
G. Padovan, *Castrum Portae Jovis Mediolani*, Speleologia, Rivista della Società Speleologica Italiana, n. 27, Milano 1992, 61-64.
- PADOVAN 1996 =
G. Padovan, *La fortezza celata. I sotterranei del Castello Sforzesco di Milano*, Vigevano 1996.
- PADOVAN 1997 =
G. Padovan, *Il Forte di Fuentes*, in *Atti del XVII Congresso Nazionale di Speleologia. 1994*, Regione Toscana, vol. I, Lucca 1997, pp. 295-297.
- PAIRAULT MASSA 1994 =
F.-H. Pairault Massa, Bolsena, in *E. A. A.*, secondo suppl., Roma 1994, p. 716.
- PALLOTTINO 1984 =
M. Pallottino, *Storia della Prima Italia*, Rusconi, Milano 1984, p. 32.
- PETRUCCIOLI 1985 =
A. Petruccioli, *Dar al Islam*, Roma 1985, pp. 108, 112, 133.
- PICIOCCHI 1983 =
A. Picciocchi, *Speleologia Urbana*, Speleo, Rivista dello Speleo Club Firenze, Firenze 1983, pp. 5-11.
- PICIOCCHI 1987 =
A. Picciocchi, *Viaggio nella Napoli sotterranea per l'incontro rituale nel mondo dei morti*, in *Le cavità artificiali: aspetti storico-morfologici e loro utilizzo*, Atti del II Convegno Nazionale di Speleologia Urbana, Club Alpino Italiano Sez. Napoli, Napoli 1987, pp. 147-154.
- PICIOCCHI 1990 =
C. Picciocchi, *Le cisterne dell'olio nel sottosuolo napoletano*, Club Alpino Italiano Sezione di Napoli, Notiziario Sezionale, n. 1, Napoli 1990, pp. 31-32.
- POLIBIO =
Polibio, *Storie*.
- RIERA 1994 =
I. Riera (a cura di), *Utilitas necessaria. Sistemi idraulici nell'Italia romana*, Milano 1994.
- ROCKWELL 1992 =
P. Rockwell, *Lavorare la pietra*, La Nuova Italia Scientifica, Roma 1992, p. 27.
- ROCKWELL 1993 =
P. Rockwell, *Tools in ancient marble sculpture*, in: *Archeologia delle Attività Estrattive e Metallurgiche*, Firenze 1993, pp. 177-194.
- ROMBAI, TOGNARINI 1996 =
L. Rombai, I Tognarini, *Follonica e la sua industria del ferro. Storie e beni culturali*, Firenze 1996.
- ROSSI-OSMIDA =
G. Rossi-Osmida, *Le caverne e l'uomo*, Milano 1974.
- SALVADORI 1993 =
M. Salvadori, *I sotterranei degli anfiteatri*, in *Il sottosuolo nel mondo antico*, Progetto Quarta Dimensione, Treviso 1993, 47-61.
- SAMORE' 1979 =
T. Samorè, *Analisi d'incidenti mortali a speleosub e loro prevenzioni*, in *Atti del IX Convegno di Speleologia Lombarda*, Lecco 1979, pp. 63-64.
- SARAGOSA 1995 =
C. Saragosa, *Follonica e il suo territorio. Memoria e rinascita di un paesaggio*, Follonica 1995, pp. 116-120.
- SEBESTA 1987 =
G. Sebesta, *La via del Rame*, Estratto da *Economia Trentina*, n. 1, 1987, pp. 120-133.
- SIGNORELLI, DELL'OLIO 1990 =
B. Signorelli, L. Dell'Olio, *Il punto sulla speleologia urbana*, in *Atti del XIII Convegno di Speleologia Lombarda. 1988*, Varese 1990, p. 338.
- SOCIETA' SPELEOLOGICA ITALIANA 1978 =
Società Speleologica Italiana, *Manuale di Speleologia*, Longanesi & C., Milano 1978, pp. 95-153.
- SPELEO CLUB ORVIETO 1981 =
Speleo Club Orvieto, *L'esplorazione del sottosuolo orvietano*, in *Il sottosuolo dei centri storici umbri. Esperienze speleologiche*, Atti del Convegno Nazionale, Terni 1981, pp. 53-57.
- STRABONE =
Strabone, *Geografia*, V 11.
- SUSINI 1995 =
G. Susini, *Pagine d'introduzione*, in *Acquedotto 2000. Bologna, l'acqua del Duemila ha duemila anni*, Regione Emilia-Romagna, vol. I, Bologna 1995, p. 14.
- TODARO 1988 =
P. Todaro, *Il sottosuolo di Palermo*, Palermo 1988.
- TOLLE-KASTENBEIN 1990 =
R. Tolle-Kastenbein, *Archeologia dell'acqua*, Milano 1990.
- TORELLI 1991 =
M. Torelli, *L'acqua degli Etruschi dalle forme ideologiche alle pratiche sociali*, in *Gli Etruschi maestri d'idraulica*, Perugia 1991, pp. 19-28.
- TUCIDIDE =
Tucidide, *La guerra del Peloponneso*.



UBERTINI 1991 =

L. Ubertini, *L'acqua di oggi: cultura, bisogni, tecnologie*, in *Gli Etruschi maestri d'idraulica*, Perugia 1991, pp. 13-17.

VEGEZIO =

F. R. Vegezio (a cura di A. Angelini), *L'arte militare*, Stato Maggiore dell'Esercito, Roma 1984, IV 10.

VITRUVIO =

Vitruvio, *De architectura*.

ZANINI 1998 =

A. Zanini (a cura di), *Dal bronzo al ferro*, Comune di Livorno, Pisa 1998, pp. 206-208.



Gianluca Padovan *

Per una nuova lettura del paesaggio: quadro delle evidenze sotterranee lombarde

Sommario

Seppure ad un primo, e comunque parziale esame, anche in Lombardia il patrimonio ipogeo si è rivelato consistente e vario. Suddivisa per tipologie, si presenta una rassegna degli ipogei conosciuti.

Abstract

Although after a first and incomplete examination, it emerges that also in Lombardia the hypogeal heritage is various and substantial. We present a review of known hypogeums subdivided into typologies.

Introduzione

Ho ritenuto utile formare un quadro indicativo delle realtà ipogee della Regione, per prospettare il potenziale informativo, fino ad oggi solo parzialmente considerato. L'intento è di testimoniare, seppure in modo non completo e, certamente, soggettivo, quanto fino ad ora si è fatto. Questo nel tentativo di stimolare anche in altri ricercatori l'interesse a comporre, a loro volta, un prospetto delle operazioni condotte, comprendendo le intrinseche potenzialità delle aree in esame. E' un servizio alla Comunità, e al mondo della ricerca, che ritengo sia doveroso fornire. Occorrerà poi mettere a disposizione gli strumenti che servono allo sviluppo della disciplina, anche al di fuori dell'ambito strettamente speleologico.

L'Italia è ricca di testimonianze storiche e ritengo sia meglio studiare e musealizzare il territorio piuttosto che 'cementificarlo'. E' senza dubbio meglio preservare tali opere sotterranee, piuttosto che demolirle o riutilizzarle in modo poco consona alla loro natura. Come ampiamente dimostrato in Centro Italia, esse potrebbero, fra l'altro, costituire motivo di richiamo turistico (creando un indotto e consequenzialmente dei posti di lavoro). Fatto che, in alcuni casi, potrebbe concorrere alla loro tutela, preservandole da un eventuale degrado.

Ricomponendo la 'memoria storica' delle attività

* Associazione Speleologia Cavità Artificiali Milano (S.C.A.M.)

condotte in Lombardia, si potrà continuare a fare a meno di un Coordinamento Regionale e di un Catasto Centrale: questa mia affermazione trova conforto nel fatto che, presso vari Gruppi e Associazioni Speleologiche, già si attuano la schedatura e la raccolta dei dati inerenti gli ipogei esaminati e se ne cura la divulgazione in riviste speleologiche o, almeno, in pubblicazioni a carattere locale.

Cercherò quindi di fornire un succinto quadro riguardo le cavità artificiali lombarde, suddividendole per tipologie, e avendo ben presente che i dati non sono certamente completi, ma ritenendo che essi possano comunque fornire una indicazione circa la rilevanza, quantitativa e qualitativa, dei manufatti esistenti.

TIPOLOGIA N° 1: Estrazione

Lungo tutto l'arco montuoso lombardo sono presenti cave e miniere. Testimoniate già per l'età antica, le attività di coltivazione si rendono più evidenti in età medievale e rinascimentale, protraendosi sovente fino al XX secolo. In questo senso è rilevante l'area che comprende Val Trompia, Val Seriana, Val Brembana, Val di Scalve e Val Camonica. E' attualmente difficile stimare il potenziale lasciatoci in gallerie minerarie, ma appare abbastanza verosimile e prudente valutarne l'ipotetico sviluppo intorno a svariate decine di chilometri. Poche miniere sono state oggetto d'indagine speleologica, mentre in alcune grotte si sono individuate e



Graffito raffigurante un castello, all'ingresso di una cava di pietra ollare, in Valchiavenna (SO) (foto G. Padovan).

rilevate tracce di coltivazioni minerarie, realizzate senza l'impiego dei materiali esplosivi (1).

E' già possibile segnalare, peraltro, alcuni musei dotati di sezioni dedicate alle attività minerarie, con esposizione di materiali e la possibilità di consultare testi e documenti, che sono:

- Museo della Scienza e della Tecnica "Leonardo da Vinci", Comune di Milano (tel. 02.48010040).
- Museo Etnografico dell'Alta Valle Seriana, Comune di Ardesio (Bergamo) (tel. 0346.33663).
- Museo Etnografico di Schilpario, Comune di Schilpario (Bergamo) (tel. 0346.55393).



- Museo Mineralogico, Comune di Oltre il Colle (Bergamo) (tel. 0345.95015).

Vetrine riguardanti le attività estrattive e i minerali si possono vedere anche presso il Museo di Storia Naturale di Milano (tel. 02.799870).

I siti attualmente conosciuti, procedendo per grandi aree, sono:

- Colico (Lecco). Nella penisola di Piona, in direzione dell'omonima Abbazia, sparsi nel bosco a varie altezze vi sono le gallerie delle miniere di pegmatite (personalmente, alla fine degli anni Settanta, ho potuto vedere quelle di "Rivetta" e "Malpensata").

Alla base del colle di Montecchio -su cui sorge il Forte di Fuentes- vi sono alcune gallerie di ricerca e una di coltivazione, in cui si notano modeste tracce di limonite. In quest'ultima l'Ass. S.C.A.M., nel 1989, ha effettuato l'esplorazione speleosubacquea di una discenderia sommersa.

- Val Brembana (Bergamo). E' stata un'area d'intensa attività mineraria. Nel comune di Dossena, sul monte Vaccareggio, vi sono alcuni giacimenti; la miniera più importante è quella del "Paglio Pignolino". Il suo sviluppo di oltre venti chilometri intercetta cavità naturali, alcune ancora in corso d'esplorazione da parte del Gruppo Grotte Milano e del Gruppo Speleologico "Le Nottole" di Bergamo.

- Valcamonica (Brescia). Sono presenti diverse miniere, alcune delle quali oggetto d'indagine da parte di gruppi speleologici lombardi, tra cui il Gruppo Grotte Milano e l'Associazione S.C.A.M.

- Valchiavenna (Sondrio). All'incontro della Valchiavenna con la Bassa Val Bregaglia, tra Chiavenna e Piuro, vi sono numerose cave di pietra ollare, sparse lungo le erte pendici montuose. In prossimità degli accessi si possono talvolta notare incisioni rupestri e graffiti. Mi consta che siano tutte, o quasi tutte, da rilevare. La cava denominata "La Trona" è forse l'unica a presentare un discreto sviluppo. Al suo interno, a metà degli anni Ottanta, ho notato un paio di 'teste di fungo' pronte per essere staccate dalla matrice.

- Valganna (Varese). L'Antro delle Gallerie (2001 LO VA) è probabilmente la cavità artificiale più nota agli speleologi lombardi. Scoperta verso la fine del XIX secolo dall'abate milanese Inganni, è stata oggetto di lunghe indagini. Lo speleosub Amedeo Gambini ha effettuato l'esplorazione e il rilievo del Pozzo Quadro nel 1984. Vi hanno operato prevalentemente il Gruppo Grotte Milano, lo Speleo Club "I Protei" di Milano, l'Associazione S.C.A.M. e il Gruppo Speleologico C.A.I. Varese, il cui socio Ivo Scaciotti tutt'ora pro-



Esplorazione della discenderia sommersa nella miniera situata alla base del Colle di Montecchio (LC), effettuata da Roberto Barbierato nel 1989 (foto G. Padovan).

cede nelle ricerche. Ritenuta una cava di arenaria, lascia comunque irrisolte alcune problematiche: la collocazione cronologica; il rapporto tra metodo di abbattimento e materiale; presenza di almeno due distinte fasi d'intervento, la cui seconda 'taglia' con evidenza precedenti opere cunicolari. Una interessante raccolta di foto e documenti che vanno dal 1887 agli anni Sessanta è custodita nell'Archivio Storico del Gruppo Grotte Milano, confluitavi dall'Archivio Chiesa (2). E' nota inoltre la miniera inattiva di Valvassera, scavata nel massiccio porfirico del Monte Martica. I lavori di coltivazione hanno raggiunto i cinque chilometri di sviluppo (3).

- Valmalenco (Sondrio). Nella zona di Chiesa Valmalenco



vi sono le cave di pietra ollare. Da Francisa si possono invece raggiungere le vecchie miniere di amianto. Nel visitarle occorre prestare molta attenzione: anni fa in una miniera della Valmalenco morì un geologo (la cronaca ha riportato che, entrato con la lampada ad acetilene, ha provocato la deflagrazione di naturali).

- Valsassina (Lecco). Sul massiccio carsico delle Grigne, e lungo le pendici montuose della Valsassina, abbiamo numerose tracce di coltivazioni minerarie. Andrebbero attentamente considerate, in quanto è possibile che alcune siano di antica origine. In particolare, presso Prato San Pietro, sulla sinistra orografica del Pioverna, vi sono una ventina di miniere che vengono fatte risalire al XV-XVI secolo. Leonardo da Vinci ce ne lascia una testimonianza: <<In Valsassina, infra Vimogno e Introbio a man destra entrando per la via di Lecco, si trova la Trosa, fiume che cade da uno sasso altissimo, e cadendo entra sotterra e lì finisce il fiume. 3 miglia più in là si truova gli edifizii della vena del rame e dello arzeno, presso una terra detta Pra Santo Petro, e vene di ferro cose fantastiche>> (4).

Sempre in Valsassina, di fronte ai paesi di Cortabbio e Primaluna, sulla sinistra orografica del Pioverna, s'incontrano alcune coltivazioni in <<depositi idrotermali filoniani compresi negli scisti cristallini pre-permici>> (5). Poco più a nord rimangono alcune gallerie di coltivazione del filone di barite, e la "Miniera dei Sassi Rossi", ancora attiva.

- Valtrompia (Brescia). Anche in quest'area sono presenti numerose miniere, la gran parte delle quali in uso fino a pochi decenni or sono. Il Museo di Scienze Naturali di Brescia, con la partecipazione di speleologi, ha organizzato una mostra sull'argomento tra l'ottobre 1985 e il marzo dell'anno successivo.

TIPOLOGIA N° 2: Trasporto delle acque

Dato l'assetto idrogeologico del territorio regionale e la distribuzione degli abitati, sembra corretto pensare che in passato non si sia percepita una evidente necessità di realizzare opere di condotta sotterranee. Comunque sia, oggi si riscontra assai di rado la presenza di tale tipo di opere. Va detto peraltro che le ricerche, in questo campo, sono rimaste abbastanza circoscritte. Solo estese e mirate indagini potranno confermare o smentire tale presupposto.

I manufatti attualmente conosciuti sono:

- Bergamo. Nonostante la presenza di sorgenti (alcune, tradizionalmente, si ritengono utilizzate in epoca romana), che alimentano fontane, la città ha sentito il bisogno di provvedersi di impianti idraulici di captazione e di condotta delle acque. Abbiamo gli acque-

dotti di Castagneta (o "dei Vasi") e di San Gottardo (o "di Sudorno"), alimentanti alcune fontane. L'acquedotto di Prato Baglioni (o "di Colle Aperto"), supposto di origine medievale, alimentava anch'esso alcune fontane (6). Nel 1881 viene costruito l'acquedotto di Bondo Petello, della lunghezza di dodici chilometri. Vari condotti per il trasporto delle acque alimentavano, come già detto, le fontane, come nel caso della Fontana del Lantro, servita da due cunicoli. In particolare quest'ultima meriterebbe un riesame. Interessanti ricerche delle fonti e delle opere di captazione e di trasporto delle acque sorgive, per l'approvvigionamento di Bergamo Alta, sono state condotte dal Gruppo Speleologico "Le Nottole" di Bergamo (7).

- Brescia. Presso la città di Brescia sono attestati acquedotti di origine romana, ancora in fase di studi (8).

- Manerba (Brescia). Un'opera per il trasporto delle acque, che più precisamente si configura attualmente come la prosecuzione sotterranea di un fosso, è presente nel pianoro sottostante i ruderi della Rocca di Manerba (9).

- Milano. Presso il Castello di Porta Giovia abbiamo rinvenuto, esternamente all'attuale perimetro fortificato, due cunicoli atti al trasporto dell'acqua per allagare l'attuale fossato.

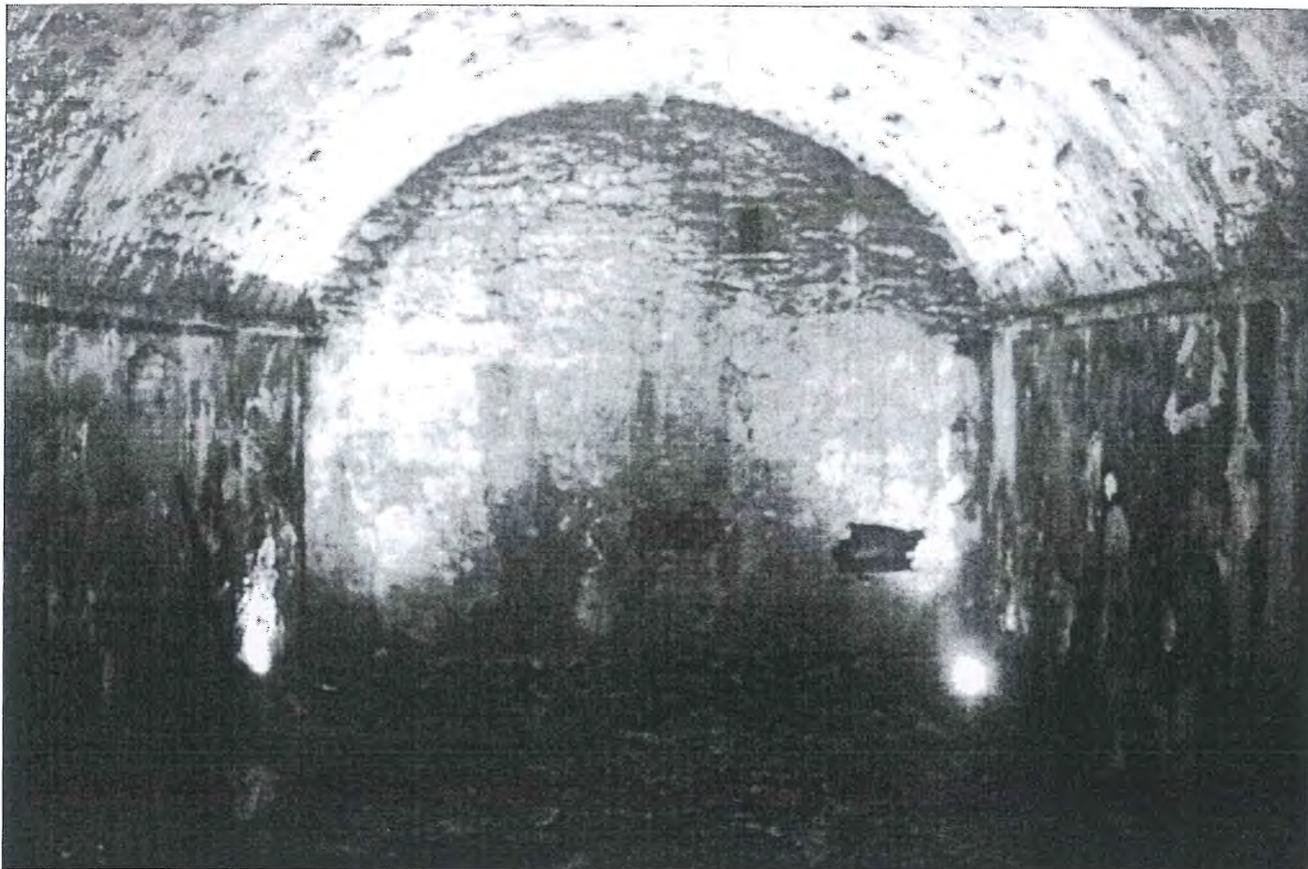
- San Giuliano Milanese (Milano). Sulle fondamenta di un castello duecentesco sorge il seicentesco palazzo denominato Cascina Rocca Brivio, che ingloba resti di mura del XV-XVI secolo. L'impianto rettangolare del parco è attraversato in sotterranea da una galleria rettilinea che verosimilmente serviva a condurre l'acqua dal fosso di nord est a quello di sud ovest, posto a una quota inferiore.

- Orino (Varese). Probabilmente quattrocentesco, il Castello di Orino troverebbe però giustificazione anche precedentemente, considerata la sua particolare posizione di controllo della Valcuvia. Secondo 'voci' raccolte sul posto, non molti anni addietro sarebbe stata rinvenuta una lunga tubatura in pietra, che dal vicino dosso si sviluppava in direzione del castello.

TIPOLOGIA N° 3: Presa, conserva

I pozzi per la captazione di acqua di falda, non contemporanei o, comunque, privi di pompe a motore, sono senza dubbio i manufatti quantitativamente più rappresentati. Da ricerche e studi condotti non solamente in ambito speleologico, si può rilevare una consistente presenza di queste opere in tutte le province lombarde.

Per quanto riguarda le opere di conserva, si può dire che siano presenti soprattutto presso antiche opere di fortificazione, generalmente poste su luoghi elevati,



Cisterna del Forte di Fuentes (LC) (foto G. Padovan).

da cui spesso era difficile il raggiungimento di un sottostante acquifero.

I manufatti attualmente conosciuti sono:

- Bergamo. Soprattutto con la costruzione delle mura venete, il problema dell'approvvigionamento idrico in caso di assedio induce il governo veneziano a incentivare i cittadini di Bergamo alla costruzione di cisterne all'interno delle proprietà private. Al contempo vengono creati nuovi serbatoi sotterranei, anche presumibilmente ampliando opere preesistenti, come la Cisterna di Piazza Mercato delle Scarpe e la Cisterna di Piazza Mascheroni. Occorrerebbe, in tal senso, operare un censimento del patrimonio esistente non solo in Città Alta.

- Brescia. Un interessante pozzo a sezione circolare, largo poco più di due metri e interamente rivestito, è presente presso il Castello di Brescia (all'angolo nord, presso il "mezzo bastione"). Secondo alcune ricerche condotte dall'Associazione S.C.A.M. sul campo, unitamente alla consultazione di alcune planimetrie settecentesche private, non è da escludersi che un tempo detto pozzo attingesse acqua direttamente da una derivazione dell'acquedotto romano. In ogni caso, l'ipote-

si più accreditata è che in questo punto vi fosse una sorgente naturale, seppure condotta e raccolta in una camera di decantazione e stoccaggio. Al Comune di Brescia è stato a suo tempo proposto lo svuotamento dell'opera, avvalendoci, tra l'altro, della gradita collaborazione offertaci dell'Associazione Speleologica Bresciana. Ad oggi non vi è stato alcun riscontro.

- Castelseprio (Varese). Il complesso del *Castrum Sibirium* è una importante testimonianza di recinto fortificato tardo antico e medievale lombardo. Gli scavi archeologici, tra le varie strutture, ha riportato alla luce una grande cisterna e la bocca di pozzi rivestiti in ciottoli ancora da svuotare dall'interro.

- Colico (Lecco). Nel Forte di Fuentes, al di sotto della Piazza d'Armi, vi è una grande cisterna, divisa da un muro in pietre a secco, che raccoglieva l'acqua piovana. Di fronte al Palazzo del Governatore ve n'è una più piccola, a pianta quadrata e quasi completamente riempita di macerie. Dietro il Palazzo si può invece osservare un'opera che si è identificata come ghiacciaia (10).

- Lago di Garda (Brescia). Varie costruzioni, presenti soprattutto lungo la sponda veneta del Benaco, ma localizzate anche su quella lombarda, erano destinate



Esplorazione del Pozzo delle Lame a Trezzo sull'Adda (MI) (foto M. Ravagnan).

alla conserva del pesce. Sarebbe interessante effettuare le indagini per stabilire se il tipo di strutture utilizzate fosse prevalentemente sotterraneo e se, eventualmente, possa essere riconducibile a quello delle ghiacciaie.

- Limbiate (Milano). Presso la Villa Pusterla vi è una grande ghiacciaia realizzata in mattoni, oltre a un pozzo profondo 37 m. Esternamente abbiamo rinvenuto (1985) un'opera cunicolare rimaneggiata e intercettata da un impianto fognario, e un pozzo a sezione ellittica di circa 40 metri, con almeno 4 metri d'acqua sul fondo.

- Milano. Secondo quanto riportato da Bonvesin de la

Riva alla fine del XIII secolo, all'interno della città i pozzi erano circa seimila. Seppur da considerare con cautela, il dato è indicativo della loro diffusione. Nelle cantine del centro storico è a tutt'oggi possibile vedere le imboccature, sovente cementate, di questi manufatti (11). Varie strutture riconducibili a pozzi, cisterne e ghiacciaie sono venute alla luce soprattutto nel corso degli scavi delle linee metropolitane.

- San Giuliano Milanese (Milano). Presso l'abbazia di Viboldone esiste una ghiacciaia semisotterranea.

- Trezzo sull'Adda (Milano). Nel castello visconteo di Trezzo sull'Adda vi sono due pozzi scavati nel con-



glomerato (Ceppo d'Adda) che raggiungono il sottostante acquifero. Secondo una vecchia planimetria, accanto a quello retrostante l'alta torre vi era una ghiacciaia. In paese, presso la villa della Famiglia Bassi, vi è un pozzo, profondo una cinquantina di metri e completamente rivestito in mattoni (12). Nel 1984 'pescava' ancora in falda.

TIPOLOGIA N° 4: Smaltimento

Indagate solo in via del tutto incidentale dagli speleologi, le opere di fognatura possono senz'altro costituire un motivo d'interesse per lo studio e il recupero di un impianto senza dubbio vitale per una città.

I manufatti attualmente conosciuti sono:

- Colico (Lecco). Presso il Forte di Fuentes, vi è un cunicolo tagliato nella roccia e voltato con pietra locale, che poteva servire da condotto di scarico delle acque piovane e/o per svuotare la vicina cisterna. Per stabilirne con certezza la funzione occorrerebbe liberare

il pozzo d'accesso dall'interro (13).

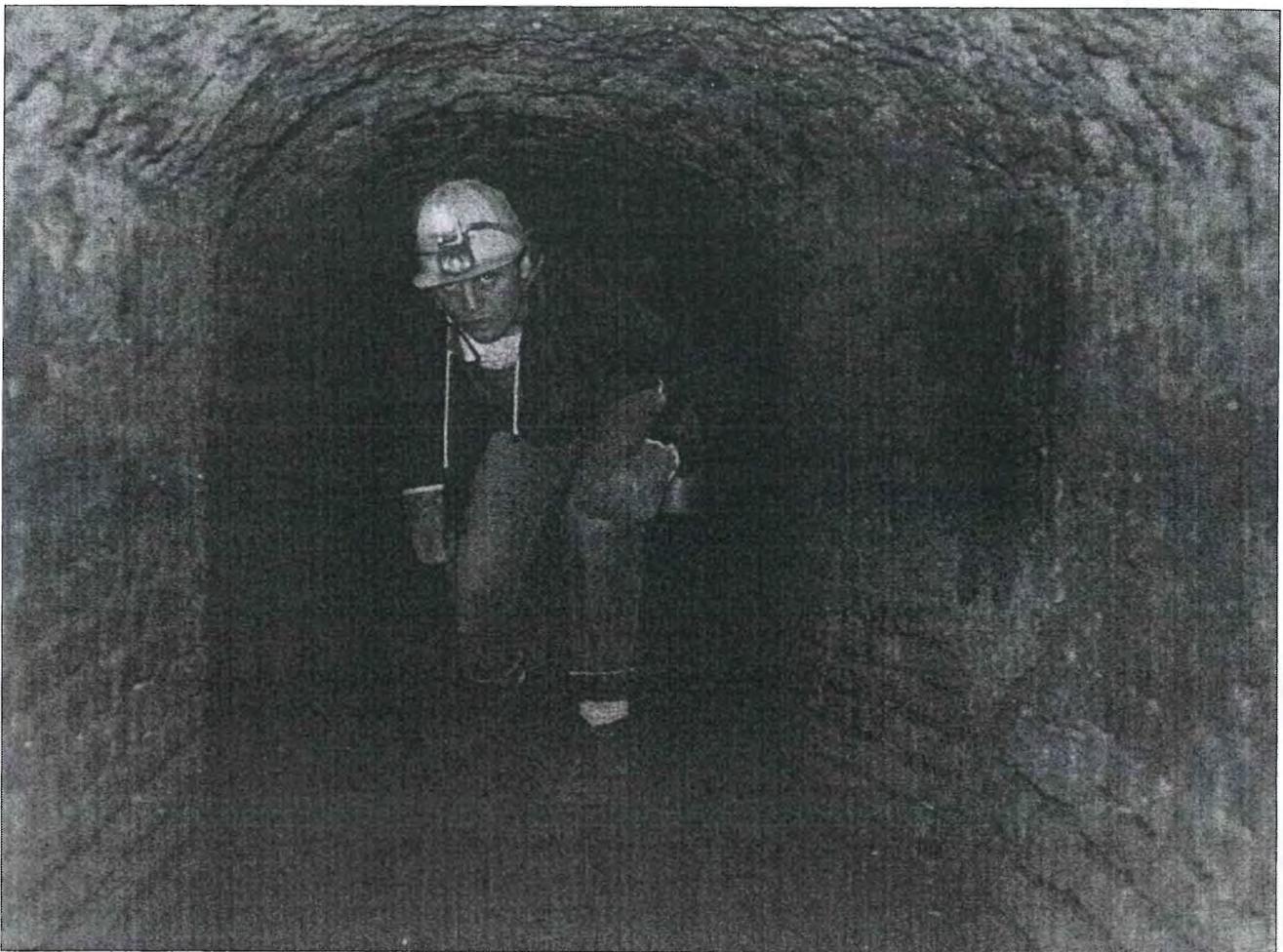
- Mantova. Parte dell'impianto fognario risale al XIX secolo.

- Milano. I collettori fognari costruiti nei primi anni del XX secolo sono senza dubbio interessanti per le forme architettoniche e i materiali impiegati, costituiti essenzialmente da mattoni, granito e acciaio. Interessante il collettore di Piazza Bonomelli (14). Un tempo Milano era una 'città d'acque', solcata da chilometri di canali, rogge e darsene.

A partire dalla fine del Settecento, i canali sono stati progressivamente chiusi dotandoli di volte di copertura o interrando. In parte sono stati riutilizzati per la costruzione degli impianti fognari.

Al di sotto delle strade rimangono comunque percorribili alcuni chilometri di cunicoli e di gallerie. Le nostre esplorazioni sono state sporadiche, soprattutto per via delle esalazioni fognarie e della presenza di ratti.

- Pavia. Fognature d'epoca romana, tutt'oggi utilizzate, sono presenti nel sottosuolo cittadino. Per informazioni



Rio San Momaso (MI). Roggia voltata e riutilizzata per la raccolta e il trasporto delle acque meteoriche (foto R. Barbierato).



rivolgersi in Comune e presso la Soprintendenza (15).

TIPOLOGIA N° 5: Culto

Anche questo genere di opere sono poco indagate dagli speleologi, tranne nei casi in cui siano ubicate in cavità naturali.

I manufatti attualmente conosciuti sono:

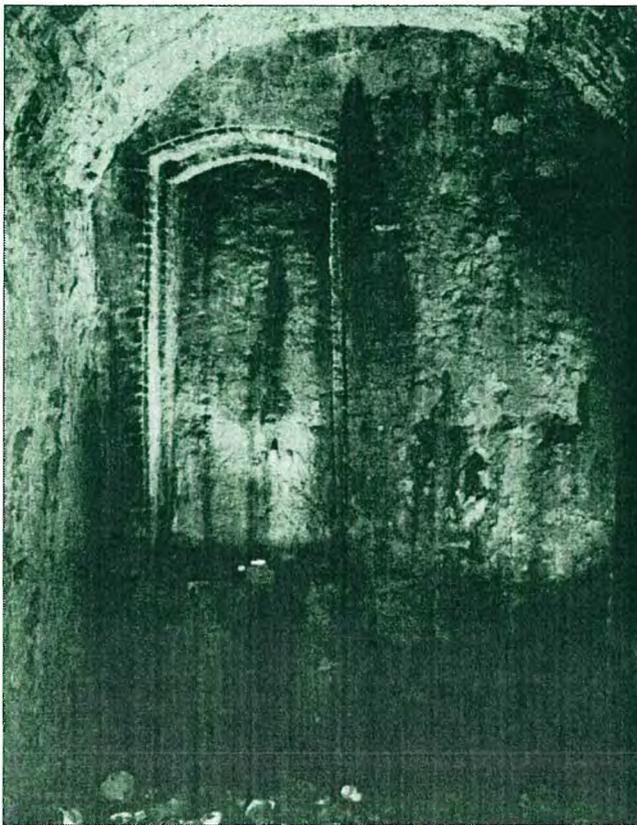
- Milano. In Piazza Missori, sotto i resti della chiesa del XIII secolo, è venuto alla luce un mitreo romano, che risulterebbe tutt'oggi visitabile.
- Pavia. Presso la Piazza Leonardo da Vinci vi è la Cripta di Sant'Eusebio, del VI-VII secolo, sistemata nell'XI secolo. E' composta da un unico vano suddiviso da colonnine in cinque piccole navate. Rimangono resti di affreschi.

TIPOLOGIA N° 6: Inumazione

Sono ambienti generalmente esclusi dal campo d'indagine speleologica.

TIPOLOGIA N° 7: Opere civili

Ambienti ipogei come gallerie pedonali, gallerie stradali, gallerie ferroviarie, cantine, magazzini, prigioni, butti, silos, fosse frumentarie, colombai, frantoi in ipogeo,



Sotterraneo dei Vetri Rotti nei pressi di Porta Dipinta (BG) (foto G. Padovan).

ninfei, cripte, sono senza dubbio presenti sul territorio, ma non mi risulta che, almeno in ambito strettamente speleologico, si siano condotte ricerche o studi presso tali manufatti.

I manufatti attualmente conosciuti sono:

- Bergamo. Varie opere sotterranee, alcune abbandonate e altre riutilizzate come cantine sono presenti nel centro storico della città.
- Lodi. Come Gruppo Grotte Milano, nel 1985 sono state condotte varie operazioni all'interno della città di Lodi. Sono stati esplorati alcuni ambienti abbandonati, in massima parte riconducibili a cantine, almeno nel loro ultimo utilizzo. Lo scopo, non realizzato, era comunque di rinvenire almeno una parte dell'antico sistema di gallerie connesse all'impianto difensivo. In particolare, una di queste doveva collegare il Castello alla piazza principale e proseguire fino al fiume Adda. Il tratto sud del fossato oramai coperto non è stato esplorato a causa della presenza di ratti (16).
- Varese. Agli inizi degli anni Ottanta alcuni soci del Gruppo Speleologico C.A.I. Varese hanno esplorato un cunicolo (forse interamente in mattoni), lungo qualche centinaio di metri, sotto il centro storico della città. Non è stata raccolta alcuna documentazione.

TIPOLOGIA N° 8: Opere militari

Nonostante la forte antropizzazione del territorio, che ha caratterizzato tutto il secondo dopoguerra per proseguire a ritmo incessante fino ad oggi, sopravvivono numerose testimonianze di opere 'forti' comprese in un arco di tempo che va dall'età antica sino al periodo tra le due guerre mondiali. Si possono rinvenire ambienti sotterranei all'interno delle varie fortificazioni, oppure obliterati dallo sviluppo urbano, che dagli interri avvenuti a causa di distruzioni o del semplice abbandono. Oltre ad opere sotterranee propriamente dette, possiamo rinvenire anche strutture che un tempo erano concepite per essere al di sopra dei piani di calpestio. Vi sono inoltre alcuni esempi di grotte fortificate.

I manufatti attualmente conosciuti sono:

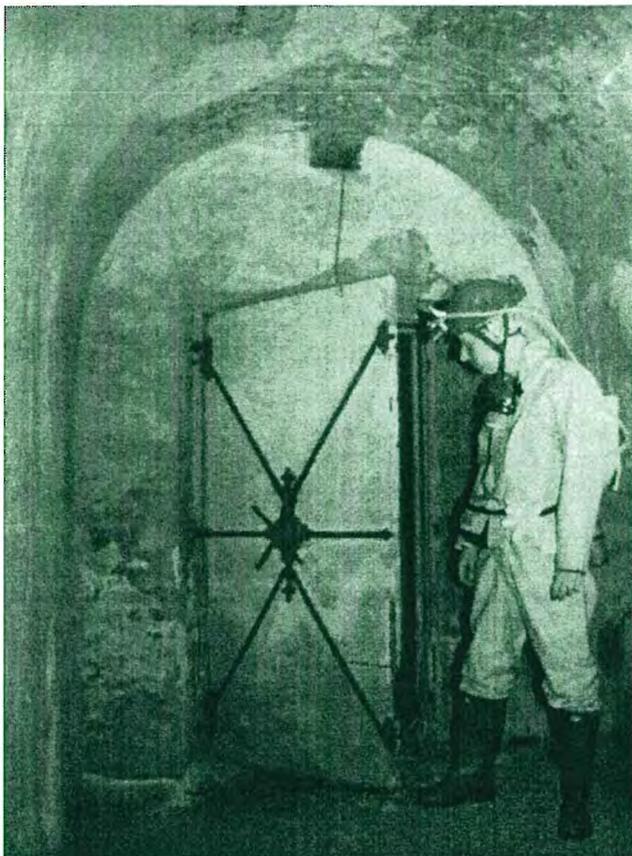
- Bergamo. Un lungo e paziente lavoro di ricerca è stato svolto dal Gruppo Speleologico "Le Nottole" di Bergamo per individuare ed esplorare le opere a carattere militare della città. Le mura venete conservano ancora numerose postazioni d'artiglieria in casamatta nei fianchi rientranti dei baluardi e opere di servizio come cunicoli e gallerie di collegamento e sortita (17). Sono stati presi in esame anche vari rifugi anti bombardamento (18).
- Brescia. Nel 1994 l'Associazione S.C.A.M. ha chiesto



Il muro della Ca' di Vicc (o Grotta del Mago) sotto al paese di Lemna (CO) (foto G. Padovan).



Cupole blindate del Forte di Montecchio, a nord di Colico (LC) (foto G. Padovan).



Rifugio anti bombardamento situato sotto la Stazione Centrale di Milano: particolare della porta blindata (foto G. Padovan).

all'Associazione Speleologica Bresciana di partecipare al progetto "Castrum Brixia", per lo studio e l'esplorazione dei sotterranei e delle casematte del Castello di Brescia. Sono state effettuate alcune ricognizioni con incaricati del Comune, in attesa di una autorizzazione ufficiale (19).

In provincia di Brescia rimangono numerose opere forti della Prima Guerra Mondiale, lungo il tracciato Monte Gavia, Como dei Tre Signori, Passo del Tonale, Presanella, Adamello.

- Colico (Lecco). Poco a nord di Colico, sul colle denominato Monteggiolo, vi è l'unico forte italiano della Prima Guerra Mondiale rimasto integro. I lavori per il suo apprestamento cominciarono nel 1911 e nel 1916 vennero apportate alcune migliorie. Principalmente costituito da una batteria di quattro obici da 105 mm in blinde girevoli e da un osservatorio, è dotato almeno di quattro cisterne sotterranee. La Soprintendenza ai Monumenti ne ha oculatamente impedito la demolizione. E' attualmente visitabile. Sul colle a nord, il Montecchio, rimane il Forte di Fuentes, sulla cui opera a tenaglia d'epoca spagnola sono state costruite le strutture in cemento e pietra per due batterie. Solo in una vi è la pos-

sibilità di accedere ad un ambiente sottostante. Ambienti, probabilmente adibiti a magazzini e stalle, si trovano sotto gli edifici della Piazza d'Armi e fanno parte dell'edificio seicentesco. In prossimità del fiume Adda, al centro di quella vasta area paludosa tutt'oggi chiamata Pian di Spagna, vi è il Fortino d'Adda. Si tratta di una massiccia costruzione in pietra e mattoni a pianta quadrata, della quale sono stati demoliti i soli baluardi angolari. Il piano inferiore, adibito a porcilaia, scaricava i liquami in un lungo cunicolo, che conduceva in riva al fiume.

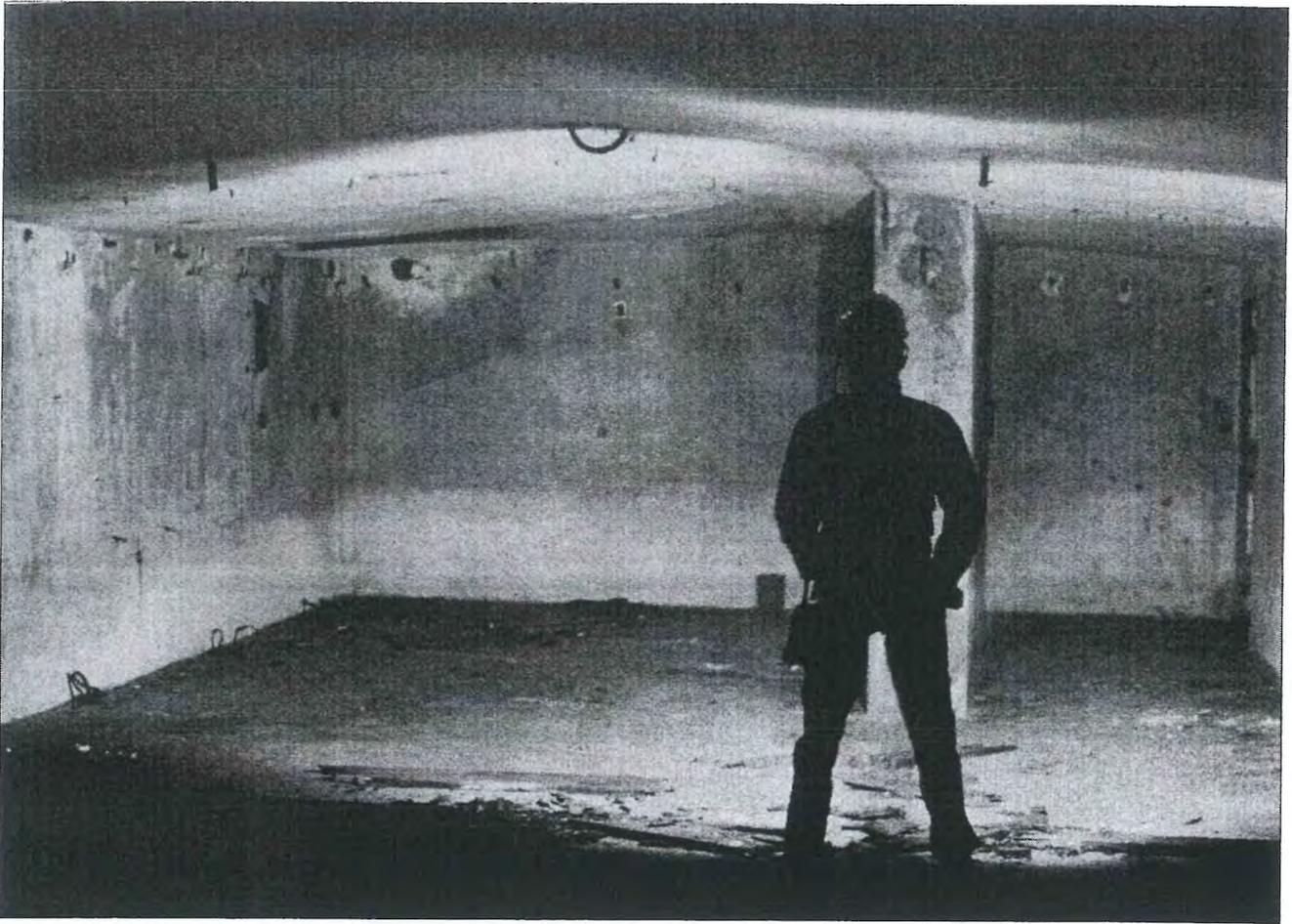
- Erba (Como). Il Buco del Piombo è senz'altro una delle grotte più note della Lombardia, in quanto meta turistica fin dall'Ottocento. Seppure sia tutt'altro che una cavità artificiale, essa è caratterizzata dai resti di una fortificazione medievale eretta nell'androne. La bibliografia sul soggetto è ampia.

- Lemna (Como). La Ca' di Vicc, ossia la Casa dei Vecchi, è un ampio riparo sotto roccia chiuso da un muro in pietra con chiari elementi difensivi come feritoie e resti di caditoie. E' databile al XIV-XV secolo (20). Presso L'Archivio Storico del Gruppo Grotte Milano è indicata come "Grotta del Mago"; vi sono alcune immagini fotografiche riprese negli anni Trenta.

- Milano. Ampie indagini sono state condotte dall'Associazione S.C.A.M. presso il Castello di Porta Giovia di Milano, rinvenendo numerosi ambienti sotterranei. Nel cortile interno al Museo Archeologico, su richiesta del dott. Ermanno Arslan, abbiamo esplorato e rilevato un ampio rifugio anti bombardamento. Anche sotto la Stazione Centrale rimane un'opera analoga. Si tratta di un ricovero impostato su due gallerie parallele lunghe circa trecento metri l'una e comunicanti tra loro. Alle estremità sono poste le scalinate d'accesso. Vi sono ancora varie porte blindate, e i resti dell'impianto di ventilazione e d'illuminazione.

- Sondrio. Nel territorio della provincia si possono ancora vedere i resti delle postazioni della Grande Guerra, lungo il tracciato Passo dello Stelvio, Ortles, Monte Cevedale. Sono discretamente conservate le fortificazioni delle due creste che scendono dallo Scorluzzo: Filone del Mot e Rese. Lo stesso dicasi per la linea Rius-Braulio-Radisca.

- Soncino (Cremona). L'Associazione S.C.A.M. e speleologi del Gruppo Grotte Milano hanno effettuato alcune ricerche presso il Castello di Soncino, esplorandone anche il pozzo, alla fine degli anni Ottanta. Sono state inoltre viste un paio di postazioni per armi da fuoco in casamatta, probabilmente riferibili alla seconda metà del Cinquecento. Attualmente un'associazione locale si sta occupando dell'esplorazione del



Rifugio anti bombardamento situato sotto il cortile del Museo Archeologico di Milano (foto G. Padovan).

sottosuolo dell'antico borgo e della musealizzazione. Si narra dell'esistenza di un collegamento fra il castello e un vicino convento.

- Varese. Già dal 1862 si pensò alla costruzione di una linea difensiva che presidiasse il confine italo-elvetico. Ma solo nel 1911 si pose mano al progetto, chiaramente modificato seguendo le esigenze del momento. I primi lavori predisposero lo sbarramento della linea Mera-Adda, con la costruzione del Forte di Colico, situato sul Monteggiolo. Attualmente, tra Luino e Viggiù rimangono tutta una serie di opere sia in trincea che in casamatta e in caverna, per armi da fuoco leggere e pesanti. Una seconda linea di trincee e cannoniere segue il profilo dell'Alta Valganna, tagliando la Valcuvia. Il punto più arretrato è costituito dal Forte di Orino. Si veniva così a chiudere il territorio compreso tra il Lago Maggiore e il Lago di Lugano (21). Alla fine degli anni Settanta ho potuto osservare varie opere sotterranee ancora percorribili tra Luino e Montegrino e da qui in direzione del Monte Sette Termini.

- Vezio (Lecco). Sotto il fianco sud del castello medievale di Vezio, si apre l'accesso ad una postazione

della Prima Guerra Mondiale. Una lunga scalinata scende a due vani contigui muniti di feritoie per armi leggere.

TIPOLOGIA N° 9 : Cavità artificiali di cui s'ignora la funzione

Talvolta capita di trovarsi innanzi ad un ipogeo la cui originaria funzione rimane oscura.

I manufatti attualmente conosciuti sono:

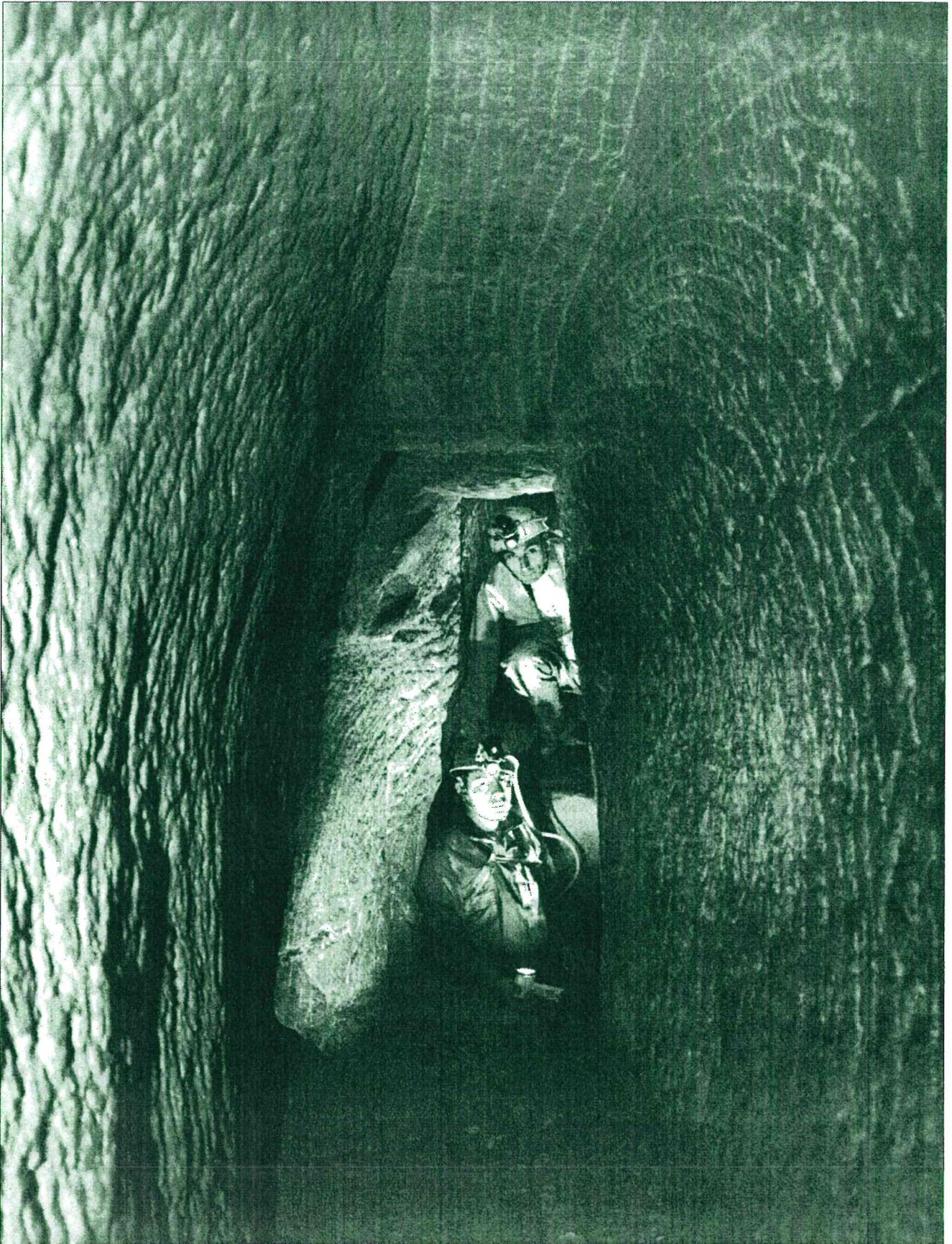
- Valganna (Varese). Chiamato anche "La Sfinge della Valganna", nell'Antro delle Gallerie sono chiari gli interventi di cava dell'arenaria (come precedentemente sottolineato), ma in un momento successivo allo scavo di buona parte delle opere cunicolari.

Note

1. Si veda utilmente a riguardo BOSCARDIN, DE MICHELE, SCAINI 1972.

2. La bibliografia è ampia. Gran parte dei titoli si possono trovare in: FLORIS, PADOVAN 1997.

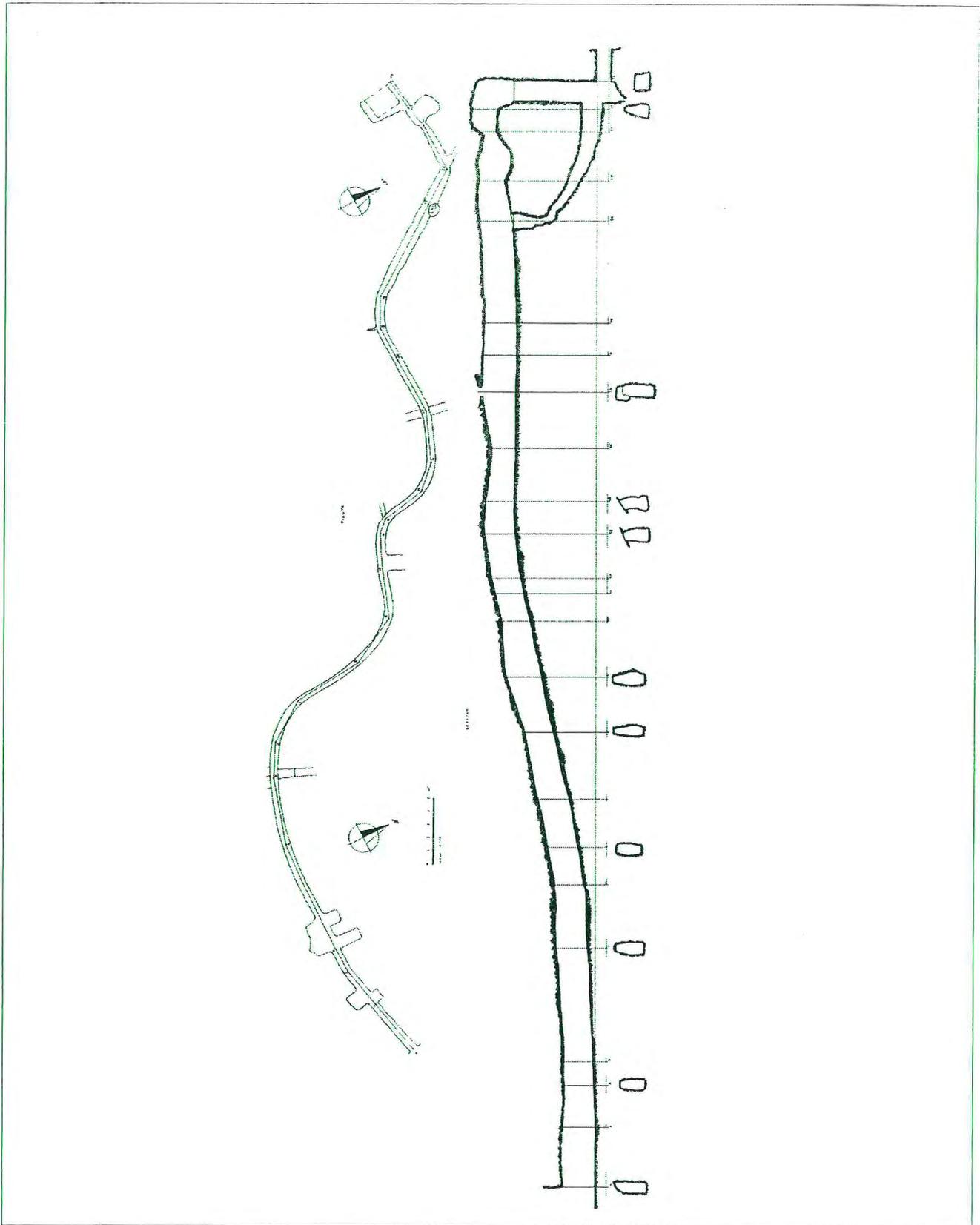
Si veda inoltre utilmente: BANTI, TONALI 1993.



10) Antro delle Gallerie, in Valganna (VA). Uno dei cunicoli, scavato nell'arenaria (foto G. Padovan).



3. BOSCARDIN, DE MICHELE, SCAINI 1972, pp. 101-103.
 4. Leonardo da Vinci, Codice Atlantico, f. 573 (nuova numerazione), in: TIZZONI 1993.
 5. BOSCARDIN, DE MICHELE, SCAINI 1972, pp. 64-68.
 6. CAPPELLINI 1990.
 7. BASEZZI, SIGNORELLI 1992.
 8. BOTTURI, PARECCINI 1991.
 9. PADOVAN 1986, pp. 205-206.
 10. PADOVAN 1984. PADOVAN 1997.
 11. CASTOLDI 1996.
 12. PADOVAN 1985.
 13. Fatto erigere dagli spagnoli nella prima metà del XVII secolo, il Forte di Fuentes si trova a nord di Colico, sul Colle di Montecchio. PADOVAN 1994 e 1997.
 14. GENTILE, BROWN, SPADONI 1990.
 15. HUDSON 1993: <<La planimetria regolare a scacchiera delle strade di Pavia e le fognature romane sottostanti permettono una ricostruzione dell'estensione dell'impianto romano di Ticinum>>. Si veda inoltre TOMASELLI 1978.
 16. PADOVAN 1996, p. 204.
 17. AA.VV. 1977.
 18. GLANZER 1996.
 19. Abbiamo appreso che, ottenute le necessarie autorizzazioni a procedere, nonché un finanziamento, l'Associazione Speleologica Bresciana ha pensato bene di condurre da sola le operazioni presso il Castello.
 20. FRIGERIO 1993.
 21. CORBELLA 1998.
- Bibliografia**
 AA.VV. 1977 =
 AA.VV., *Le mura di Bergamo*, Azienda Autonoma di Turismo, Bergamo 1977.
- BANTI, TONALI 1993 =
 R. Banti, F. Tonali, *Antro delle Gallerie: nuove ricerche (2001: Odissea nello Spazio)*, in *Atti del XVI Congresso Nazionale di Speleologia. 1990*, Le Grotte d'Italia, Rivista dell'Istituto Italiano di Speleologia, vol. I, Udine 1993, pp. 161-172.
- BASEZZI, SIGNORELLI 1990 =
 N. Basezzi, B. Signorelli, *Gli antichi acquedotti di Bergamo*, Comune di Bergamo, Assessorato all'Urbanistica, Bergamo 1992.
- BOSCARDIN, DE MICHELE, SCAINI 1972 =
 M. Boscardin, V. De Michele, G. Scaini, *Itinerari mineralogici della Lombardia*, Museo Civico di Storia Naturale, Milano 1972.
- BOTTURI, PARECCINI 1991 =
 G. Botturi, R. Pareccini, *Antichi acquedotti del territorio bresciano*, Comunità Montana della Valle Trompia, Soprintendenza Archeologica della Lombardia, Milano 1991.
- CAPPELLINI 1990 =
 P. Cappellini, *Acqua e acquedotti nella storia di Bergamo*, Bergamo 1990, pp. 131-168.
- CASTOLDI 1996 =
 M. Castoldi, *Pozzi romani a Milano: dall'uso al disuso*, in *Acque interne: uso e gestione di una risorsa*, Milano 1996, pp. 113-122.
- CORBELLA 1998 =
 R. Corbella, *Le fortificazioni della linea Cadorna tra Lago Maggiore e Ceresio*, Varese 1998.
- FLORIS, PADOVAN 1997 =
 A. Floris, G. Padovan, *Bibliografia delle Cavità Artificiali Italiane. Primo Contributo*, in *Atti del XVII Congresso Nazionale di Speleologia. 1994*, Regione Toscana, vol. II, Firenze 1997, pp. 79-174.
- FRIGERIO 1993 =
 G. Frigerio, *La Ca' di Vico a Lemna di Faggeto Lario*, Comunità Montana Triangolo Lariano, Comune di Faggeto Lario, Como 1993.
- GENTILE, BROWN, SPADONI 1990 =
 A. Gentile, M. Brown, G. Spadoni, *Viaggio nel sottosuolo di Milano tra acque e canali segreti*, Comune di Milano, Ufficio Editoriale, Milano 1990.
- GLANZER 1996 =
 M. Glanzer, *I rifugi antiaerei a Bergamo*, Il Nottolario, Notiziario del Gruppo Speleologico Bergamasco 'Le Nottole', n.7, Bergamo 1996, pp. 31-34.
- HUDSON 1993 =
 P. J. Hudson, *Le mura romane di Pavia*, in *Atti del Convegno Mura delle città Romane in Lombardia*, Società Archeologica Comense, Como 1993, pp. 107-118.
- PADOVAN 1984 =
 G. Padovan, *Don Pedro in Valtellina*, Archeologia Viva, Firenze 1984, pp. 23-28.
- PADOVAN 1985 =
 G. Padovan, *Speleologia urbana al Castello di Trezzo d'Adda*, Il Grottesco, Bollettino del Gruppo Grotte Milano SEM-CAI, n. 47, Milano 1995, pp. 44-46.
- PADOVAN 1986 =
 G. Padovan, *La speleo-archeologia in cavità artificiali*, Archeologia Uomo Territorio, n. 6/7, Milano 1986, pp. 204-206.
- PADOVAN 1997 =
 G. Padovan, *Il Forte di Fuentes*, in *Atti del XVII Congresso di Speleologia Italiana. 1994*, Regione Toscana, vol. I, Firenze 1997, pp. 293-298.
- TIZZONI 1993 =
 M. Tizzoni, *A proposito della 'vena del rame e dello argento' di Leonardo da Vinci*, in: *Rassegna Vinciana*, n. 25, 1993, p. 312.
- TOMASELLI 1978 =
 C. Tomaselli, *Il sistema di fognature romane di Pavia*, Collegio dei costruttori edili della Provincia di Pavia, Pavia 1978.



Antro delle Gallerie, rilievo dall'ingresso al Pozzo Quadro. Rilevamento: A. Gambini, G. Renaldin. Restituzione grafica: A. Gambini.



Fabrizio Frignani

Evoluzione del rilievo topografico: dalle stelle naturali alle stelle artificiali

Sommario

L'ultima innovazione in campo topografico è costituita dall'utilizzo dei ricevitori satellitari e dai nuovi strumenti elettronici che consentono di raccogliere i dati con ottima precisione. Si tratta inoltre dell'utilizzo del G.P.S. (Global Position System), dell'elaborazione e della restituzione dei dati. Come esempi vengono portati i lavori svolti a Tharros (Oristano) presso il Tempio K e l'acquedotto romano di Brixellum (Reggio Emilia).

Abstract

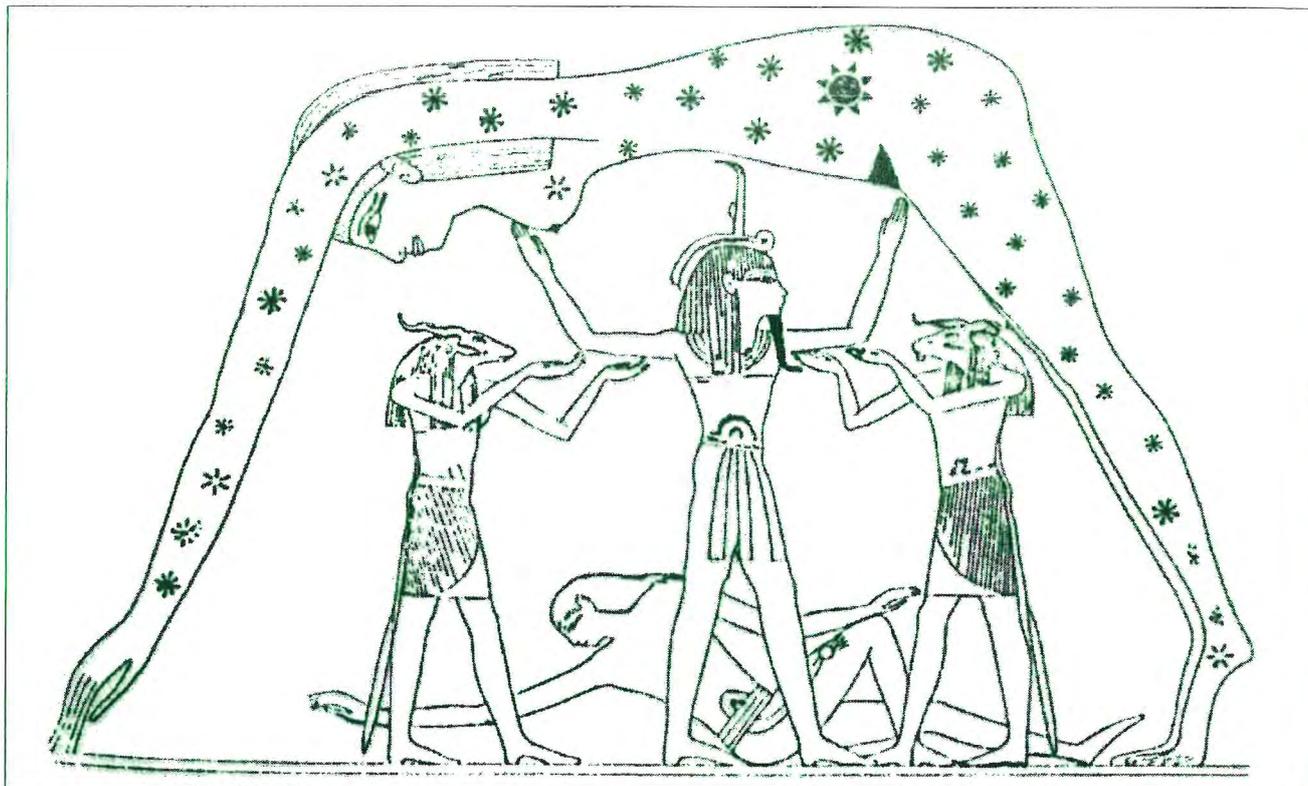
The last innovation in topography is represented by the use of satellite receivers and new electronic instruments which permit to get data with excellent accuracy. There is also the use of GPS, the data processing and the data restitution. As examples we report the works carried out in Tharros (Oristano) near K Temple and the roman aqueduct of Brixellum (Reggio Emilia).

Premessa

La licenza o provocazione presente nel titolo non tende a mettere in discussione niente di quello che è stato detto e scritto fino ad oggi: è una mia 'forzatura', legata al mio particolare modo di pensare la topografia, la cartografia e la geografia, e in esse l'uomo che da quando ha iniziato a spostarsi sulla superficie terrestre ha cercato dei punti di riferimento con cui orientarsi. Gli astri -sole, luna e stelle- hanno sempre guidato viandanti, carovanieri e naviganti che si spostavano da un luogo all'altro del mondo conosciuto e sconosciuto. Probabilmente, prima dell'invenzione della matematica, della geometria e della trigonometria, le misurazioni, non considerate come noi le intendiamo, erano sostanziate di punti tappa ben determinati, legati appunto al percorso del sole di giorno e alla posizione delle stelle di notte. Poco alla volta le scienze matematiche si svilupparono, si scoprirono teoremi, s'inventarono le unità di misura e, con i Greci, la trigonometria di base. Nelle proprie realizzazioni i Romani misero a punto metodi e strumenti per la misurazione, il più importante dei quali è probabilmente la diottra; per i naviganti erano già in uso

strumenti meccanici. Le più belle costruzioni dei Romani, legate a precisi sistemi di misurazione, sono senz'altro gli acquedotti, sia su arcate, sia in condotte interrate, che in 'cavo cieco'. In questi ultimi, che possiamo definire con il termine di 'acquedotti ipogei' -cavità artificiali a tutti gli effetti-, si effettuarono misurazioni e allineamenti che ai nostri occhi risultano sorprendenti. I sistemi di misurazione e tracciamento avevano raggiunto -di fatto- livelli di precisione impensabili ai nostri giorni, considerando che oggi, in alcune grandi opere pubbliche, proprio nello scavo di gallerie ci sono esempi di errori considerevoli.

Tralasciando il Medioevo, con lo sviluppo della navigazione e la scoperta del 'nuovo mondo' si realizzarono le prime carte geografiche che rappresentavano dapprima le coste (le prime ad essere scoperte), poi l'interno del territorio. La questione da affrontare era quella di trasportare su carta la finalmente scoperta sfericità terrestre. Iniziava per la cartografia lo studio delle proiezioni. Con lo sviluppo degli stati e dei regni si rende necessario rappresentare esattamente il territorio ed i propri confini. In Italia, una volta raggiunta l'unità, un ente statale denominato

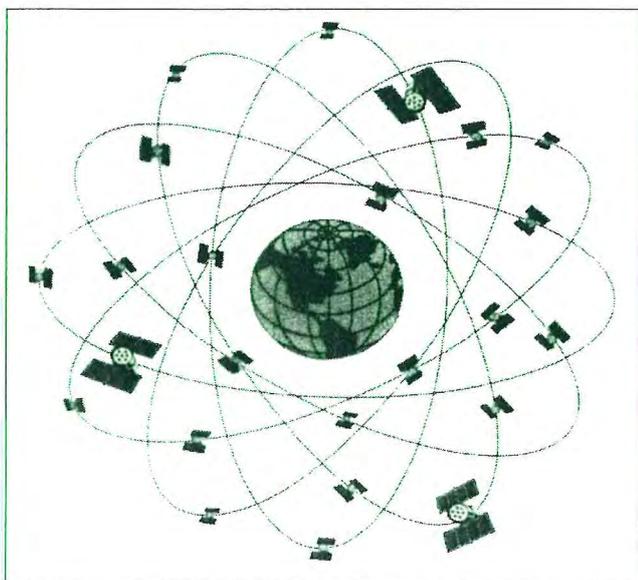


L'importanza del cielo per gli antichi.

attualmente I.G.M. (Istituto Geografico Militare), dava l'avvio a un grande lavoro di misurazione del territorio italiano: "LA RETE GEODETICA NAZIONALE".

Attualmente, gli strumenti di misura quali tacheometri e teodoliti diventano estremamente importanti, e sempre più sofisticati; si passa da strumenti manuali a strumenti semiautomatici, fino alle ultime "stazioni totali"

completamente elettroniche, e ai ricevitori satellitari. L'ultima innovazione è costituita appunto dai ricevitori satellitari "LE NUOVE STELLE". Infatti, l'uomo ha posizionato nel cielo un certo numero di satelliti: una "COSTELLAZIONE" che ci guida, ci indica la nostra posizione, proprio come agli albori dell'umanità i primi uomini si orientavano con "LE STELLE NATURALI".



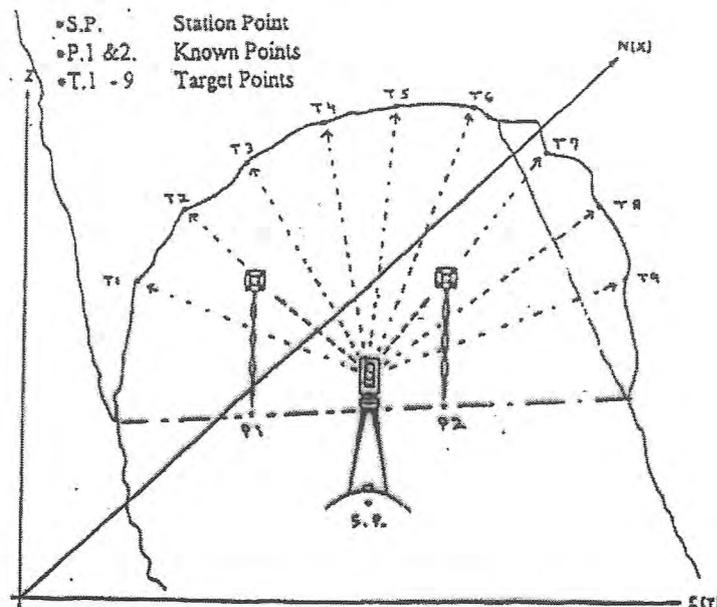
Le nuove stelle.

Il rilievo

Con le nuove tecnologie, il rilievo topografico sta entrando di prepotenza in mondi e ambienti d'utilizzo fino a tempi recenti poco attinenti con le misurazioni di precisione. La necessità di avere e di utilizzare strumenti che permettono di acquisire e gestire in minor tempo dati relativi a studi, analisi e strutture, al posizionamento degli stessi su una cartografia o altre piattaforme, e ottenere disegni di un elemento o di un sito in varie scale, diventa ogni giorno sempre più richiesto. La tecnologia moderna può contribuire quindi, durante le fasi di un lavoro, alla ricerca e alla rappresentazione grafica. In campo topografico c'è stato un progresso velocissimo, legato alla costruzione in ambito elettronico di componentistica sempre più miniaturizzata. Dagli strumenti tradizionali quali livelli, tacheometri e teodoliti, si è passati alle "stazioni totali", con l'acquisizione dei dati prima manuale e



* Le uniche coordinate che si possono rilevare con questa funzione sono quelle poste sul piano verticale creato fra i due punti di riferimento, non si potranno quindi ottenere valori per punti posti su piani verticali concavi o convessi.

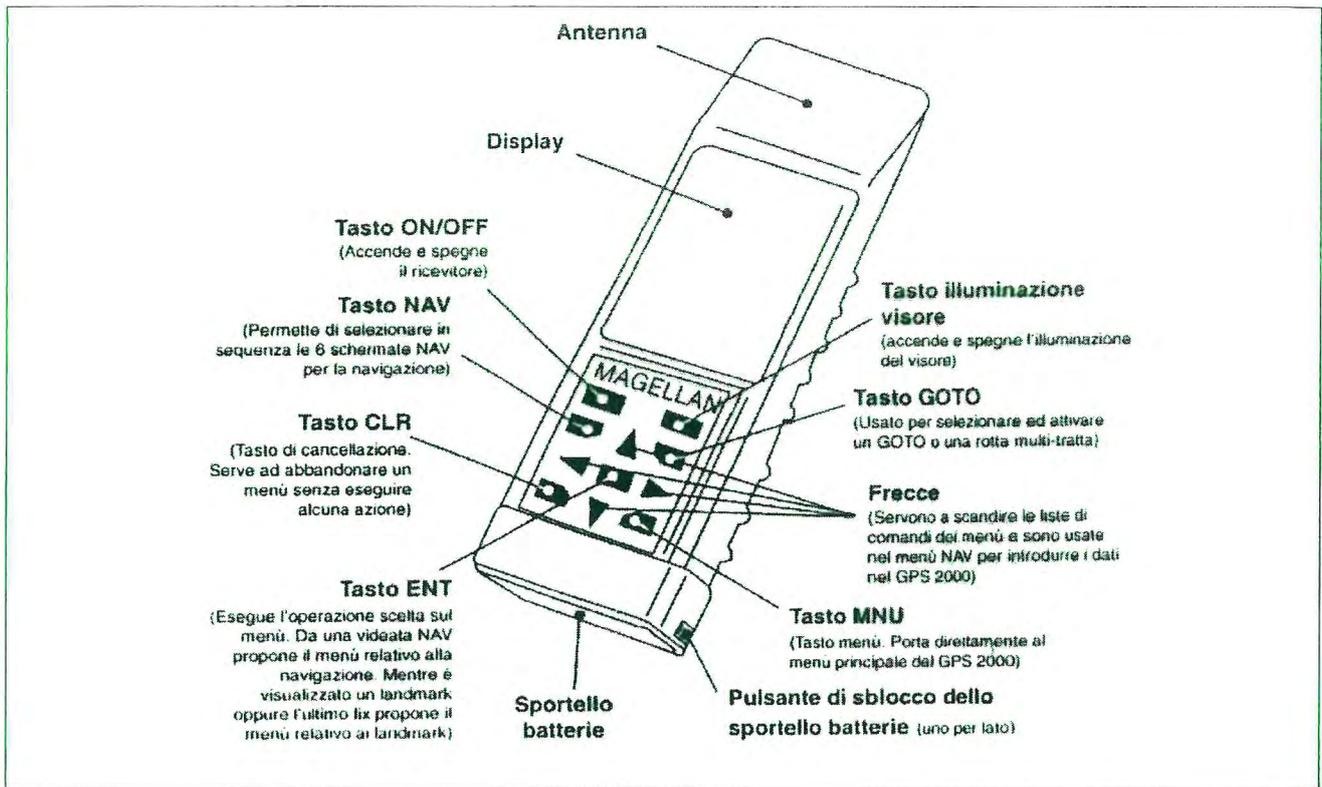


Metodo di rilievo dei prospetti con la "stazione totale".

oggi automatica, utilizzando raccoglitori esterni o interni. (Non entriamo nel merito di quali siano i migliori: diciamo solo che l'elettronica meno è complicata e più è affidabile). Questi strumenti permettono di raccogliere i dati con una precisione superiore a quella dell'attrezzatura tradizionale. E soprattutto tali dati (X, Y, Z) non sono manipolati dall'uomo, eliminando la possibilità d'errore nella lettura e nella trascrizione degli stessi. La distanza in lettura, che si riesce a coprire con gli strumenti moderni, è nell'ordine di 1.800 metri, anche se è consigliabile -per ottenere dati precisi- non superare i 500 metri. La precisione angolare può variare da venti centesimi, ad un centesimo di grado, anche se gli strumenti più precisi servono solo per controlli di grande precisione, dove il millimetro incide, 'fa differenza'. L'ultima evoluzione in campo topografico per l'esecuzione dei rilievi è il G.P.S. (Global Position System). Oggi giorno tale sistema è ampiamente pubblicizzato: chi vuole essere 'in' lo installa sull'auto (ormai è un optional quasi obbligatorio), ma pochi ne conoscono veramente le possibili applicazioni. Lo strumento permette, in tempo reale, di sapere qual'è la posizione di un punto sulla sfera terrestre, utilizzando un ricevitore a terra e una costellazione di satelliti in cielo.

Il sistema G.P.S., con tutti i suoi satelliti, è stato messo in orbita ed è gestito dal dipartimento della difesa

statunitense (esiste anche il sistema parallelo russo denominato GLONASS). In principio era adibito solo a scopi militari. In seguito, l'impiego in campo civile si è sviluppato fino all'attuale diffusione, a volte anche impropria. Il sistema è formato da 24 satelliti di cui 21 funzionanti e 3 di riserva, che ruotano intorno alla terra su piani orbitali differenti. La costellazione visibile per ogni emisfero è di 12 satelliti, che avvolge la sfera terrestre con copertura continua. I satelliti sono posizionati a circa 20.200 km dalla superficie terrestre, e sono visibili da un punto per circa 5 ore di seguito (importante è avere presente in modo uniforme la costellazione nel corso del rilevamento, cioè avere gli stessi satelliti nello stesso intervallo di ricezione). Ogni satellite è caratterizzato da dati specifici che ne permettono il riconoscimento; in caso di anomalie le correzioni possono essere effettuate da terra, tramite cinque stazioni di controllo sparse nel mondo. Con il G.P.S., in base al tipo di ricevitore, e alle caratteristiche delle antenne, si possono ottenere dati più o meno precisi. Per ottenere dei posizionamenti con un errore di 20-50 metri (posizione x, y), utilizzabili per indagini speditive, sono molto utili i G.P.S. portatili di piccole dimensioni (quelle di un telefono cellulare), che permettono di avere in tempo reale le Coordinate Geografiche, U.T.M., o altri sistemi di riferimento (non Gauss-Boaga) senza l'uso di software di post elabo-

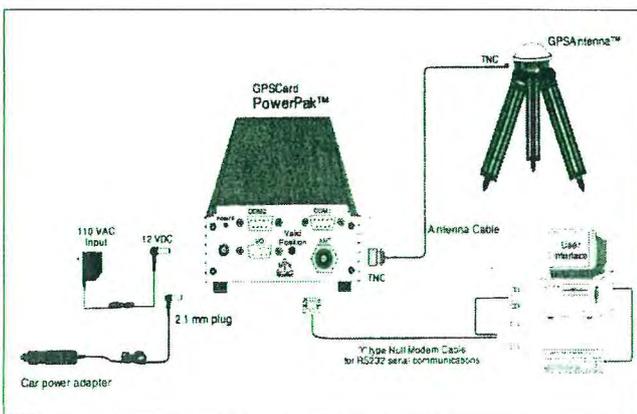


razione. Questo dato, anche se influenzato da errore, vi permette di riportare su una cartografia in scala 1:25.000, o 1:50.000 l'elemento che voi volete individuare, con una certa precisione (1 cm corrisponde nelle due scale rispettivamente a 250, e 500 metri). Per ottenere precisioni dell'ordine di 1 cm o anche meno, servono G.P.S. più sofisticati, anche con più antenne: almeno due permettono di lavorare con il sistema definito "differenziale", che elimina gli errori imposti o quelli dovuti a fattori tecnici e atmosferici.

Tramite appositi software si ottengono successivamente i dati (l'elaborazione è l'operazione più complessa). C'è anche la possibilità di lavorare in tempo reale, ottenendo i dati sul display del vostro ricevitore mentre vi muovete, ma in Italia -a causa di difficoltà buro-

cratiche e legislative- è quasi impossibile gestire una frequenza radio. Tale sistema (REAL TIME) è ancora molto costoso, escludendo per motivi tecnici di continuità del segnale la trasmissione dati via telefonia mobile; comunque tale ultima tecnologia è forse eccessiva, per i nostri scopi.

I maggiori istituti geodetici del mondo stanno completando le nuove reti geodetiche interne ad ogni nazione con il sistema G.P.S. Per l'Italia il lavoro è stato svolto dall'I.G.M., che ha ribattuto la sua rete d'impianto denominandola "Rete Geodetica I.G.M. 95". L'uso del G.P.S. permette quindi di avere dati in coordinate geografiche o U.T.M. del vostro sito di studio, e di parlare un linguaggio comune in quanto il sistema U.T.M. è quello utilizzato per la cartografia mondiale. In teoria, con il G.P.S. si possono eseguire rilievi di dettaglio, ma l'esperienza personale mi porta a consigliarne l'uso in associazione alla "stazione totale". Generalmente si opera procedendo in questa sequenza: con il G.P.S. si realizza la poligonale d'appoggio, in modo da sfruttare uno dei pregi maggiori del rilievo satellitare, che permette appunto di eseguire poligonali senza l'intervisibilità tra una stazione l'altra, con un raggio d'azione di almeno 20 km. (diametro 40 km). Vista la velocità e l'estrema riduzione dei tempi nell'esecuzione dei punti di rilievo, consiglio comunque di realizzare una poligonale dove da ogni punto G.P.S. se ne vedano almeno altri due. Ciò può





sembrare in contraddizione con quanto detto in precedenza, ma sto parlando di una poligonale con lati di più chilometri, e chi lavora in campo topografico conosce le difficoltà che si hanno con strumentazioni tradizionali, nel coprire certe distanze, senza incorrere in potenziali errori di misura (qualche centimetro). Una volta realizzata la poligonale, con la "stazione totale" si eseguono i rilievi di dettaglio, che possono essere anche relativi, e soprattutto non si perde tempo negli appoggi e nelle letture di andata e ritorno dalle stazioni. I meccanismi di realizzazione di una poligonale aperta o chiusa portano a perdere molto tempo e a percorrere le distanze tra una stazione e l'altra più volte. Potete ben capire che fino a quando si tratta di rilevare un'area di piccole dimensioni i tempi di stazionamento sono brevi, ma quando le distanze diventano anche solo di un paio di chilometri, i tempi di esecuzione del lavoro aumentano in modo esponenziale. Più aumentano i vertici della poligonale più si rischia di aumentare l'errore tecnico dovuto anche solo alla precisione della strumentazione utilizzata. Nella poligonale eseguita con il G.P.S. questi piccoli problemi non esistono. E' da tenere presente che tutte le volte che nel mondo si presentano anomalie dovute ad interventi militari (vedi la guerra nel Kosovo), è difficile lavorare con questa tecnologia, perché viene canalizzata solo per gli scopi militari.

Come si lavora con il G.P.S.

A prima vista la strumentazione lascia parecchio perplessi, in quanto un topografo ha in mano una scatola di colore nero o giallo, e un'antenna fatta a cupola più o meno grande, che una volta collegata alla batteria comincia a ricevere dati.

Ma cosa si riceve? Questa è la domanda classica, anche perché fino a quando i dati non vengono elaborati non si vede cos'avete 'portato a casa'. La risposta viaggia su onde radio che trasportano informazioni relative al nome del satellite che le invia, al tipo di posizione all'interno della sua orbita, all'orario in cui il segnale viene emesso, ecc. La risposta è quindi: "onde radio". Come detto in precedenza, quando il segnale attraversa l'atmosfera viene alterato; gli orologi atomici dei satelliti non sono sincronizzati perfettamente tra loro, quindi se si è in possesso di un solo ricevitore l'errore a terra può variare tra i 20 ed i 100 metri. Per ovviare a tale inconveniente occorre utilizzare almeno due ricevitori: con appositi software -ricevendo gli stessi segnali- si possono eliminare gli errori. Questo metodo prende il nome di "tecnica differenziale", e la base costruita con i due punti a terra viene detta "baseline", o "linea di base". Per eseguire un buon rilievo serve

un numero minimo di almeno quattro satelliti, dislocati con una appropriata geometria nella costellazione. Non è detto che avendo 'semplicemente' tanti satelliti in ricezione il risultato sia ottimo.

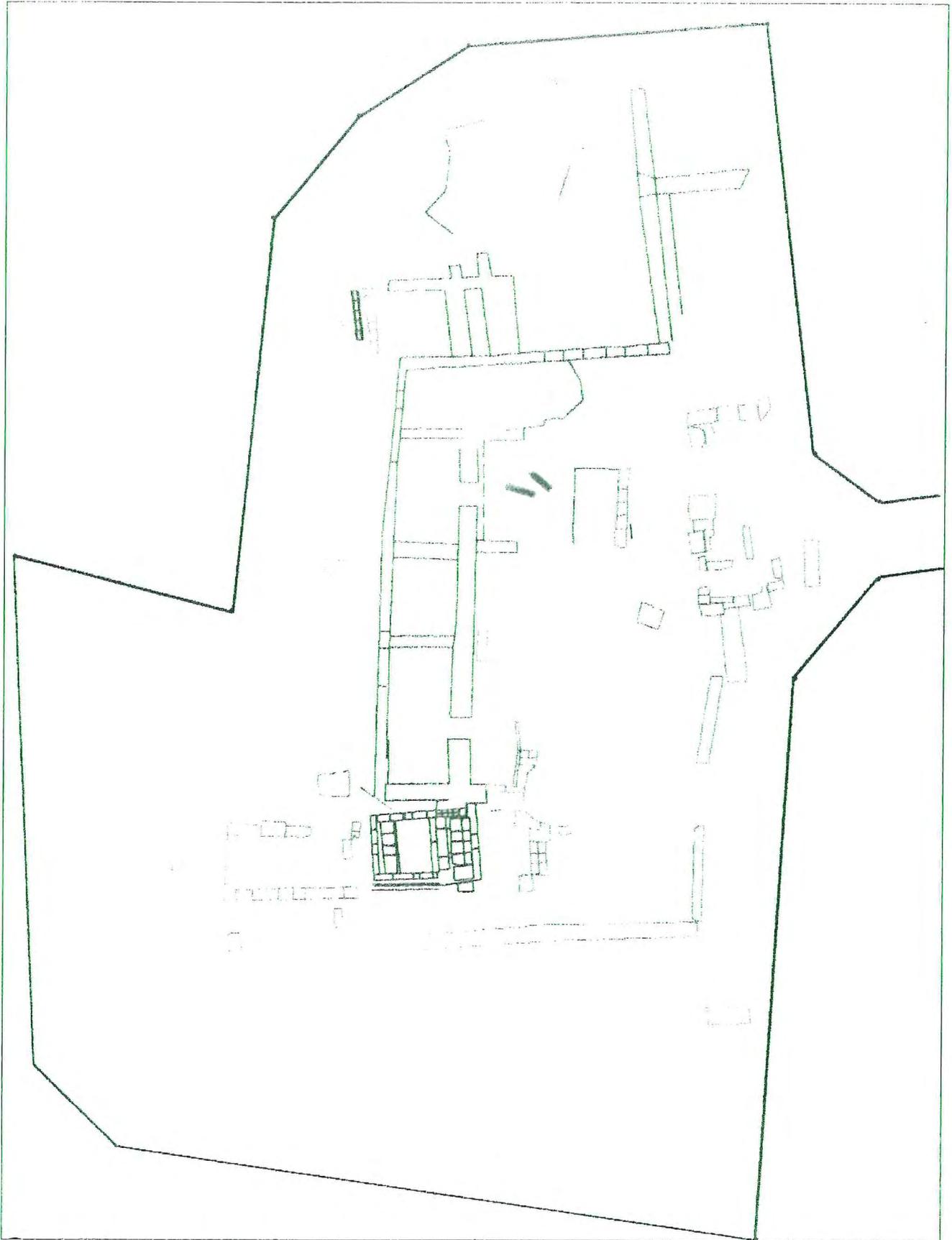
In campo speleologico il G.P.S. può avere -al momento- una funzione di appoggio all'indagine di superficie, in quanto all'interno del suolo terrestre le onde radio non passano. Può essere utile nello studio di grandi sistemi di cavità, posizionandone gli accessi con quote e coordinate note. Lo stesso discorso è da tenere presente nel campo delle Cavità Artificiali.

Le applicazioni della "total station" o "stazione totale", sono molteplici. Si può pensare di spingersi anche all'interno delle cavità. Gli strumenti moderni sono abbastanza leggeri, hanno software integrati e sono dotati di batterie a lunga durata (una batteria di 400 grammi di peso può permettere di lavorare da 10 a 12 ore in tracciamento). L'unico difetto di questi strumenti è il costo, che ne sconsiglia l'uso in ambienti angusti o dove il rischio di rovinarli aumenta. Generalmente si pensa che il rilievo con una "stazione totale" sia limitato ad un discorso planimetrico, e alla definizione delle quote: invece è attualmente possibile rilevare anche una sezione verticale, in quanto nel rilievo si definiscono sempre tre coordinate, che vengono proiettate su un foglio piano. Il rilievo può così essere inteso sia in orizzontale che in verticale.

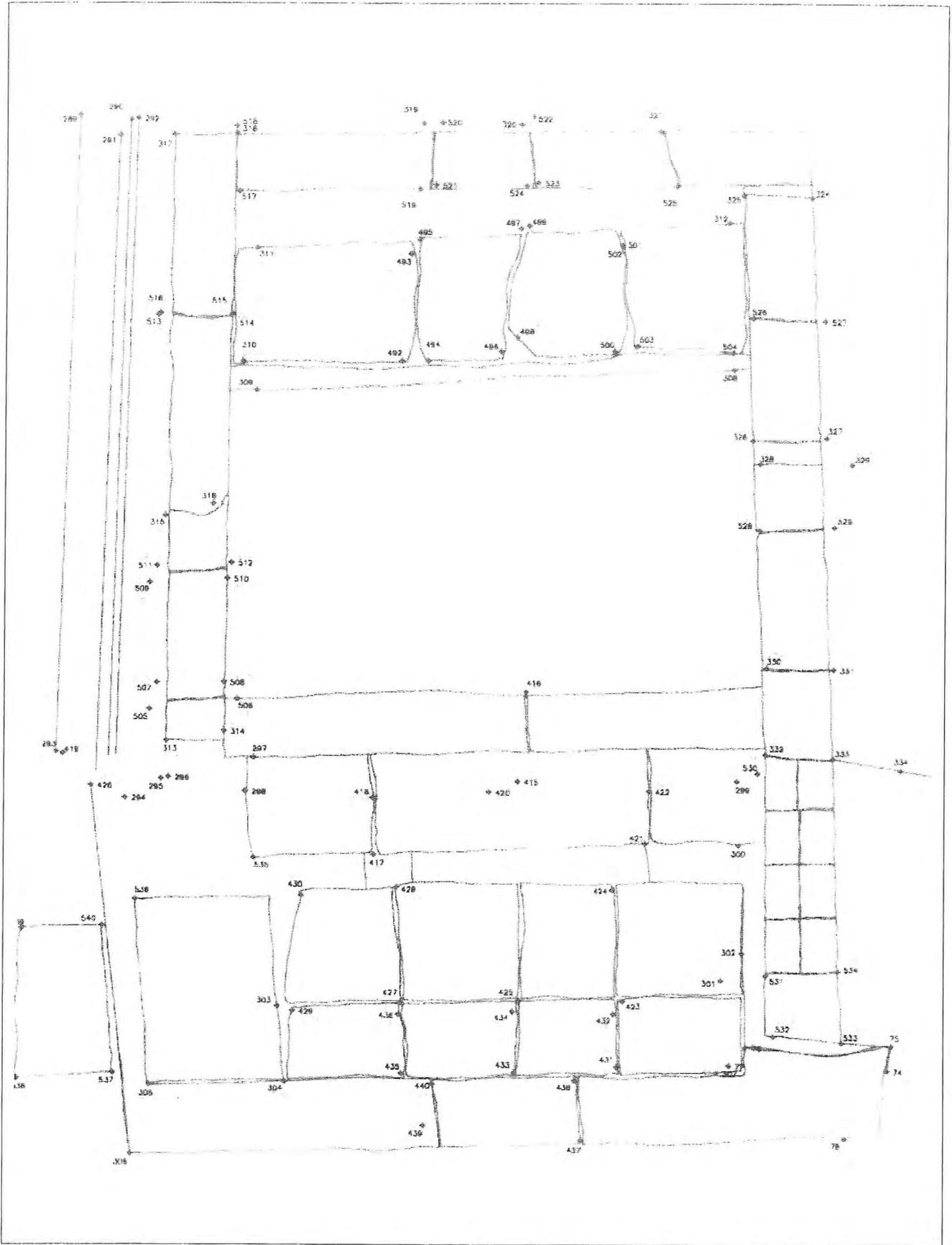
Elaborazione e restituzione dei dati

Una volta eseguito il rilievo si devono elaborare i dati, con la struttura informatica. Con le nuove tecnologie (e con i dovuti 'investimenti') si può operare anche in zone dove non è disponibile la corrente elettrica utilizzando alimentatori fotovoltaici.

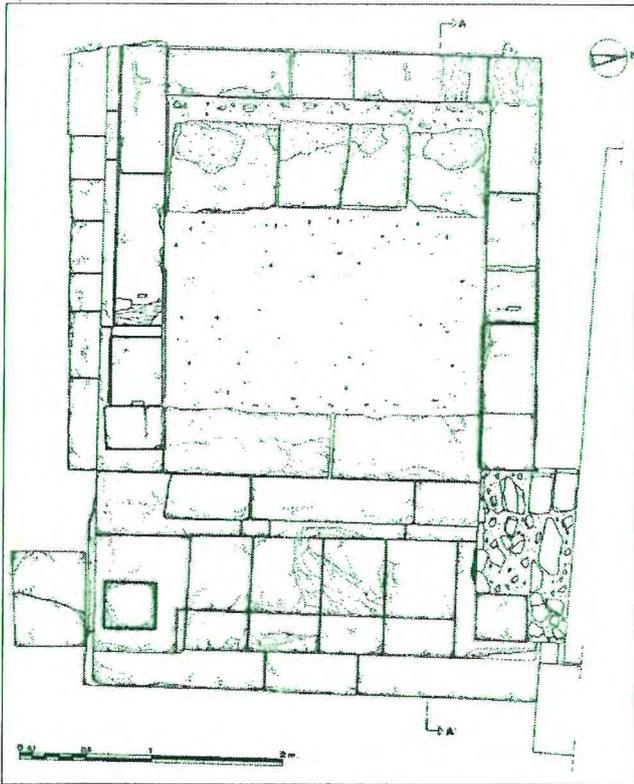
Per le nostre applicazioni grafiche, è sempre stato utilizzato il software Autocad release 14.0, ed i suoi applicativi Autocad Map, e Landcadd, mentre l'elaborazione dei dati viene ottenuta con il software Geodata per quelli terrestri, mentre per quelli satellitari vengono utilizzati i software G.P.S. di Novatel, e Pinnacle della Javad Positioning Sistem. Questi software sono in campo tecnico -soprattutto Autocad- i più utilizzati nel mondo. Pertanto i disegni sono preparati su una piattaforma che vi colloca nella possibilità di comunicare con qualsiasi studio. Il sistema informatico per la gestione dei disegni è importante, perché permette di avere un supporto indistruttibile, di potere archiviare su più copie, ma soprattutto di realizzare disegni che possono essere stampati in scale diverse. Il sistema informatico è molto flessibile e per mettere in evidenza tutte le sue potenzialità non sono certo sufficienti poche righe; l'argomento meriterebbe



Tharros - Pianta complessiva dell'area denominata Tempio K.



Tharros - Tempio K rilievo luglio 1998 eseguito con strumentazione elettroottica.

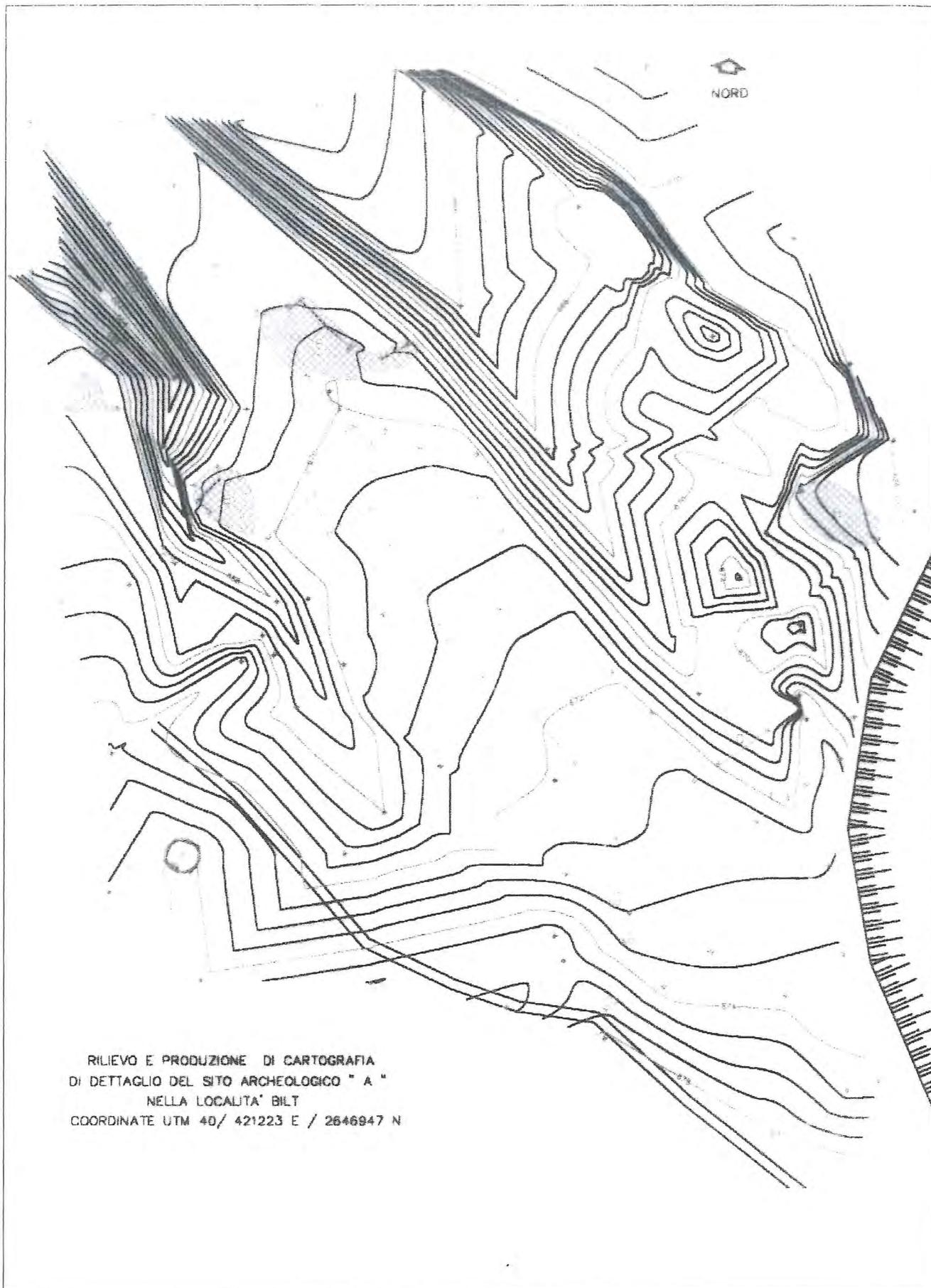


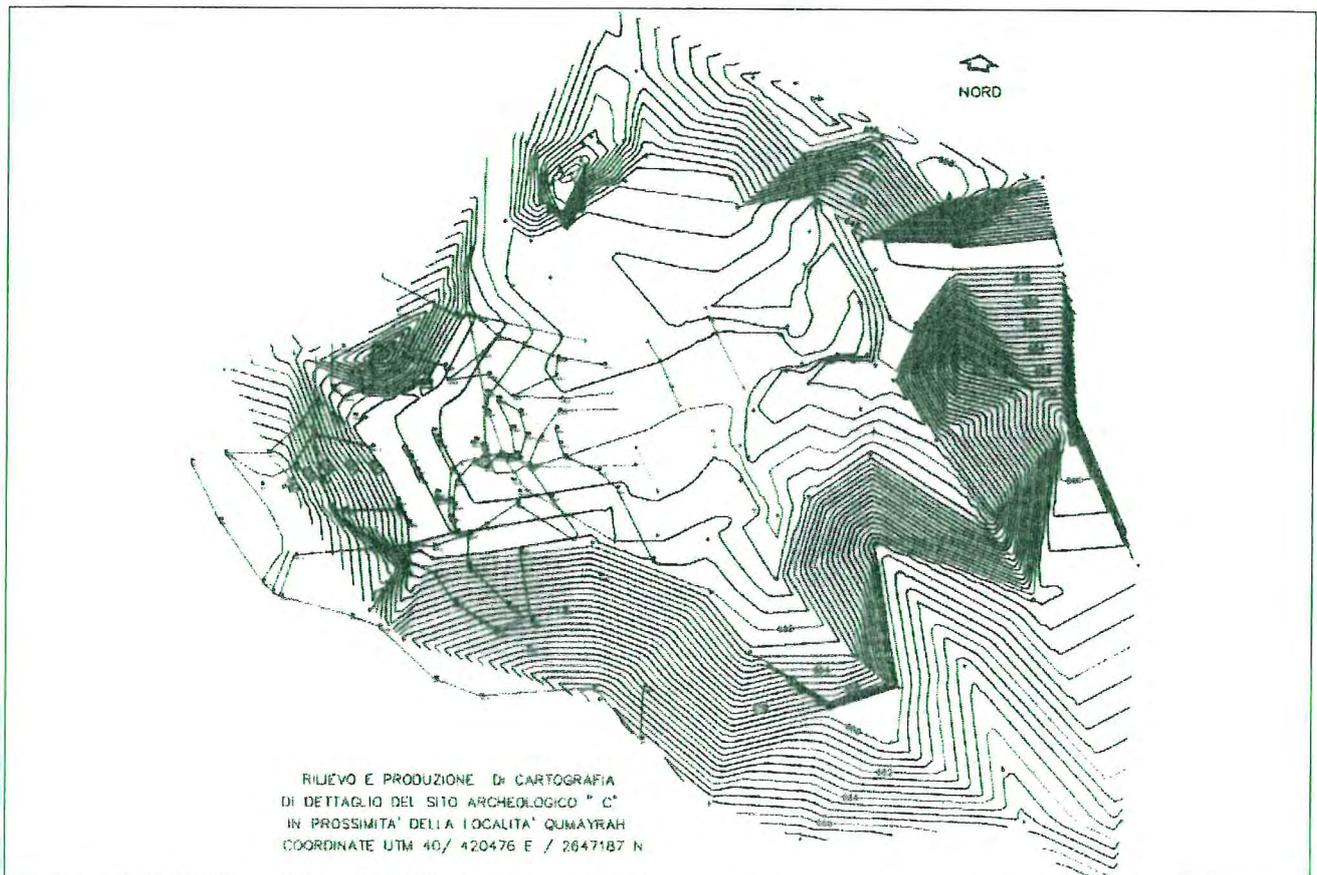
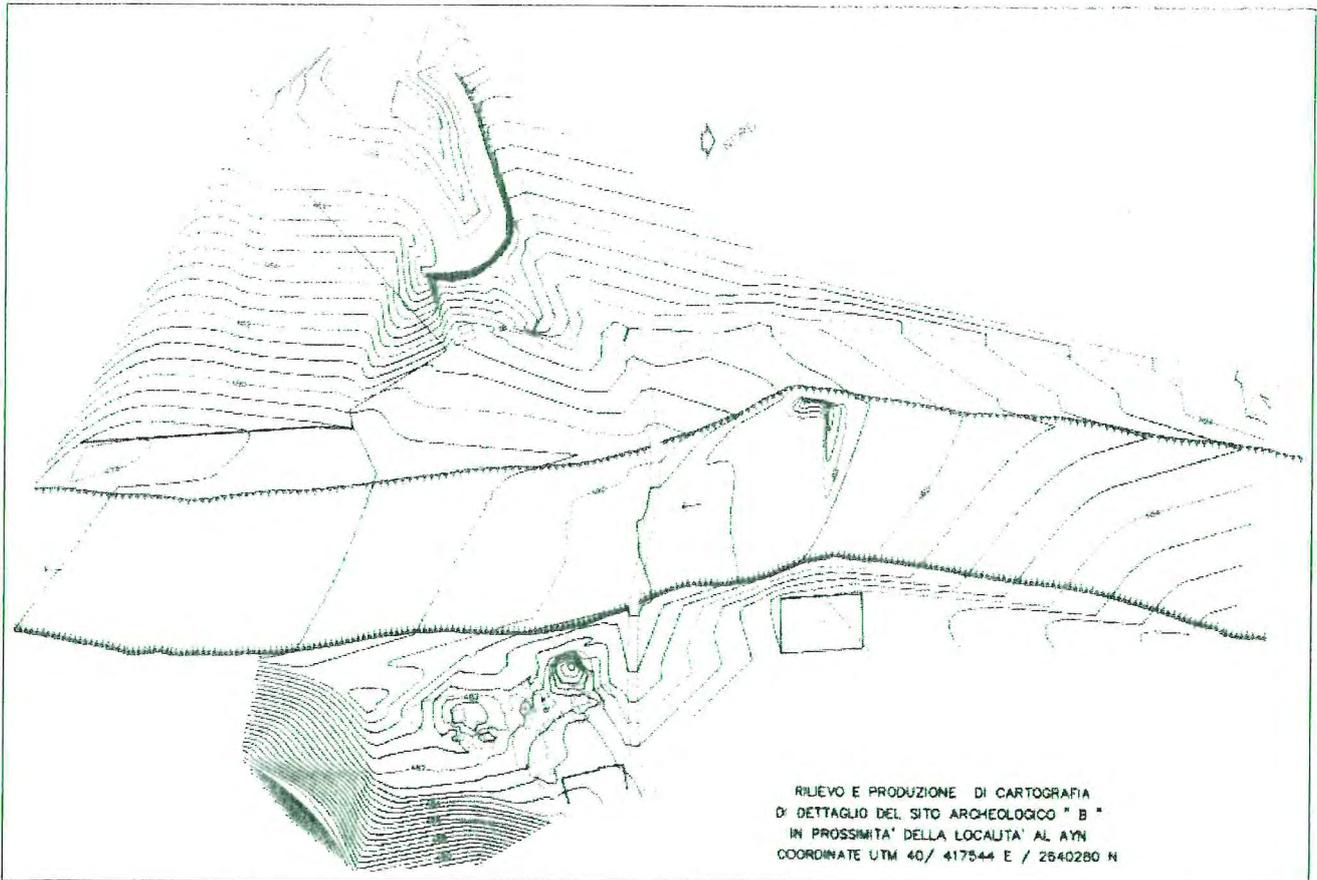
Tharros - Tempio K, come da rilievo archeologico.

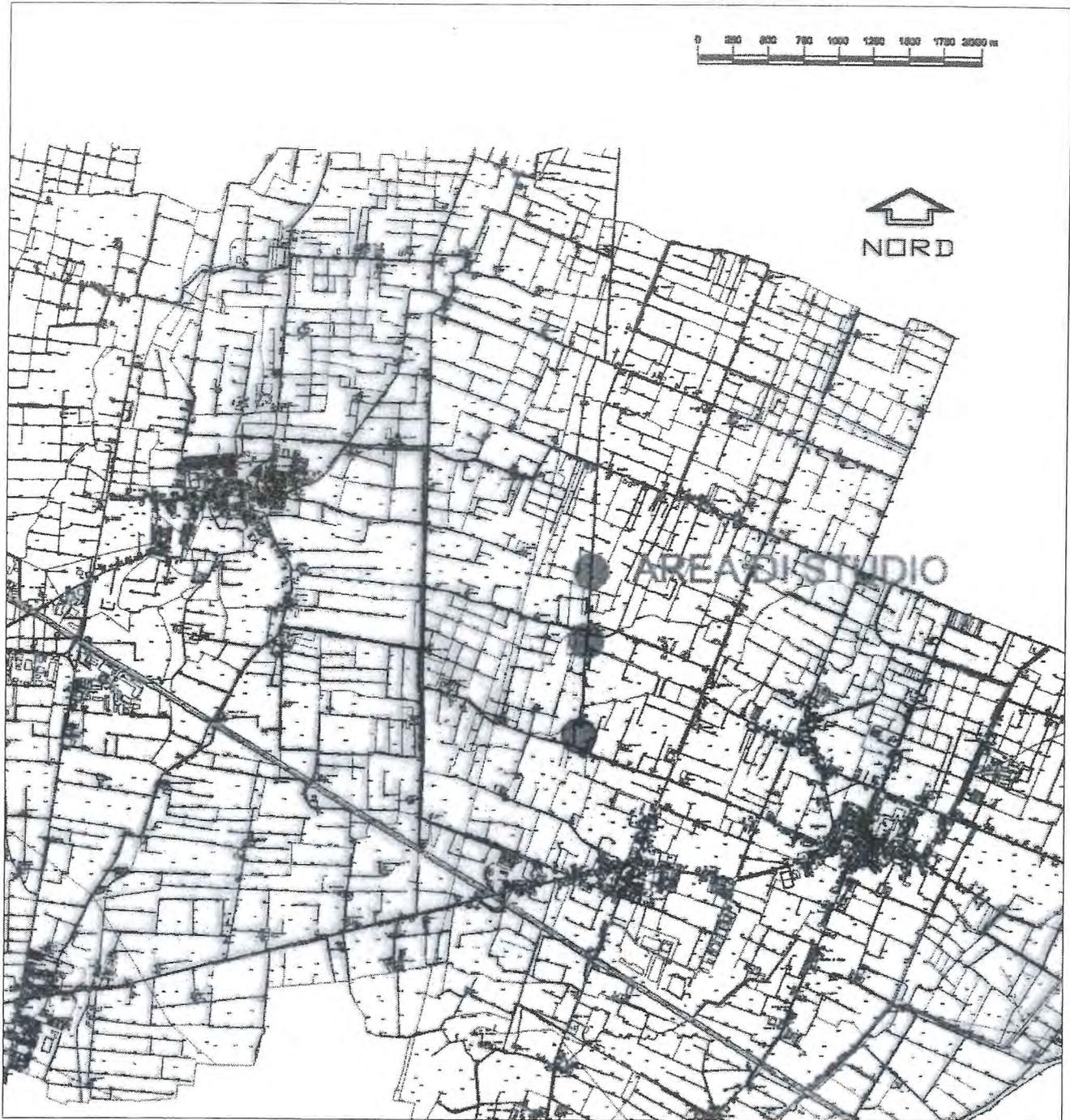
analisi più approfondite ed è aperto a nuovi studi di metodologie per le applicazioni reali. Attualmente si comincia a parlare di G.I.S. (geographical information system; in italiano: sistemi informativi territoriali), che oltre a preparare analisi su grande scala possono contenere informazioni puntuali relative all'oggetto dell'indagine. Si costruisce così una stratigrafia informatica, che permette di visualizzare una serie di dati semplicemente 'cliccando' con il mouse su un elemento del disegno.

Per costruire questi progetti diventa importante la collaborazione tra le varie professionalità, avendo l'umiltà di portare la propria esperienza all'interno di un gruppo di lavoro, o anche solamente di fornire le informazioni che si desidera divulgare. Con questo discorso si vuole proporre quella metodologia informatica che permette di lavorare con basi velocemente aggiornabili, sulle quali ogni ricercatore può concentrarsi maggiormente e relativamente alle proprie competenze. Inoltre, una volta definito il lavoro, si possono selezionare i disegni e archiviare tutto lo svolgersi dei lavori -sempre su supporto magnetico- e lasciare agli esperti di grafica manuale l'esecuzione dei disegni che potranno essere dedicati ad una eventuale pubblicazione. Un rilievo corretto, ed eseguito con una strumentazione completa, permette di lavorare sia su grandi aree che sui dettagli componenti una struttura. Ad esempio, nel-

l'estate del 1998, a Tharros abbiamo eseguito con un gruppo di studenti il rilievo particolareggiato della struttura denominata Tempio K. Tralasciando varie difficoltà legate all'inesperienza degli operatori, e alla lentezza del pur ottimo strumento privo però di registrante dati (proprietà dell'Università) sono stati rilevati circa 6.000 punti. I dati sono stati successivamente inseriti a mano nel software topografico. In questo genere di rilevamento la registrante dati diventa fondamentale, tanto da permettermi di affermare che senza questo piccolo raccoglitore di dati non è pensabile oltrepassare certe definizioni nel rilievo strumentale. E' evidente che gli errori di trascrizione e quelli dovuti all'inserimento dei dati non si sono contati, ma con un buon lavoro d'interpretazione del topografo restitutore, che deve comunque conoscere la materia archeologica e l'oggetto del rilievo, siamo riusciti ad ottenere un buon risultato. Sempre a Tharros, nell'estate del 1997, è stato eseguito il rilievo planoaltimetrico dell'area interessata dall'ipotetico percorso dell'acquedotto che alimentava il castellum aquae della città. In questo caso, dopo avere realizzato un rilievo di circa 800 punti, è stato costruito un modello matematico (D.T.M.) del terreno, che ha permesso l'analisi altimetrica e clivometrica dell'area oggetto di studio. Dopo una accurata analisi, e inserendo sul modello le varie ipotesi (tipo: l'acquedotto su arcate a quota 17 m, quello a quota 14.71 m, quello completamente interrato) sono state proposte le conclusioni elaborate dal Prof. Dario Giorgetti (Università di Ravenna), al Convegno Internazionale "In binos actus lumina", tenutosi a Ravenna nel maggio 1999. Nel febbraio del 1998 si è partecipato ad una spedizione organizzata dai Prof.ri Paolo Costa e Dario Giorgetti in Oman. L'obiettivo primario era di realizzare una cartografia di dettaglio di tre potenziali siti archeologici posti nel nord dell'Oman. In questo caso, sempre utilizzando i dati ottenuti con un rilievo planoaltimetrico eseguito con una "total station", si è costruito il modello matematico (D.T.M.) dei singoli siti, dai quali si sono ottenute planimetrie a curve di livello con equidistanza di 25 cm, e le sezioni desiderate. Essendo la cartografia ufficiale in scala 1:100.000, il posizionamento geografico è stato fatto con G.P.S. portatile dal quale abbiamo ottenuto le indicazioni relative alla nostra posizione nella sfera terrestre (unico collegamento con il resto del mondo), mentre l'altimetria (la quota) dei nostri rilievi è stata ottenuta con delle 'bellissime' triangolazioni ed intersezioni in avanti, collimando le cime delle poche vette riportata la quota altimetrica. Dato che stavamo eseguendo tali calcoli, abbiamo anche quotato varie cime prive di quota.



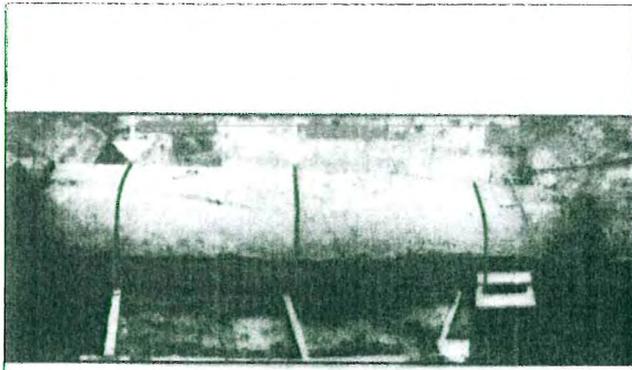




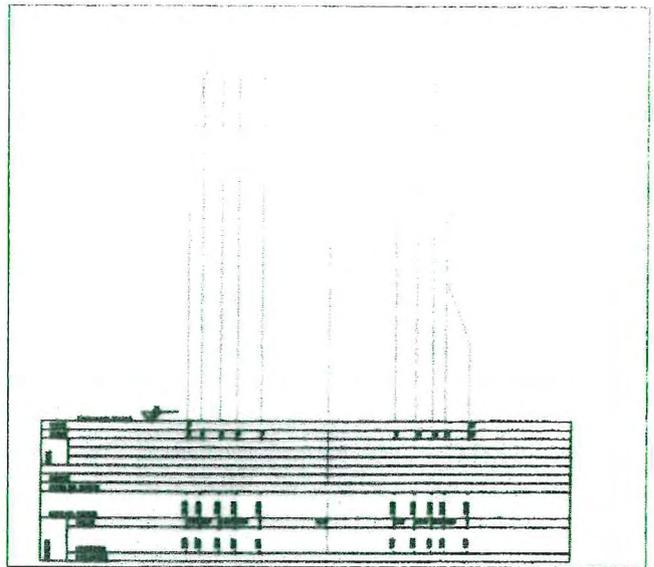
Marzo 1999: rilievo di tronconi dell'acquedotto romano di *Brixellum*, nel comune di Brescello (Reggio Emilia).

Il lavoro di rilevamento di alcuni tronconi dell'acquedotto romano di *Brixellum* è stato appoggiato ad una poligonale G.P.S. già realizzata in precedenza per un altro lavoro. Si è poi passati a rilevare la porzione di manufatto portata allo scoperto: i topografi con la "stazione totale" e gli archeologi con i metodi tradizionali. Il rilievo topografico è stato supportato da un rilievo fotografico con macchina digitale, che ha

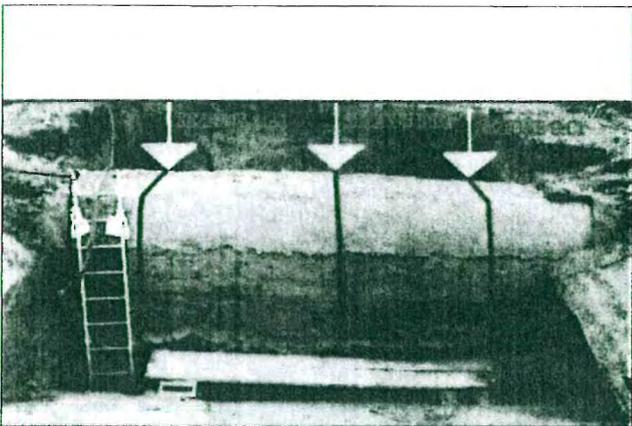
permesso d'inserire i dati del rilievo sull'immagine fotografica. Il risultato finale ha permesso di ottenere precise sezioni della struttura (vedere tavola illustrativa), e la possibilità di produrre disegni in scale diverse (anche 1:10), e riportare il tutto sia su supporto cartaceo che su supporto acetato per conferenza. Anche in questo caso si è dimostrato che è più facile gestire i disegni con il sistema informatico rispetto all'obsoleto sistema tradizionale, il quale deve essere comunque impiegato per la 'insostituibile' rappresentazione artistica manuale.



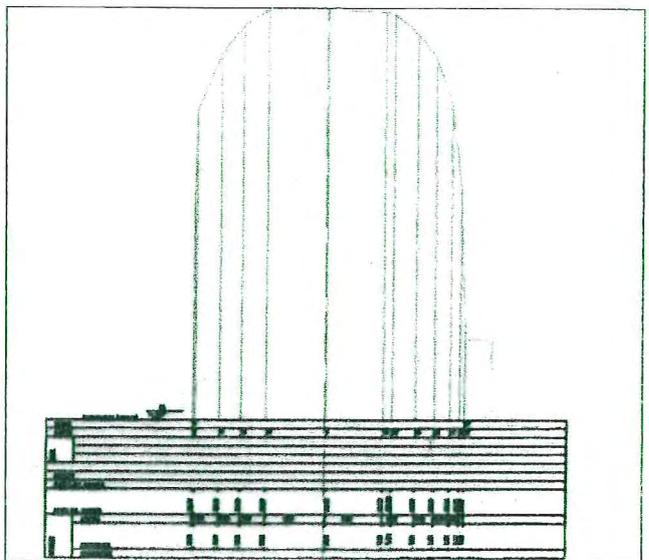
ELEMENTO A VISTA EST-OVEST



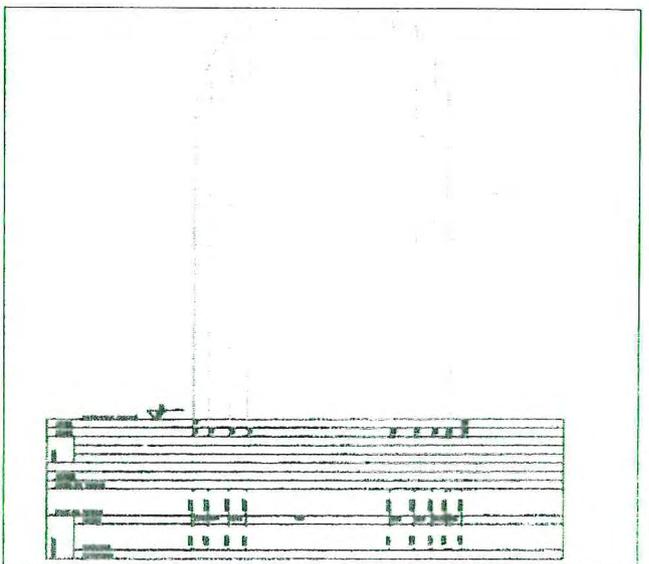
Sezione AA1.



ELEMENTO A VISTA OVEST-EST



Sezione BB1.



Sezione CC1.



Alessandro Pesaro *

Intorno ai problemi percettivi nel rilievo di cavità artificiali

Sommario

La documentazione topografica: riflessioni su di un contributo conoscitivo. Viene trattata l'utilità di accostare il rilievo di una cavità artificiale ai "fattori percettivi", andando ad analizzare quali possano essere gli eventuali errori in fase di acquisizione e di restituzione dei dati.

Abstract

The topographic documentation: reflexions of a cognitive work. Discussion about the usefulness to draw near the relief of an artificial cavity and the "perceptive factors", by the analysis of eventual mistakes during data processing and data restitution.

1. Introduzione

Lo studio delle cavità artificiali (1), complici i suoi evidenti aspetti multidisciplinari, conserva a tutt'oggi numerose caratteristiche proprie delle discipline in via di definizione. Se da un lato tutto ciò ha permesso di recepire metodologie d'indagine provenienti da ambiti diversi, quali ad esempio le discipline storico-archeologiche in molti loro aspetti, la topografia e la tecnica speleologica, dall'altro questa pluralità di riferimenti ha talvolta messo in ombra le questioni che non siano riconducibili ad aspetti concretamente operativi, lasciando talvolta in secondo piano i risvolti più specificamente teorici. L'esempio più evidente è senz'altro la documentazione topografica: nonostante il rilievo di un'opera sotterranea sia uno strumento insostituibile di conoscenza, spesse volte esso viene condotto da una prospettiva tecnico-analitica, che, non senza valide ragioni, mette al centro del problema gli errori di misura e le questioni connesse alla loro gestione. Ebbene, se da un lato ciascun ricercatore è ben conscio di quale possa essere il contributo conoscitivo apportato da un rilievo ben eseguito, d'altro canto si è sempre prestata ben poca attenzione a quali possano essere le implicazioni di una documentazione grafica attendibile solo in apparenza. Se è dunque evidente come un errore di misura porti ad uno scadimento dell'attendibilità complessiva, non sempre si è consapevoli di come i risvolti strettamente umani del

rilievo possano compromettere il risultato finale: nonostante le conseguenze degli errori strumentali siano senz'altro note, altrettanto non può dirsi dei momenti interpretativi, che costituiscono per altro un aspetto inestricabilmente connesso al lavoro di documentazione. Paradossalmente, proprio uno degli strumenti più raffinati e potenti a disposizione dello studioso viene impiegato senza conoscere tutti i possibili rischi di storture che ad esso sono associati, tanto che spesso un rilievo, in cui gli errori strumentali rientrano nei limiti ammessi, viene tout-court assimilato ad una rappresentazione attendibile della realtà. In questo contributo si cercherà di provare come la semplice precisione delle misure (intesa nel doppio significato di valori angolari e lineari) non basti da sola a garantire una rappresentazione fedele dell'opera, almeno in un'accezione concettualmente 'forte'.

2. Percezione e misura

Accostare il rilievo di una cavità artificiale ai problemi percettivi potrebbe sembrare un esercizio ozioso, quando non addirittura una pur nascosta contraddizione in termini. Tale aspetto può in parte giustificarsi con il carattere difficilmente circoscrivibile degli errori percettivi, i quali (al contrario di molti tipi di errori agevolmente classificabili) non sembrano a prima vista trovare una collocazione univoca nello schema di massima riprodotto in tabella n° 1, che pur si presta a schematizzazioni convincenti sulla base delle reci-

* Società Adriatica di Speleologia, Sezione di Speleologia Urbana. Trieste



proche interazioni tra i diversi fattori. Di conseguenza, tali errori sono stati visti di frequente in un'ottica assai diversa, e si è sostenuto che essi non rappresentano un aspetto intrinseco nella pratica del rilievo, ma che è piuttosto la loro assenza a garantire quei criteri irrinunciabili su cui fondare l'analisi ed il controllo degli errori su basi metodologiche corrette. Ne deriva che l'insussistenza di un problema percettivo nel cam-

po del rilievo viene in genere sostenuta con argomentazioni apparentemente assai solide: o tutte le valutazioni ed interpretazioni vengono puntualmente verificate da un dato strumentale (e dunque viene meno la natura stessa del problema), o questa verifica non esiste, ed allora mancano i presupposti per parlare di rilievo, perlomeno nel suo significato più rigoroso. Il realtà il quadro della situazione è assai più

1) Strumentale	2) Ambientale	3) Di lettura
Caratteristiche intrinseche degli strumenti.	Interazione degli strumenti di misura con l'ambiente	Interazione dell'operatore con gli strumenti
Classe di precisione dei dispositivi impiegati, loro invecchiamento o deterioramento.	Bussole influenzate da materiali ferrosi o anomalie magnetiche locali, bindelle metalliche non compensate	Approssimazioni arbitrarie, errori di apprezzamento nella lettura fra due tacche, e in genere qualunque forma di errore associabile a strumenti dotati di graduazioni fisse o indice.
4) Di trascrizione	5) Di elaborazione	6) Di restituzione
Interazione dell'operatore con sistemi di codifica dell'informazione		
Mancata corrispondenza tra dati strumentali e valori annotati.	Applicazione erronea o non pertinente di coefficienti di scala, fattori di correzioni, ed in genere di qualunque parametro matematico.	Mancata corrispondenza tra valori numerici e loro equivalenti grafici.

Tabella n° 1. Prospetto indicativo delle cause di errore nelle operazioni di rilievo. Nella prima riga il tipo di errore, nella seconda una possibile interpretazione in termini di interazioni reciproche, nella terza alcuni esempi caratteristici.

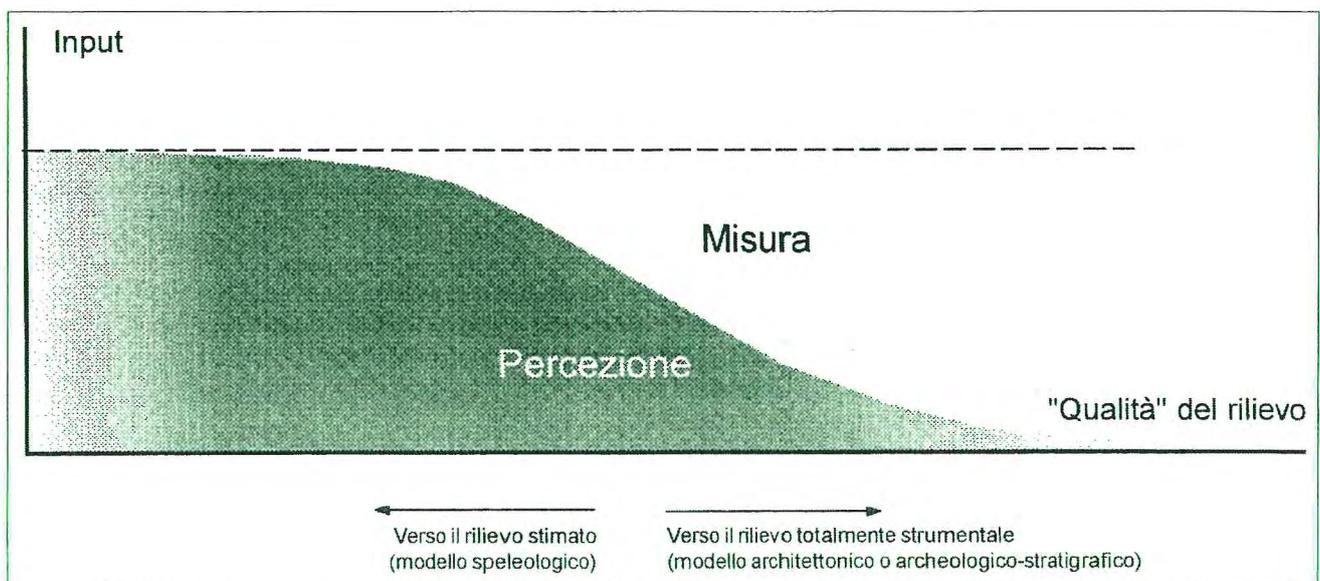


Figura n° 1. Al variare della "qualità" del rilievo corrispondono input diversi in termini di percezione e dati strumentali.



complesso, e nella pratica corrente del rilievo in cavità artificiali finiscono per confluire questioni di natura complessa e sfuggente. Questo fatto è sottolineato dallo schema di figura n° 1, dove viene posto in risalto il particolare legame fra la "qualità" del rilievo -e si vedrà in seguito quale dovrà essere il significato da dare a questo termine- ed i parametri che lo caratterizzano.

Lungo l'asse delle ascisse possiamo idealmente disporre le varie tipologie, dai prodotti meno complessi (assimilabili per tecnica di esecuzione ed esiti grafici alla documentazione speleologica di tipo speditivo), a quelli concettualmente più raffinati, che recepiscono invece *modus operandi* e linguaggio formale provenienti dall'esperienza del rilievo architettonico, quando non addirittura dal cantiere archeologico. L'espressione qualità va dunque intesa in senso lato, come semplice misura indicativa della quantità (ed ovviamente attendibilità) delle informazioni che è possibile estrarre dal rilievo: numero dei dettagli riportati, accuratezza del loro posizionamento, e questo senza trascurare la validità dell'impianto topografico di fondo. A ciascuno di questi estremi corrispondono input diversi in termini di percezione e dati strumentali. Verso l'estremo inferiore il ruolo della percezione è assai rilevante, e questo poiché spesso viene misurata la semplice poligonale di tracciato, lasciando la descrizione dei vari dettagli morfologici alla sensibilità dell'operatore, che si affida ad una serie di stime e valutazioni per riportare con la maggiore attendibilità possibile le caratteristiche degli ambienti da documentare. Si noti come il grafico sia stato opportunamente sfumato per valori tendenti allo zero: questa scelta vuole sottolineare l'impossibilità di annullare completamente il ruolo dei dati strumentali, in quanto, al diminuire oltre un certo valore degli input numerici, cadono man mano i presupposti per parlare di documentazione, e diventa forse più corretto parlare di schizzi o tracciati di massima, ma non certo di rilievi. All'estremo opposto il ruolo affidato alla soggettività è invece ridotto al minimo, in quanto una fitta rete di coordinate di inquadramento fa sì che ogni dettaglio del rilievo sia codificato in termini di parametri numerici che ne definiscono le caratteristiche morfologiche salienti, come pure la collocazione rispetto alla totalità dell'opera. In un simile contesto, il ruolo della percezione è minoritario, anche se non è mai pensabile un suo completo annullamento (2).

Ebbene, se è pur sempre vero che la documentazione di una cavità artificiale (magari di interesse storico) non può utilizzare i metodi e gli standard caratteristici della documentazione speditiva della speleologia

esplorativa, d'altro canto le peculiari caratteristiche degli ambienti di lavoro (ed ovviamente i rischi ad essi connessi) fanno sì che la possibilità di applicare le tecniche di indagine proprie del rilievo di superficie appaia una fortunata eccezione, non certo la regola. Come conseguenza immediata, il rilievo di una cavità artificiale non si colloca usualmente ad uno di questi estremi, bensì viene a situarsi in una posizione intermedia, la cui collocazione dipende da tutta una serie di parametri, tra cui, in via puramente esemplificativa, si possono ricordare le condizioni operative, il tempo a disposizione, gli scopi che l'operazione si prefigge, e -non da ultimo- l'entità delle risorse umane e materiali disponibili in quelle circostanze. Se dunque il ruolo della percezione è assai meno sensibile che non nel primo caso, non per questo si riduce ad un valore tale da poter essere ignorato.

3. Il rilievo come processo cognitivo

Posto per fermo come il normale rilievo in cavità artificiali sia una forma di documentazione in cui aspetti tecnici ed aspetti umani si intrecciano strettamente, diventa ora evidente che il confronto con lo sconosciuto (inteso come problema conoscitivo, e non come componente romantico-avventuroso del lavoro in cavità), rappresenti un problema solo apparentemente secondario. Riconoscere tale fatto significa porre l'attenzione non sulla conoscenza in sé, ma sui meccanismi con cui tale conoscenza viene posta in essere, cioè l'insieme dei problemi cognitivi con cui il rilevatore di un'opera sotterranea è costretto suo malgrado a confrontarsi.

Già queste considerazioni possono far intuire come, nella maggior parte dei casi, il ruolo di chi esegue il rilievo sia più complesso di quello di un semplice raccoglitore di dati strumentali, tanto che solo nelle applicazioni tecnicamente più raffinate questi dati possono venire acquisiti ed elaborati in maniera del tutto automatizzata, prescindendo totalmente dagli aspetti soggettivi del rilevatore (FRIGNANI c.s.).

Se in quest'ultimo caso la morfologia dell'opera emerge interamente da una serie di variabili numeriche, e dunque l'operazione di rilievo può dirsi svincolata dal momento interpretativo (che ne costituisce semmai la logica prosecuzione), altrettanto non può dirsi del caso comune, dove i due momenti sono di fatto indistinguibili, e l'opera di rilievo deve confrontarsi fin dall'inizio con delle variabili soggettive.

Nelle operazioni di misura i fattori tecnici sono dunque solo un aspetto dell'intero processo di documentazione, in cui scelte, valutazioni ed interpretazioni giocano un ruolo tanto rilevante quanto sfuggente e sottovalutato.



La misura infatti non si identifica con il rilievo, ma ne costituisce solo l'aspetto più evidente, come si può comprendere scomponendolo nelle sue fasi.

3.1 Percezione

La prima fase corrisponde alla percezione della realtà circostante mediante i sensi, i quali in pratica si riducono alla sola vista. Si tratta di semplice dato sensoriale, per altro condizionato rigidamente da un punto di osservazione spesso non modificabile, dall'illuminazione irregolare o dalla limitatezza del campo visivo. A differenza di quanto accade in un ambiente esterno, la percezione ha dunque un carattere frammentario, imperfetto e conserva aspetti particolarmente problematici. Ciò è specialmente vero dove l'ambiente venga percepito come una realtà complessa, dove cioè l'azione dei fenomeni naturali di asportazione e deposito (concrezionamenti, crolli, erosioni) si fonde spesso in maniera difficilmente leggibile con il risultato di attività umane, tra cui lo scavo, la manutenzione ed il riatto dell'opera. (figura n° 2, particolare 1).

3.2 Comprensione

Nella seconda fase il rilevatore procede all'elaborazione di un costrutto mentale, in cui tali stimoli sensoriali (spesso incompleti o problematici) vengono trasformati in un modello concettuale della realtà, descritto nella sua interezza e dotato delle caratteristiche ad esso pertinenti. In questo stadio si passa dalla percezione dell'oggetto all'idea dell'oggetto: grazie a meccani-

smi di astrazione e riconoscimento, esso viene "compreso", cioè pensato in termini di proprietà fisiche (altezza, larghezza, pendenza ecc.) e di modelli codificati, quali ad esempio "volta a tutto sesto", o "copertura alla cappuccina", e questo solo per citare i casi più comuni.

Considerate le condizioni operative su cui è inutile dilungarsi, ogni rilevatore avverte tuttavia in maniera più o meno pressante l'esigenza di non allungare il tempo di lavoro oltre il necessario, e di minimizzare in tal modo il disagio ed il rischio personale connesso alla presenza nel sottosuolo. L'esigenza di ottenere il massimo incremento della conoscenza con il minimo impegno di potenziale umano e materiale, implica una selezione particolarmente attenta delle misure, e ciò avviene bilanciando opportunamente le misurazioni indispensabili alla comprensione dell'opera con le quotature che hanno invece un peso relativo, poiché riguardano ad esempio viste di dettaglio.

Il punto cruciale è tuttavia un altro. L'azione di rilevare una cavità con un numero ragionevolmente basso di misurazioni presuppone che le varie parti costitutive vengano trattate come elementi geometrici astratti, o perlomeno pensati come tali. Nel caso concreto, tutta la complessità dell'oggetto fisico viene così approssimata ad una serie di corpi geometrici semplici: le pareti a dei piani, la volta ad una sezione cilindrica e così via. La maggiore o minore articolazione di questa geometria dipende da tutta una serie di fattori già descritti, tra cui gli obiettivi che si prefigge il

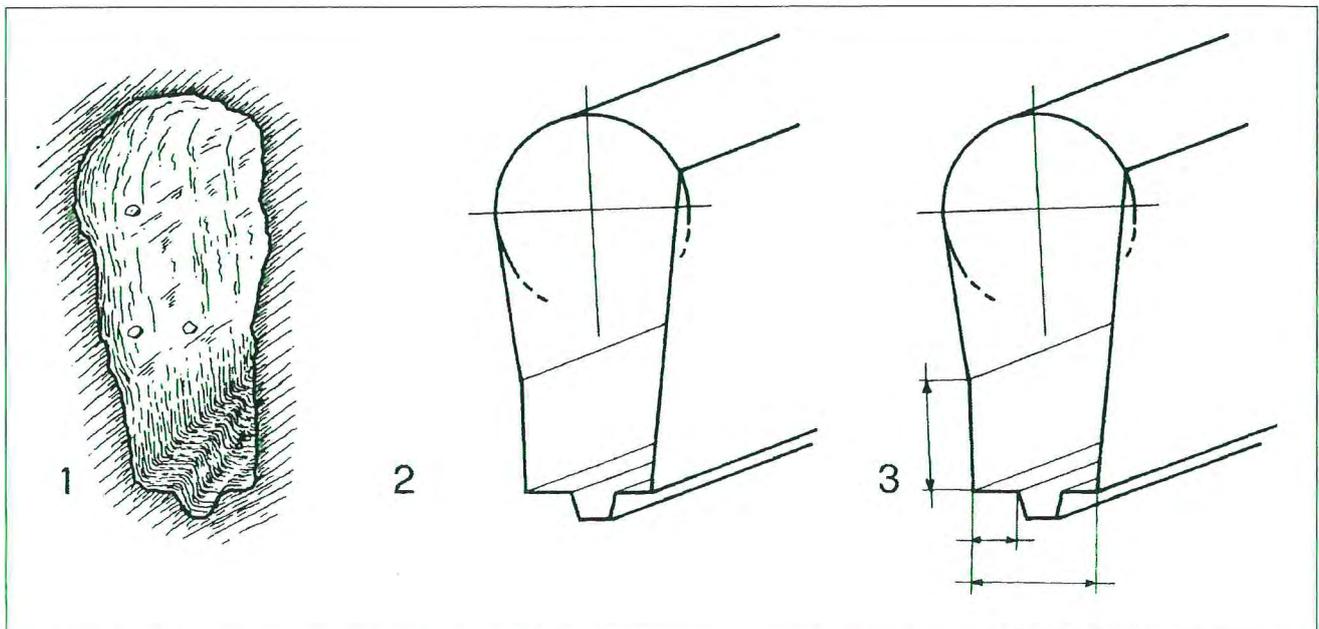


Figura n° 2. Il rilievo come processo in tre fasi. Si noti come la descrizione in termini numerici sia solo l'ultima fase di un iter complesso, dove la soggettività ha un ruolo di primo piano. L'esempio è riferito ad una sezione di cunicolo, ma può agevolmente estendersi ad una qualsivoglia parte di un'opera.



rilievo, le condizioni operative più o meno severe e non da ultimo la coscienziosità dell'operatore.

Al di là di questi distinguo, il nodo del problema sta in un fatto spesso ignorato: ciò che viene rilevato (o piuttosto descritto in termini numerici) rischia di non essere la realtà fisica, ma semmai un suo modello concettuale, che, seppure con gradi di approssimazione via via perfettibili, mantiene comunque un'esistenza ontologicamente separata dall'oggetto che si propone di descrivere. In altre parole, rilevare una volta misurandone semplicemente la luce non implica tanto che la sua geometria possa venire approssimata a quella di una sezione cilindrica, ma piuttosto che il rilevatore abbia ritenuto ammissibile una tale approssimazione, e di conseguenza l'abbia posta in essere. L'aspetto rilevante non è tanto l'inconsapevole perdita di informazioni sul vero profilo della copertura, quanto la prova che l'interpretazione dell'oggetto ai fini del rilievo è un fenomeno che va oltre la sensazione: in esso confluiscono l'esperienza passata, l'abitudine mentale a pensare per categorie, e la spiccata propensione ad astrarre certe caratteristiche a discapito di altre (figura n° 2, particolare 2).

3.3 Descrizione numerica

La terza ed ultima fase consiste nell'esprimere questo modello geometrico in termini numerici. Ciò avviene grazie all'uso di strumenti opportuni, impiegati secondo metodologie codificate di lavoro: in altre parole si tratta della misura come viene genericamente inte-

sa nei testi tecnici e nei manuali di rilievo. Non è scopo di questo lavoro descrivere il complesso problema relativo all'acquisizione di dati strumentali in cavità (rimandando per questo alla letteratura specialistica), bensì ricordare come solo in questa fase diventi lecito parlare di misura in termini di acquisizioni di dati e gestione degli errori, secondo quanto descritto dalla manualistica della materia (figura n° 2, particolare 3).

4. Introduzione agli errori percettivi

La più critica delle tre fasi sopra descritte è senz'altro la seconda, cioè il passaggio da un dato sensoriale ad un costruito dotato di proprietà. Nonostante l'esperienza comune induca spesso a pensare la vista come uno strumento attendibile ed imparziale per valutare il mondo circostante, un cospicuo lavoro sperimentale, condotto in ambito di psicologia della percezione a partire dai primi decenni del nostro secolo, ha dimostrato come l'atto del vedere non sia un'attività passiva, ma abbia invece caratteristiche fortemente interpretative. Rinviando alla bibliografia per l'indispensabile approfondimento teorico, merita qui sottolineare una delle conclusioni più feconde: i processi sensoriali, e la vista in particolar modo, sono organizzati non come somma di sensazioni elementari, bensì come configurazioni unitarie e strutturate. Il funzionamento dell'occhio non è dunque assimilabile a quello di una macchina fotografica: l'esperienza della visione si basa su meccanismi di scelta, raffronto e sintesi che, per quanto inconsapevoli, sono in una certa misura codificabili. La psicologia della Gestalt -questo il nome con cui viene indicato tale settore di ricerca- ha messo in luce quelli che possono essere definiti i fattori strutturanti della visione, cioè un insieme di regole capaci di giustificare alcuni dei meccanismi percettivi osservati sperimentalmente. Non è questa la sede per discutere in dettaglio i singoli aspetti di queste leggi descritte fin dai primi decenni di questo secolo (VERTHEIMER 1923) rimandando per ulteriori approfondimenti ad una sintesi di carattere generale più facilmente accessibile (KANIZSA 1980). L'aspetto più interessante è invece l'esistenza di ciò che potrebbe definirsi un "principio di parsimonia", tanto che "nelle condizioni di un conflitto di fattori, si impone quello che dà origine alla configurazione più semplice, più regolare" (MAS-SIRONI 1998).

Nei fenomeni cognitivi è dunque attivo un meccanismo di regolarizzazione che induce a percepire qualsiasi forma con il massimo grado di semplicità, armonia, equilibrio, regolarità e simmetria, o -in altre parole- con la forma più "pregnante", e questo per usare un termine tipico dell'approccio gestaltico.

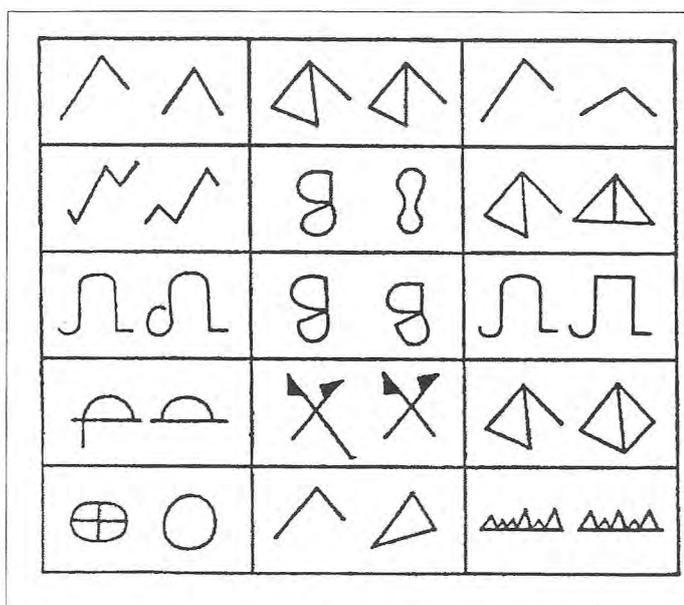


Figura n° 3. Riproduzione di forme che dimostrano una tendenza alla simmetria e alla regolarità. In ogni rettangolo è illustrata una figura originale e la sua riproduzione (Vernon 1963, p. 43).



Sebbene i contributi in materia abbiano messo in guardia dall'identificare il concetto di gravidanza con il solo parametro di simmetria (KANIZSA 1978), una serie di evidenze sperimentali hanno messo in luce come spesso tale fattore agisca in maniera predominante sugli altri: invitando dei soggetti a riprodurre delle forme solo leggermente asimmetriche, si è osservata una forte tendenza a trascurare il difetto, dimostrando così la spiccata tendenza a percepire regolarità anche dove essa non esiste affatto (figura n° 3).

5. Gli errori percettivi nella documentazione delle cavità artificiali

Questa forma di accomodamento ha un ruolo di primo piano in tutti gli aspetti soggettivi che intervengono nel rilievo di una cavità artificiale: se ad esempio il cielo di un cunicolo viene descritto da una sezione cilindrica, e non come un profilo complesso che varia da punto a punto (com'è più probabile che sia nella realtà) il rilevatore non ha commesso un errore di misura in senso stretto, ma semmai un errore percettivo. L'aspetto più insidioso è dato certamente dalla presenza in sotterraneo di opere umane come murature, rivestimenti, volte di sostegno, ed in genere qualunque elemento riconducibile all'edilizia di superficie, senza contare poi il caso estremo in cui tutta la struttura ipogea sia descrivibile in termini architettonici, circostanza questa che si rivela spesso un'arma a doppio taglio. Ebbene, se da un lato queste caratteristiche portano come conseguenza immediata un abbattimento nel numero delle misure e degli errori strumentali ad esse associati, dall'altro nulla garantisce che le forme percepite dal rilevatore come regolari abbiano tale caratteristica anche nella realtà, poiché spesso tale regolarità esiste solo nella mente di chi rileva. Il rischio principale è quello di offrire un rilievo sì corretto dal punto di vista meramente numerico, ma fortemente "stilizzato" o modellizzato se preso in esame nella sua globalità.

Nella pratica concreta di lavoro entrano tuttavia in gioco altri fattori, di cui si è già fatto cenno sopra. Uno di questi è senza dubbio l'attitudine umana a pensare per categorie, associando ad ogni oggetto proprietà e caratteristiche ben precise, come pure la naturale predisposizione ad indurre caratteristiche universali da singole osservazioni, per loro natura necessariamente circoscritte. Ad esempio, ognuno tende ad associare all'oggetto "parete" la proprietà di essere rettilinea e verticale, poiché così sappiamo che esse vengono costruite, ed in tal modo appaiono la maggior parte delle pareti di cui abbiamo esperienza diretta. Ebbene, questa massa di persuasioni sono sì utili alla vita di ogni

giorno, ma rischiano di creare un serio impaccio quando al ricercatore sia richiesto un confronto con lo sconosciuto, poiché l'idea della realtà tende a sovrapporsi alla sua essenza reale. Molte volte la parete di un vano ipogeo è stata disegnata verticale e rettilinea non perché il rilevatore abbia verificato strumentalmente queste due condizioni, quanto perché egli "sapeva" che le pareti godono di tali caratteristiche: si tende cioè a scambiare per presupposti delle condizioni che in realtà andrebbero verificate di volta in volta, problema questo che è stato lucidamente recepito dalla trattatistica sul rilievo architettonico (MARINO 1990). Il problema è assai insidioso poiché spesso la chiave per la comprensione di un'opera risiede in differenze non immediatamente percepibili, ed inoltre nei paragrafi precedenti si è mostrato come la possibilità di riscontrare e verificare tutti i dettagli di un'opera sia spesso una possibilità più teorica che concreta. In altre parole, l'aumento della complessità causa un rischio maggiore di errore strumentale, poiché il moltiplicarsi delle misure necessarie per descriverla fedelmente provoca il crescere degli errori connessi, ma d'altro canto percepire una regolarità di qualunque tipo introduce errori di tipo diverso, e si può ben dire che esista il rischio di rilevare non tanto l'oggetto da descrivere com'è, ma piuttosto come si pensa che esso sia, debitamente simmetrizzato ed integrato in modo arbitrario.

Aver messo in luce il ruolo della coscienza individuale nel rilievo consente di riconsiderare sotto altra luce delle questioni per altro note nelle loro linee essenziali. In primo luogo si può dare una spiegazione convincente del perché figure dalle competenze diverse -poste di fronte ad una medesima opera sotterranea- producano una serie di rilievi che non solo appaiono del tutto differenti tra loro come impostazione, livello di dettaglio e restituzione grafica, ma risultano addirittura difficilmente confrontabili. Questo fatto si spiega solo parzialmente ricordando il diverso background tecnico-scientifico e la disuniformità degli strumenti impiegati: la chiave sta semmai nel diverso *habitus* mentale, che si traduce in un approccio completamente diverso al problema del rilievo ed alla documentazione in genere. Per uno speleologo -ad esempio- l'assenza di qualunque regolarità è la norma, poiché abituato ad interpretare ciò che vede come il risultato di processi puramente meccanici, mentre per un architetto o un geometra, uniformità, regolarità e simmetria rappresentano dei presupposti dati spesso per scontati, in quanto naturalmente inclini a vedere ciò che descrivono come il prodotto di un'intelligenza ordinatrice. Le differenze non stanno dunque nella padronanza della



tecnica di rilievo o nelle diversità della strumentazione adottata, quanto nel diverso modello concettuale della realtà che ciascuno di essi elabora di volta in volta. Un'ulteriore dimostrazione di come nel rilievo operino meccanismi spiccatamente interpretativi e selettivi è dato dal numero e dal tipo di dettagli morfologici che il singolo operatore decide di inserire nell'elaborato finale. Poiché il livello di dettaglio può essere virtualmente spinto fin che si desidera, il numero dei particolari potenzialmente descrivibili è di fatto un insieme aperto, i cui limiti possono essere fissati arbitrariamente (figura n° 4). All'interno di questo insieme, rappresentato mediante un contorno a tratto, è possibile individuare un sottoinsieme, il quale comprende tutti i particolari che entrano nella percezione del rilevatore. Chiunque si sia confrontato direttamente con il problema del rilievo, è perfettamente consapevole di come molti dettagli, pur teoricamente visibili, siano passati del tutto inosservati, e che spesso certi particolari siano stati notati solo nel corso di visite successive, magari da persone diverse. L'insieme è ulteriormente frazionabile, poiché non tutti i dettagli percepiti vengono ritenuti funzionali alla comprensione dell'opera e dunque descritti.

Un ulteriore sottoinsieme rappresenta i particolari descritti con esattezza nel rilievo finale, poiché non è af-

fatto automatico che se un aspetto morfologico viene percepito correttamente, sia descritto con altrettanta precisione dal punto di vista della misura: quest'ultima classe sottolinea come la misura in senso stretto sia solo l'ultima fase di una complessa catena di decisioni in cui la soggettività (e dunque gli aspetti percettivi) hanno un ruolo niente affatto trascurabile. La conclusione è ancora una volta la stessa: non si rileva ciò che esiste, ma ciò che entra nella percezione del rilevatore, e non è affatto detto che essa sia capace di registrare ogni particolare meritevole di essere descritto.

6. Stilizzazione e problema della confrontabilità

Per giustificare quanto affermato, si propone un esempio concreto particolarmente calzante, costituito dal rilievo di una breve opera cunicolare nella zona di Trieste. Il rilievo -seppur nei limiti di un prodotto redatto a fini di documentazione catastale- può senz'altro dirsi attendibile: la lunghezza è stata misurata correttamente, mentre gli orientamenti reciproci dei vari tronchi rispecchiano la realtà in modo fedele (figura n° 5). La stessa cavità è stata recentemente topografata con un sistema diverso, in cui la pianta è stata risolta mediante un sistema di trilaterazioni dove un lato è sempre costante e gli altri vengono direttamente misurati lungo le pareti dell'opera (figura n° 6). Questo

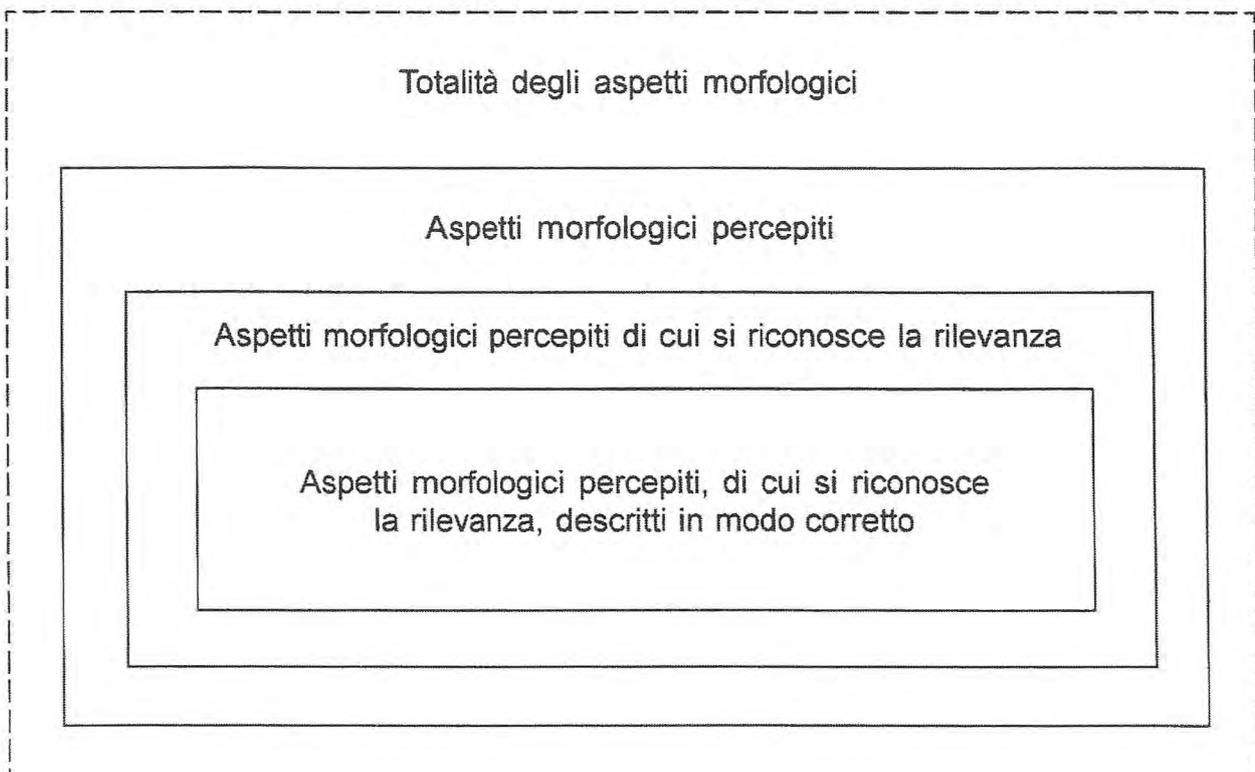


Figura n° 4. A causa di meccanismi inconsapevoli di selezione, gli aspetti morfologici descritti correttamente sul rilievo costituiscono solo una parte di quelli teoricamente osservabili.

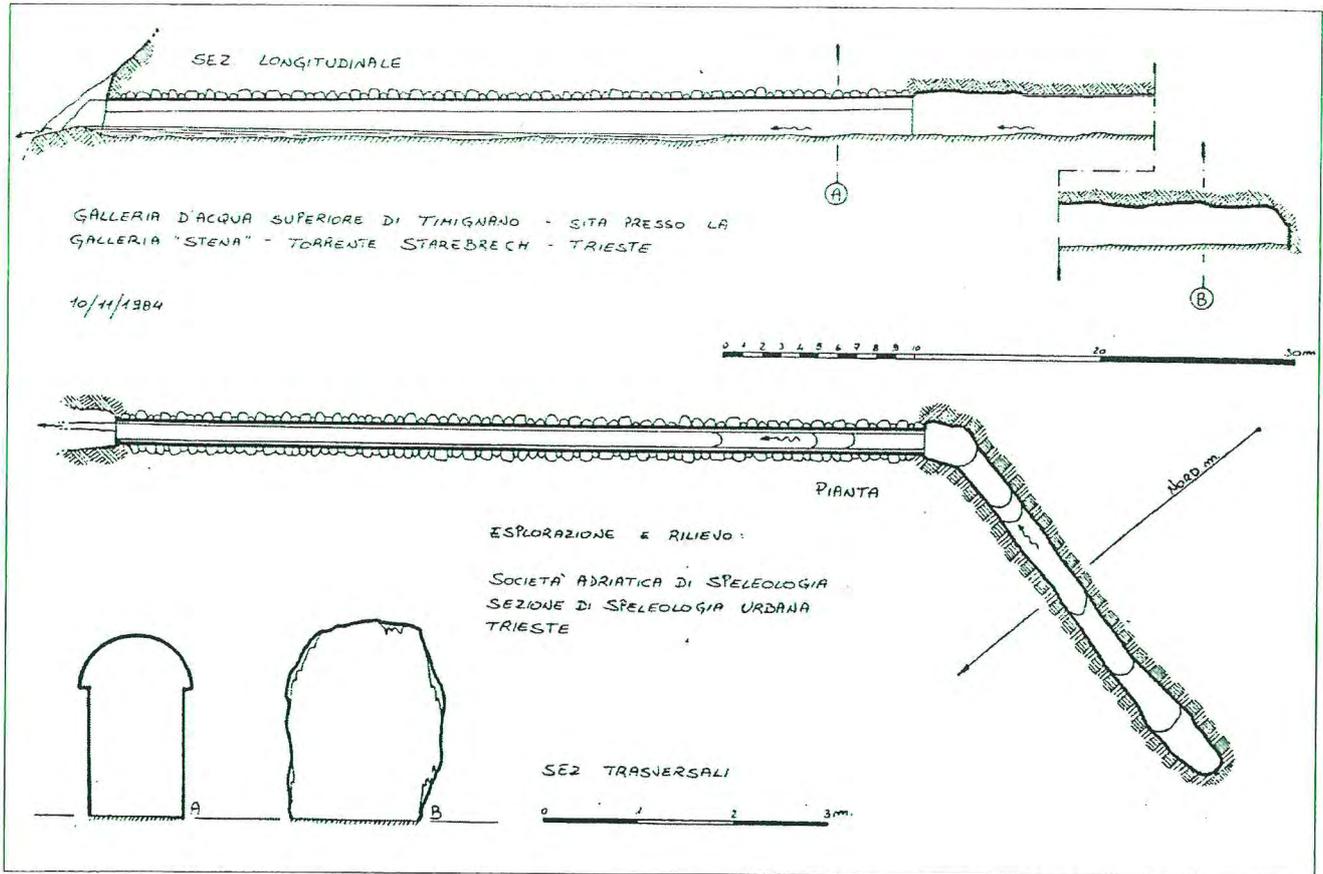


Figura n° 5. Galleria "Stena" superiore (P. Guglia, 1984).

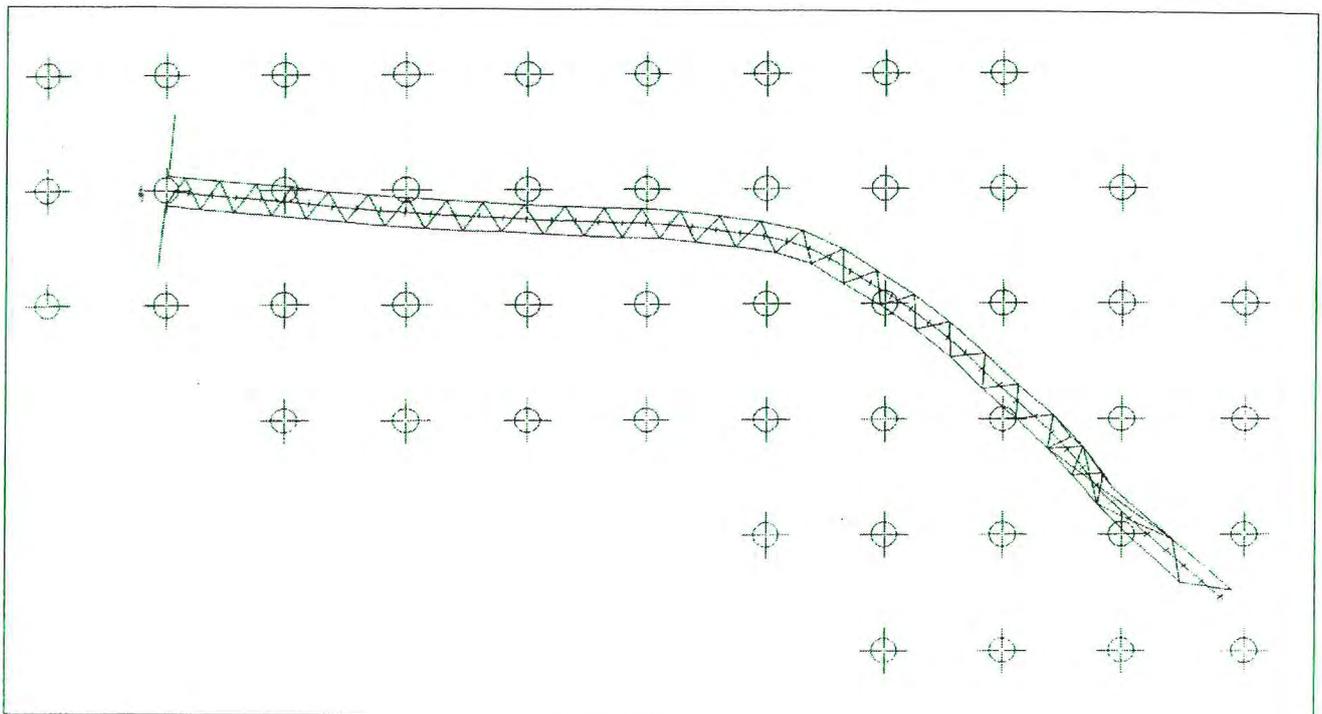


Figura n° 6. Galleria "Stena" superiore. Stralcio della pianta risolta per trilaterazione. Si noti l'irregolarità di tracciato nel segmento iniziale, ben evidente grazie alla rete di collimatori con equidistanza di 500 cm (PESARO 1997, p.223).



sistema ha il pregio di riscontrare anche piccole variazioni del tracciato nonostante il fondo del cunicolo sia occupato da fango ed acqua (e dunque renda assai difficile mettere in stazione degli strumenti convenzionali), ma il suo vantaggio principale sta nell'essere in buona misura indipendente dalla percezione dell'operatore, che in questo fase si limita ad un semplice raccoglitore di dati numerici destinati ad essere elaborati in sede di restituzione (PESARO 1997). Questo particolare costituisce una caratteristica assai interessante, poiché permette di usare il tracciato così ottenuto come termine di paragone con cui mettere in luce le distorsioni percettive intervenute nell'altro rilievo. In primo luogo si noti come la pianta sia solo apparentemente rettilinea, essendo invece caratterizzata da alcuni lievi cambi di direzione nell'uno e nell'altro senso. Secondariamente, il cunicolo viene rappresentato a larghezza costante, mentre una serie di misure di controllo hanno evidenziato come la distanza fra le due pareti cali progressivamente dall'ingresso verso il fondo (figura n° 7). La sezione trasversale infine è assai più idealizzata rispetto a quanto non lo sia in realtà, e questo a causa di una situazione di dissesto in atto, percepibile perlomeno nelle sue linee essenziali (figura n° 8).

L'aspetto cruciale -reso evidente da una verifica in loco dopo la restituzione della pianta- è che tutte queste caratteristiche sono visibili ad occhio nudo nonché adeguatamente riscontrabili con strumenti assai semplici, a patto però di sapere cosa cercare e di indirizzare l'attenzione proprio sui quei singoli dettagli. Il fatto che in un caso essi non siano stati notati e nell'altro sì, non dipende tanto dalle strumentazioni utilizzate o dalla preparazione dei singoli operatori, bensì da una semplice questione di disposizione mentale, resa evidente dalla posizione di distacco e neutralità che è implicita in un simile metodo di lavoro. La rettifica della pianta è una dimostrazione molto evidente di come si tendano a privilegiare ed astrarre certe caratteristiche (la direzione in cui punta lo scavo) a discapito di altre, cioè le variazioni di tracciato che intervengono lungo di esso. Questa vera e propria selettività nelle percezioni (discussa sopra al paragrafo 5) non è certo l'unico fattore perturbante, poiché l'aver disegnato il cunicolo a larghezza costante indica la tendenza a percepire uniformità, regolarità e simmetria anche dove non esistono, mentre il fatto che la sezione sia spiccatamente regolare, ignorando i fenomeni di dissesto statico presente, può certo spiegarsi con una combinazione dei due fattori sopra ricordati, ma è verosimile che in questo caso entri in gioco il fattore dell'esperienza passata, che induce ad associare gli

oggetti con le caratteristiche ad esse ritenute pertinenti.

Generalizzando queste caratteristiche si può anzi affermare che negli aspetti più strettamente umani del rilievo intervengano dei meccanismi perturbatori ben precisi. Nonostante tutto sembri indicare la simultaneità di tali fattori, e che dunque sia arduo separare i loro effetti in modo rigoroso, non per questo la suddivisione di massima proposta nella tabella n° 2 perde del tutto il suo valore esemplificativo. Chi scrive è ovviamente ben consapevole di come l'interpretazione proposta possa essere per certi versi arbitraria e riduttiva, e che non sia dunque possibile raggiungere quel rigore formale che è proprio della tabella n° 1, a cui per altro andrebbe idealmente accostata.

Sulla scorta di questi dati è ora possibile rielaborare la figura n° 2 in uno schema più rigoroso, dove l'intero iter del rilievo viene descritto come processo cognitivo, evidenziando i vari tipi di errori che intervengono nelle varie fasi (figura n° 9). Questo schema dimostra come l'esattezza delle misure non basti da sola a garantire l'attendibilità di una rappresentazione in senso complessivo, poiché il rischio di ottenere un rilievo arbitrariamente "stilizzato" è più alto di quanto si creda: le insidie sono notevoli, specie se il rilievo viene utilizzato per stabilire raffronti con altre opere. Mettere in luce analogie costruttive, affinità di struttura, o anche la vicinanza di datazione presuppone non tanto un confronto sulle caratteristiche dimensionali salienti, bensì sui metodi di costruzione, le caratteristiche dei

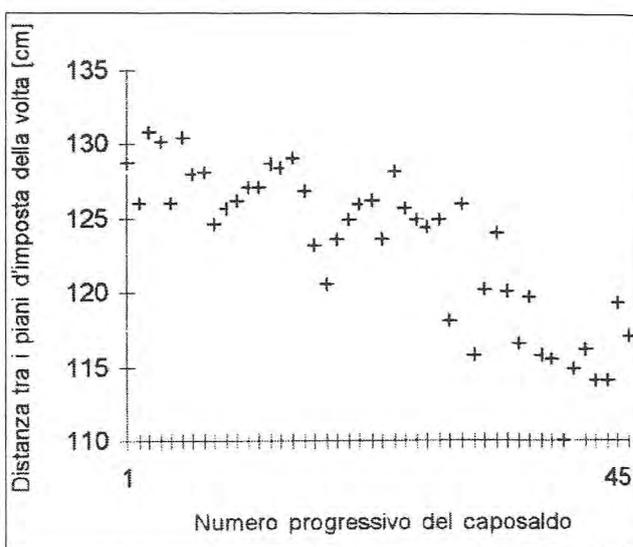


Figura n° 7. Galleria "Stena" superiore. Andamento della distanza tra le pareti del cunicolo misurata in 45 capisaldi equidistanti disposti tra l'ingresso (1) ed il termine del tratto rivestito in muratura (45) (Pesaro 1997, p. 230).

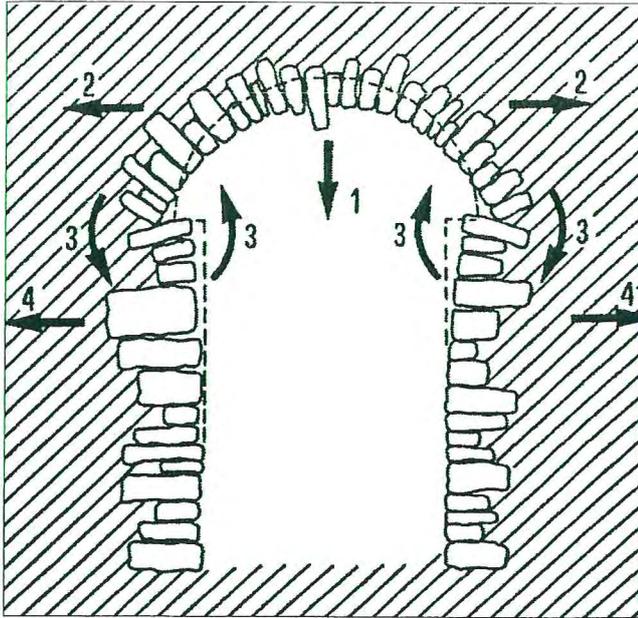


Figura n° 8. Interpretazione del rilievo dal punto di vista cognitivo. Si confronti questo schema con la figura n° 2.

rivestimenti, l'articolazione dei volumi interni, le sezioni trasversali. In altre parole, è un palese controsenso sostenere l'affinità cronologica di due opere sulla base dello sviluppo o del dislivello (poiché si tratta di variabili contingenti ad ogni realizzazione), ma la valutazione è assai più attendibile prendendo in esame proprio quegli aspetti del rilievo dove il rischio di offrire una rappresentazione stilizzata è più alto ed insidioso che mai. Il rischio non è certo sottovalutabile, poiché frequentemente chi stabilisce confronti si basa su rilievi altrui, e più spesso di quanto si creda non ha la possibilità di osservare dal vero quanto descrive. Ora, se è certamente vero che l'esattezza in termini numerici è un fattore irrinunciabile per le operazioni di rilievo e posizionamento in senso tradizionale, quali ad esempio i collegamenti topografici con la superficie o con altre opere, i vizi di percezione giocano un ruolo non secondario nella documentazione ipogea in senso lato, diventando quasi uno dei cardini per la confrontabilità tecnica dei rilievi.

Limiti e conclusioni

Nonostante il particolare approccio alla questione possa far pensare ad una validità generalizzata delle considerazioni sin qui esposte, i problemi descritti in questo contributo hanno comunque un ambito di validità ben circoscritto.

In primo luogo, la scala di riduzione agisce talvolta come un potente fattore di livellamento, tanto che aspetti ben visibili della morfologia ipogea diventano pressoché inavvertibili nell'elaborato finale, e questo ad onta di tutta la cura e la scrupolosità usata per rappresentarli. Inoltre, il rischio di vizi percettivi è forte in tutte quelle circostanze dove siano presenti strutture di tipo architettonico, assimilabili in maniera immediata a solidi geometrici semplici, ma ha un'incidenza proporzionalmente minore dove tali strutture mancano. Il problema non si pone neppure in tutti quei casi dove la cavità sia il frutto di uno scavo non pianificato, che ha seguito questa o quella direzione per esigenze contingenti: è il caso questo di tutte le strutture ipogee legate ad attività estrattive, dove gli ambiente riprendono forme -se non anche dimensioni- delle cavità naturali. In questi casi limite il problema perde quasi di significato, tanto che le tecniche di documentazione ed i modelli interpretativi sono mutuati da quelle della speleologia classica (CASINI, CASCONI c. s.). Come terza considerazione, la rilevanza di un vizio percettivo si giustifica solo in un contesto particolare, dove cioè la quantità delle misure è sufficientemente elevata per parlare di rilievo strumentale in senso stretto, ma dove per altro le peculiari caratteristiche di lavoro fanno sì che la perfetta corrispondenza tra ogni segno del rilievo e la situazione reale sia una condizione più teorica che concreta, auspicabile certo per rilievi di alta qualità e considerevole impegno, ma senza dubbio inattuabile nella maggior parte dei casi concreti. In tutte quelle condizioni dove sia possibile eliminare completamente l'influenza degli aspetti soggettivi (e dunque percettivi), la discussione teorica sin qui affrontata non avrebbe senso, ma questa condizione sembra essere ancora lontana, almeno nella pratica cor-

Regolarizzazione	Esperienza passata	Selezione
Si tende a percepire uniformità, integrità, regolarità e simmetria anche se non presenti.	La percezione è influenzata da idee preconcepite sulla forma e le caratteristiche degli oggetti, la loro funzione ed il modo in cui debbano essere rappresentati.	A parità di altre condizioni, si tende ad operare una selezione tra fattori diversi, privilegiando quello più evidente.

Tabella n° 2. Prospetto di massima dei principali vizi percettivi nelle operazioni di rilievo. Si confronti questo schema con la tabella n° 1.

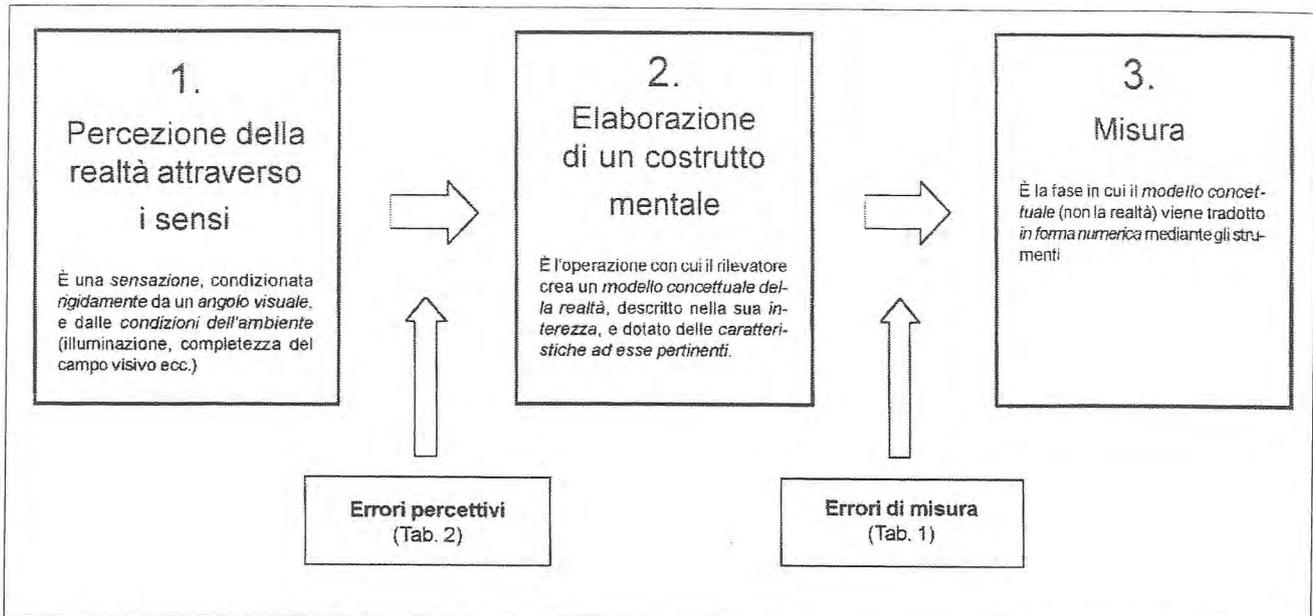


Figura n° 9. Interpretazione del rilievo dal punto di vista cognitivo. Si confronti questo schema con la figura n° 2.

rente di lavoro. È certo vero che il rilievo di cavità artificiali è destinato sul lungo periodo ad evolvere verso metodologie e modelli derivati dall'esperienza del rilievo architettonico o del cantiere di scavo, ma di certo le difficoltà ambientali, le condizioni operative e l'entità delle risorse costituiranno ancora per molto tempo un freno alla rilevazione strumentale di tutti i particolari morfologici, ed è dunque prevedibile che l'influenza di fattori soggettivi di valutazione resterà ancora per molto un problema con cui l'operatore è costretto suo malgrado a confrontarsi.

Per gli stessi motivi appena ricordati, è prevedibile che la tecnologia capace di permettere l'acquisizione dei dati di rilievo in maniera del tutto automatizzata giungerà con ritardo, o in forme diverse da quelle oggi familiari. Se è dunque assodato che parte del lavoro di rilievo si fonda sulla soggettività dell'operatore, e che proprio questi fattori vanno così soggetti a distorsioni difficilmente valutabili, è certo facile dichiararsi scettici sulla possibilità concreta di ottenere un rilievo che non risenta del fattore umano, e che dunque possa dirsi rappresentazione attendibile del vero. Gli aspetti soggettivi appaiono inoltre una componente inestricabilmente connessa con la nostra esperienza della realtà, tanto che il loro influsso non è neppure agevolmente quantificabile.

La questione non sembra avere una soluzione univoca. In primo luogo va senz'altro ricordato come vi sia una differenza niente affatto secondaria tra l'eseguire un rilievo da una prospettiva meramente tecnica, valutando cioè solo i soli errori sui dati strumentali, e lavorare invece da un punto di vista fortemente criti-

co, ben consapevoli di tutti i rischi e di tutte le insidie sin qui evidenziati. I margini per migliorare la qualità dei rilievi stanno sì in accorgimenti di tipo tecnico, quali ad esempio metodologie che non prevedano la necessità di un momento interpretativo antecedente la misura (cfr. supra, al par. 6), ma anche in fattori di ordine umano.

La chiave per minimizzare l'influsso dei parametri soggettivi non va dunque cercata nel solo *modus operandi*, quanto in una particolare disposizione mentale che si traduce in un rigoroso distacco dell'operatore dall'oggetto da descrivere: chiunque studi una cavità parte sempre da una condizione di pre-scienza, ed inconsapevolmente reca con sé una massa di convincimenti, modelli, schemi, idee preconcepite che vanno temporaneamente messe da parte per garantire una posizione obiettiva. Non ci si trova mai di fronte ad una evidenza che possa dirsi fuori discussione, tanto che fare esperienza della realtà, e questo vale senza dubbio per la pratica del rilievo, costituisce un problema, e questo poiché non c'è nessun oggetto, nessuna forma, nessuna struttura, che possa dirsi interamente nota e compresa, e nulla dovrebbe essere considerato talmente banale da essere autoevidente.

Note

1. Questo intervento nasce come rielaborazione di un contributo presentato ad un recente congresso internazionale, dove il problema della percezione veniva affrontato all'interno di un discorso teorico più complesso ed articolato, che a sua volta prendeva le mosse da un concreto caso di studio (RIERA, PESARO c. s.). Nonostante alcune delle conside-



razioni siano state parzialmente anticipate in altra sede (RIERA, PESARO 1999), è stato ben presto evidente come il problema andasse al di là delle situazioni esaminate, e costituisse semmai una questione metodologica di taglio più generale: da qui la scelta di riproporre simili tematiche in un contesto diverso, conformando il taglio del contributo alle mutate circostanze.

2. Queste osservazioni si innestano su un problema ben noto in campo archeologico, cioè la consapevolezza di come il rilievo -sia pur con tutta l'attenzione e la scrupolosità possibile- risulti pur sempre una forma di interpretazione preliminare, la quale finisce per sovrapporsi a quella stessa realtà che si intende invece documentare in maniera oggettiva. L'inquadramento, il punto di vista, la scelta di evidenziare certi particolari a scapito di altri sono altrettanti fattori capaci di alterare in maniera anche considerevole il risultato finale, e questo sempre nell'ipotesi che l'impianto delle misure strumentali sia corretto.

3. Seppur in un contesto per certi versi diverso quale il rilievo architettonico, il problema della "modellizzazione" dei rilievi è stato affrontato in un penetrante contributo di Giuseppe Rocchi (ROCCHI 1989). Si veda in particolare a p. 7 l'esempio di un rilievo arbitrariamente completato e simmetrizzato.

4. Esempio classico è la scelta di non misurare certi particolari morfologici poiché destinati a confondersi con lo spessore del tratto usato per la restituzione, quasi che la scelta della scala finale influenzi il livello di dettaglio e non viceversa. Si rifletta inoltre su come il semplice fatto di scegliere un piano di sezione piuttosto che un altro rende invisibili nel rilievo finale tutta una serie di aspetti morfologici pur osservati durante il rilievo: questo fattore di selezione è stato escluso dalla fig. 5 per motivi di chiarezza. Cfr. inoltre quanto osservato alla nota 2.

5. CA 5 FVG-TS, Galleria "Stena" superiore, Trieste, Timignano, Valle del torrente Starebrech, Tav. I.G.M. n. 53 I N.O. (Trieste), Foglio C.T.R. n. 110141 (Trieste Sud/Est), Long. 13° 48' 42".0, Lat. 45° 39' 00".0, N. ingr. 1, Quota 92 m slm, Lungh. 67.0 m, Superf. 70.0 mq, Vol. 126.0 mc, Disl. 2.0 m, Ril.: Guglia P. (S.A.S.), 10.11.84.

Bibliografia

CASINI, CASCONI c. s. =

A. Casini, G. Cascone, *Metodologia d'indagine nelle miniere antiche e moderne*, in *Atti del XV Congresso di Speleologia Lombarda (S. Omobono Valle Imagna, 2-3 ottobre 1999)*, Milano c. s.

FRIGNANI c. s. =

F. Frignani, *Evoluzione del rilievo topografico: dalle stelle*

naturali a quelle artificiali, *Atti del XV Congresso di Speleologia Lombarda (S. Omobono Valle Imagna, 2-3 ottobre 1999)*, Milano c. s.

KANIZSA 1978 =

G. Kanizsa, *La teoria della gestalt: distorsioni e fraintendimenti*, in G. KANIZSA, P. LEGRENZI 1978, *Psicologia della gestalt e psicologia cognitivista*, Bologna 1978.

KANIZSA 1980 =

G. Kanizsa, *Grammatica del vedere*, Bologna 1980.

PESARO 1995 =

A. Pesaro, *Le Wassergalerien dell'acquedotto Teresiano*, in *Archeografo Triestino*, CIII, Trieste 1995, pp. 239-293.

PESARO 1997 =

A. Pesaro, *La galleria "Stena" superiore (CA 5 FVG-TS). Un problema metodologico di rilievo*, in *Atti del IV convegno nazionale sulle cavità artificiali (Osoppo, 30 Maggio-1 Giugno 1997)*, Trieste 1997, pp. 215-230.

RIERA, PESARO 1999 =

I. Riera, A. Pesaro, *Il rilievo di un'opera cunicolare come sintesi di aderenza al vero e astrazione: l'esperienza di Asolo*, in *Quaderni di Archeologia del Veneto*, 1999, XV, pp. 213-222.

RIERA, PESARO c. s. =

I. Riera, A. Pesaro, *L'acquedotto romano di Asolo: appunti di filosofia del rilievo*, in *In binos actus lumina. Metodologie per lo studio della scienza idraulica antica (Ravenna 13-15 maggio 1999)*, c.s.

VERNOM 1963 =

M. D. Vernon, *La psicologia della percezione*, Roma 1963.

MARINO 1990 =

L. Marino, *Il rilievo per il restauro. Ricognizioni - Misurazioni - Accertamenti - Restituzioni - Elaborazioni*, Milano 1990.

MASSIRONI 1988 =

A. Massironi, *Fenomenologia della percezione visiva*, Bologna 1988, p. 74.

VERTHEIMER 1923 =

M. Wertheimer, *Untersuchungen zur Lehre von der Gestalt II*, *Psychologische Forschung*, IV, 1923, pp. 301-350.

ROCCHI 1990 =

G. Rocchi, *Introduzione*, in MARINO 1990, Milano 1990, pp. 1-10.



Alessandra Casini * Giovanna Cascone **

Un contributo alla definizione della metodologia di studio e di rilevamento delle attività minerarie d'età preindustriale

Sommario

Per affrontare lo studio delle miniere d'età preindustriale, è necessario mettere a punto una metodologia d'indagine che ne permetta l'analisi e l'interpretazione. Il progetto dell'area mineraria dei Monti di Campiglia (Livorno) ha reso possibile l'elaborazione di alcune riflessioni in merito alla definizione del metodo di ricerca delle attività estrattive, frutto del fondamentale rapporto interdisciplinare tra archeologi, geologi e speleologi. I dati conoscitivi di un territorio minerario, inoltre, costituiscono i presupposti per la valorizzazione del patrimonio attraverso la creazione di parchi e musei.

Abstract

Before carrying out a study of mines in pre-industrial times, it is necessary to establish a surveying methodology which enables us to analyze and interpret the results of such a study. The project on the mining area called "I Monti di Campiglia" (Livorno) has made it possible to put together some ideas towards the definition of a research methodology in mining activities, thanks to the fundamental interdisciplinary relationship in the work carried out by archaeologists, geologists and speleologists. Furthermore, the cognitive data relating to a mining area represent the essential requirements for increasing the value of such a patrimony by creating parks and museums.

"Tentiamo di raggiungere tutte le fibre intime della terra e viviamo sopra le cavità che vi abbiamo prodotto, meravigliandoci che talvolta essa si spalanchi o si metta a tremare, come se, in verità, non potesse esprimersi così l'indignazione della nostra sacra genitrice."

Plinio Il Vecchio (*Naturalis Historia*, 33, 1, 1)

Premessa

Lo studio, in senso storico, dei cicli produttivi, in particolare quelli legati all'individuazione dei giacimenti minerari, all'estrazione dei minerali e loro successiva trasformazione metallurgica, è un aspetto che

permette di affrontare le problematiche dell'attività umana in rapporto con le risorse naturali. La capacità di sfruttamento delle ricchezze del sottosuolo da parte dell'uomo ha innescato, nel corso dei secoli, una serie di processi che hanno coinvolto la sfera economica, sociale, politica e tecnologica. Per questo motivo le indagini di ricerca del paesaggio storico e delle dinamiche insediative di un territorio, in presenza di aree ricche di giacimenti minerari, devono comprendere lo studio delle emergenze estrattive per la comprensione dell'organizzazione del lavoro, dei rapporti economici e sociali determinati da quest'attività e gli aspetti di evoluzione tecnologica.

Lo studio delle coltivazioni minerarie, quindi, a buon titolo assume un peso determinante nell'indagine archeologica, anche se presenta delle difficoltà intrinseche alla natura delle emergenze stesse dato che, trattandosi di 'escavazioni progressive', l'avanzare delle lavorazioni cancella, a volte in maniera totale, le tracce

*Università degli Studi di Siena; **Gruppo Speleologico Archeologico Livornese del Museo di Storia Naturale del Mediterraneo di Livorno.

I rilievi topografici del presente articolo sono a cura del Gruppo Speleologico Archeologico Livornese (rilevatori: M. Baroni, G. Cascone, G. Niccolai, A. Casini)

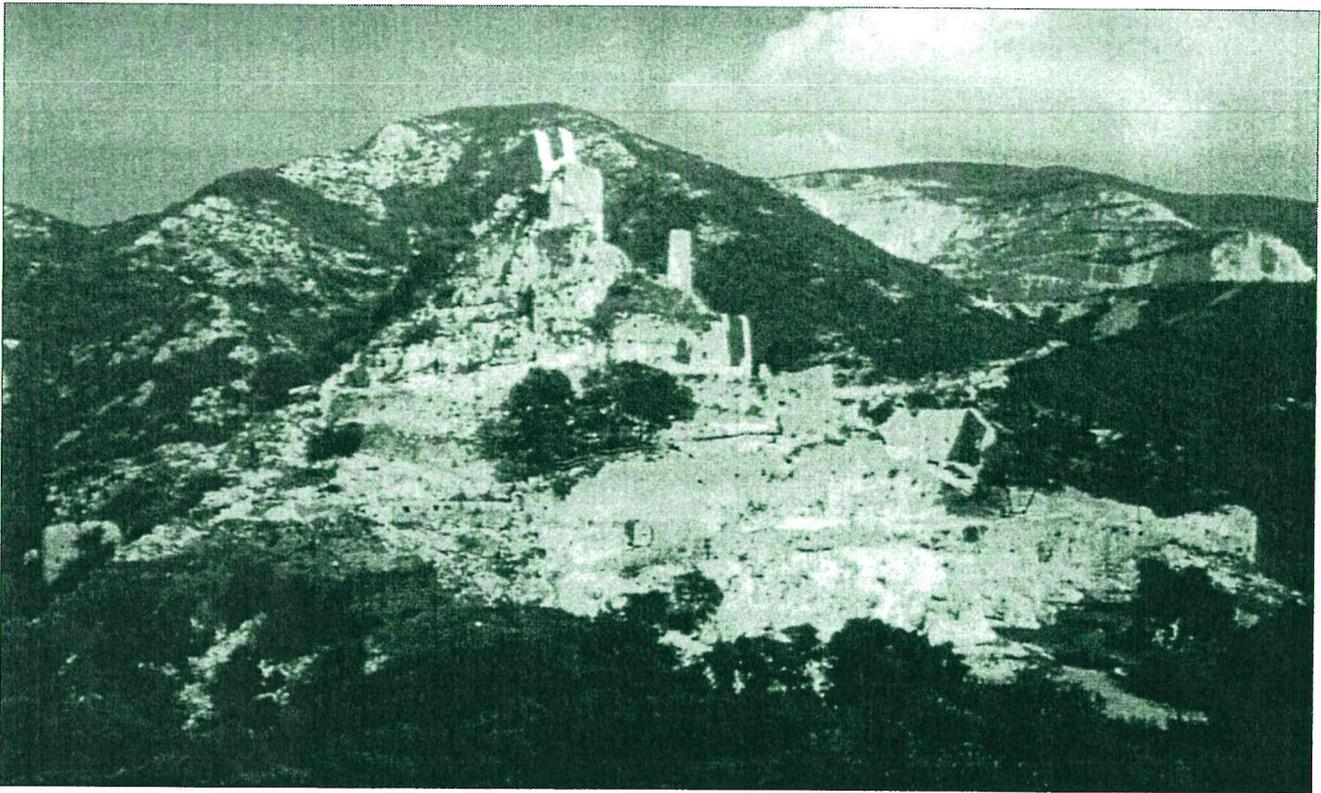


Figura n° 1. Il castello di Rocca San Silvestro (Campiglia Marittima) (foto S. Bagni).

ce dei fronti di taglio precedenti non permettendone la lettura diacronica.

Inoltre la tecnica della 'ripiena' (il sistema di riempire i cantieri scavati ed esauriti di materiale sterile) non permette l'accesso in gran parte degli ambienti e neppure la stima esatta dei volumi estratti di minerale. Il fatto, poi, che l'attività mineraria si possa sviluppare, nella maggior parte dei casi, in sotterraneo, determina altre difficoltà sia nella progressione, sia nel rilevamento dei dati. In casi dove le miniere antiche si sono sviluppate in senso prevalentemente verticale, il loro studio non può prescindere dall'utilizzo delle tecniche speleologiche di progressione e documentazione.

Per questo motivo è necessaria una riflessione riguardo alla definizione degli aspetti metodologici della fase di rilievo topografico, che cerchi di ottimizzare i tempi e facilitare l'acquisizione dei dati finalizzati all'interpretazione scientifica favorendo l'interazione tra i vari ambiti. Il tipo di ricerca è, infatti, tale da dover prevedere necessariamente l'intervento di diverse professionalità, in particolare del geologo e dell'archeologo. Un progetto di ricerca dell'Università degli Studi di Siena e del Gruppo Speleologico Archeologico Livornese del Museo di Storia Naturale del Mediterraneo di Livorno, ha dato vita, a partire dal 1984, nel territorio dei Monti di Campiglia (Livorno,

Toscana) ad un interessante rapporto tra archeologi, geologi e speleologi. Dal 1984 al 1992, infatti, il Dipartimento di Archeologia e Storia delle Arti dell'Università degli Studi di Siena ha intrapreso l'indagine di scavo di un castello medievale, Rocca San Silvestro (figura n° 1), fondato per volontà signorile per lo sfruttamento delle risorse minerarie di rame, piombo, argento del territorio (1). La necessità di individuare le aree di sfruttamento coeve al castello, ed i sistemi insediativi e produttivi precedenti e posteriori a questo, ha reso necessario avviare una sistematica ricerca di superficie nell'intero territorio campigliese. Le indagini hanno rivelato immediatamente la presenza di numerose coltivazioni minerarie di età preindustriale, che era necessario studiare per comprenderne l'inquadramento cronologico, il ciclo di lavorazione, l'evoluzione delle tecniche e la delimitazione areale dei vari interventi estrattivi nel corso dei secoli, dato che ad una prima analisi tali coltivazioni minerarie sono risultate riferibili ad un orizzonte cronologico molto ampio.

In questo progetto di ricerca è stato possibile mettere a punto un sistema di rilevamento dei sotterranei e la definizione di una metodologia d'indagine applicabile in generale allo studio delle attività minerarie di età preindustriale; o comunque tale da permettere un utile



scambio di esperienze con chi si trovi a lavorare con le medesime problematiche in altre zone minerarie.

Problemi di metodo dell'archeologia mineraria e definizione di 'unità mineraria'

Lo studio di una coltivazione mineraria è finalizzato all'acquisizione di tutte quelle informazioni che permettano di comprendere: chi ha lavorato nella miniera; cosa è stato estratto; come, quando, dove e perché tale miniera è stata scavata. In primo luogo, quindi, è necessario definire gli aspetti inerenti la metodologia di ricerca e gli strumenti necessari per l'analisi e per l'interpretazione di un'attività mineraria.

Tenendo ben presente che la struttura del giacimento minerario e la natura del suolo e del sottosuolo condizionano in maniera determinante la morfologia della miniera e l'organizzazione del lavoro, è chiaro che l'archeologia mineraria e la geologia sono un caso modello d'interdisciplinarietà. Infatti può accadere che alcune morfologie, incomprensibili per l'archeologo, siano facilmente interpretate dal geologo e viceversa, e la scelta della strategia di uno scavo minerario può essere compresa solamente conoscendo gli aspetti giacimentologici e le conoscenze tecniche del periodo. Per rispondere alle domande enunciate poco sopra, quindi, è fondamentale focalizzare l'attenzione su quegli aspetti che definiscono, in maniera precisa, un intervento minerario. Gli obiettivi dello studio dell'archeologia mineraria si possono riassumere nei seguenti punti:

- la tipologia e la giacitura della mineralizzazione
- le caratteristiche della roccia incassante
- il metodo d'individuazione del giacimento
- il metodo di ricerca
- il metodo di coltivazione
- il metodo d'abbattimento
- il sistema di trasporto del minerale
- il sistema d'illuminazione
- le strutture di sostegno e le infrastrutture per la progressione
- il sistema d'aerazione
- l'eduzione delle acque

L'individuazione di ognuno di questi punti, permette di comprendere le scelte strategiche effettuate dai minatori, le conoscenze tecniche, le divisioni funzionali della miniera (quindi il funzionamento e l'organizzazione del lavoro), le eventuali diverse fasi di sfruttamento e, per quanto possibile, la cronologia delle varie attività di scavo (2).

Conviene introdurre, a questo punto, il concetto di unità mineraria (UM). Ogni unità stratigrafica negativa e positiva, risultato di un'azione umana o naturale,

all'interno di una coltivazione mineraria (galleria, pozzo, cunicolo, cantiere, nicchia, discenderia, piano di calpestio, ripiena, crollo, ecc. ecc.), distinguibile per composizione, consistenza, aspetto e morfologia è da considerarsi una UM. L'UM è, quindi, la parte più piccola in cui dividere un'attività mineraria; è ovvio che l'insieme delle UM costituisce la miniera nella sua interezza. Di ogni UM in fase di rilevamento, oltre che farne una dettagliata descrizione morfologica, è necessario individuare la natura e la giacitura della mineralizzazione nella quale si apre e le caratteristiche della roccia incassante, il metodo di coltivazione, il metodo di abbattimento, la sua disposizione spaziale all'interno della miniera ed eventuali presenze d'infrastrutture (tracce di strutture lignee, nicchie per lucerne, tracce di drenaggio, segni di trasporto, ecc.).

La descrizione e l'analisi di ogni UM ed il suo rapporto stratigrafico con le altre ne dovrebbero permettere l'interpretazione per individuare la sua funzione nell'ambito della miniera. Attraverso le tracce e gli indizi riscontrabili nella coltivazione mineraria, ed attraverso le UM di cui è costituita, è possibile definire i nodi cardine, l'articolazione degli ambienti e le fasi di sfruttamento. Per ricavare questi aspetti, è necessario un rilevamento puntuale delle evidenze dei dati geologici ed archeominerari da riportare sul rilievo dello sviluppo spaziale della coltivazione mineraria. Inoltre, per il suo preciso inserimento nel contesto territoriale in relazione alle altre attività minerarie, agli opifici produttivi, agli insediamenti ed alla viabilità, è indispensabile la localizzazione topografica il più possibile precisa.

Oltre allo studio delle singole coltivazioni minerarie, per la comprensione e la ricostruzione storica di un paesaggio minerario, la prospezione archeologica di superficie permette l'individuazione e la localizzazione delle attività minerarie, delle aree di scorie di trasformazione metallurgica da inserire nel tessuto insediativo. In mancanza di riferimenti per la cronologia delle varie fasi di sfruttamento, può essere la relazione tra le aree minerarie e gli insediamenti che consente di formulare ipotesi relative alla datazione dei vari periodi di attività. Infatti dalle ricerche di superficie è evidente che il rapporto tra insediamenti ed aree minerarie è solitamente molto stretto. L'abitato è posto 'a presidio e a controllo' sia delle zone di estrazione e lavorazione metallurgica che della viabilità di accesso. Ad esempio, durante il periodo etrusco a Campiglia (vedi oltre) e nelle aree minerarie dell'Etruria meridionale (3) l'attività estrattiva, sotto il controllo gentilizio, era organizzata attraverso la gestione di piccoli abitati ognuno dei quali aveva pertinenza in una porzione



di territorio da scavare. Inoltre nel Medioevo, in Toscana, i castelli minerari sono fondati da famiglie signorili in luoghi strettamente connessi con i filoni metalliferi (4).

La tipologia e la giacitura della mineralizzazione

La concezione strutturale di un sistema d'estrazione mineraria si basa sulla conoscenza del giacimento, con particolare riferimento al tipo e alla giacitura della mineralizzazione, alla sua potenza e potenzialità, ed infine sulle conoscenze tecniche di coltivazione e d'abbattimento da parte dei minatori che hanno intrapreso quell'attività.

La conoscenza delle caratteristiche giacimentologiche, confrontata con il tipo di scelte strategiche effettuate da chi ha scavato, consente di verificare la perizia tecnica, le difficoltà incontrate, i tentativi di superare gli ostacoli ed il successo o il fallimento dell'iniziativa. L'andamento stratoide, filoniano, ad ammasso, a lente, a nodulo, a stockwerk, ecc., prevede infatti modalità diverse nell'approccio alla coltivazione e condiziona visibilmente le morfologie sotterranee derivate, che peraltro rispecchiano la regolarità o meno di giacitura e successione dei corpi minerari. L'individuazione delle zone di alterazione del giacimento, ove si rinvenivano elementi comunque interessanti ai fini estrattivi, ad esempio i diffusi depositi limonitici in aree mineralizzate a silicati, carbonati, solfuri ed ossidi di ferro, costituisce un altro importante tassello nella ricostruzione della mappa delle attività minerarie. A Campiglia, ad esempio, le coltivazioni minerarie antiche e medievali sino ad oggi conosciute si sono perfettamente adeguate alla irregolarità del giacimento ed hanno insistito tendenzialmente nelle sue porzioni più superficiali, nel cosiddetto 'morbidone', fino a circa 100-130 m di profondità, dove la mineralizzazione è più alterata e di facile abbattimento.

Dopo alcuni tentativi di rendere sistematico e regolare l'attacco alla massa mineralizzata nel XVI, nel XIX e fino agli inizi del XX secolo, la Miniera di Campiglia S.p.A., l'ultima società mineraria che ha lavorato nella zona fino al 1976, riprese a coltivare i cantieri creando vuoti irregolari seguendo l'andamento degli ammassi mineralizzati, quasi a sottolineare che in questo territorio i minatori antichi sono stati quelli che meglio hanno saputo interpretare la forma del giacimento.

Le caratteristiche della roccia incassante

Anche la natura della roccia incassante, nei suoi aspetti litologici, stratigrafici e strutturali, riveste un ruolo importante nel condizionare i metodi di ricerca, coltivazione e abbattimento ed a caratterizzare le morfologie sotterranee risultanti. Ad esempio, durezza e

solubilità di una roccia sono diretta funzione della sua composizione e del grado di compattazione. Mentre la prima caratteristica si poneva in termini problematici rispetto agli utensili da lavoro esistenti in antichità, la solubilità, tipica delle rocce carbonatiche, dolomitiche ed evaporitiche, forniva in molti casi accessi già allargati al sottosuolo, favoriva la presenza di vuoti naturali che ingrandivano gli angusti ambienti minerari e, non da ultimo, era la fonte di una vitale circolazione d'aria. E' quindi ragionevole ritenere che, data la tecnologia in possesso degli antichi minatori, una roccia incassante carsificabile, come quella del giacimento di Campiglia, ne favorisse essenzialmente le operazioni di ricerca, ma anche quelle di coltivazione ed abbattimento. Nel caso poi i fenomeni carsici siano precedenti la mineralizzazione, le grotte sono da considerarsi delle vere e proprie trappole in relazione ai fenomeni supergenici che hanno successivamente interessato il giacimento. I minatori in realtà, con il loro lavoro, portano nuovamente alla luce una grotta riempita. Riguardo le discontinuità presenti in un ammasso roccioso, esse sono sia di natura stratigrafica, e cioè gli strati, sia di natura deformativa, come le fratture, le faglie, la scistosità. E' chiaro come la loro frequenza e distribuzione nello spazio condiziona la scelta del tipo di coltivazione ed abbattimento. Ad esempio, a Campiglia, essendo la stratificazione della roccia incassante di tipo massiccio, quindi molto rada, le uniche discontinuità della roccia che venivano assecondate in fase di ricerca e subordinatamente di coltivazione ed abbattimento, erano prevalentemente le fratture. Nel caso di rocce tenere a fitta stratificazione (es.: rocce argillitiche, filladi, ecc.) i problemi di abbattimento in roccia dovevano sicuramente essere minori.

Il metodo d'individuazione del giacimento

La ricognizione di superficie consente la localizzazione e la diffusione spaziale delle attività di coltivazione e delle ricerche minerarie. Per capire quale segnale abbia permesso di individuare la possibile presenza di mineralizzazione è necessario analizzare la morfologia dell'imboccatura o delle imboccature (se sono più di una) delle miniere, il contesto geologico nel quale si aprono, la presenza della vegetazione ed eventuali affioramenti ed altre attività minerarie nelle vicinanze. Il metodo più immediato è quello di individuare l'affioramento di minerale, in questo caso si nota sempre un inizio di scavo a cielo aperto. Un sistema particolare, in presenza di roccia incassante carbonatica, è quello di esplorare le grotte presenti nel territorio, al cui interno è probabile venire in contatto con le masse mineralizzate. Esempi interessanti di questo genere, a



Campiglia, sono la Buca della Guardia ed il Complesso di Poggio all'Aione. Buoni segnali per la presenza di giacimenti minerali sono eventuali frammenti di minerale che potevano essere individuati nei fondi valle o lungo i fiumi (5). Nel caso di giacimenti di natura idrotermale, la presenza in affioramento di batoliti e filoni porfirici spesso limitrofi ai corpi minerali determinava una ricerca più intensa in prossimità di queste litologie. Tra l'altro la differenza tra il suolo siliceo presente in corrispondenza dei filoni porfirici e quello carbonatico in corrispondenza della roccia incassante, dando luogo ad una diversa copertura vegetazionale, costituiva un aspetto guida da non sottovalutare per la ricerca. Il sistema più diffuso era, comunque, quello di cercare gli antichi scavi abbandonati dai predecessori per riprendere l'attività dal punto dove era stata abbandonata.

Il metodo di ricerca

Le attività minerarie di poche decine di metri di sviluppo (fino a 25 m circa) e poi abbandonate non per motivi di frana o simili, sono da interpretarsi verosimilmente come ricerche minerarie che non hanno dato buon esito. Possono essere presenti in superficie o all'interno di coltivazioni minerarie. La ricerca mineraria antica o medievale è solitamente di dimensioni minime. Si tratta di piccoli scavi a cielo aperto, pozzi verticali o subverticali al massimo di 1 m di diametro o gallerie di circa 50 cm d'altezza e altrettanti di larghezza. Una volta individuata una massa mineralizzata coltivabile, la ricerca veniva allargata e inserita nel sistema funzionale della miniera. A partire dal XVI secolo in poi, si cominceranno ad utilizzare altri metodi, tra cui l'utilizzo di serie di gallerie scavate nella roccia (vedi oltre: il metodo di coltivazione) con lo scopo di intercettare il giacimento sondando il sottosuolo in maniera sistematica.

Il metodo di coltivazione

Il sistema di attacco alla massa mineralizzata è l'aspetto che più permette, insieme al metodo di abbattimento, la comprensione della strategia di scavo, il tipo di lavoro e la datazione della coltivazione mineraria. Tutte le miniere d'età preindustriale fino al XV secolo, sono coltivate 'a seguire il filone', cioè con gallerie e pozzi scavati all'interno della massa mineralizzata, lasciando intravedere da parte degli antichi minatori una grande capacità 'intuitiva' nell'organizzazione dello scavo, ma nessun tentativo di razionalizzazione dell'attività.

Dove la potenza del giacimento era da considerarsi conveniente si ampliavano le lavorazioni aprendo dei

cantieri, cioè dei vuoti di dimensioni variabili da pochi metri a poche decine di metri. In qualche caso se la stabilità di queste cavità era compromessa si potevano lasciare, dislocati in vari punti, dei pilastri di minerale per sorreggere le volte (6). Il minerale abbattuto dalla parete doveva subire una prima cernita che permettesse l'eliminazione della parte sicuramente sterile per trasportare all'esterno solo la parte contenente il minerale utile. Per la stabilità dei vuoti e per lo stoccaggio di questo materiale sterile i cantieri venivano progressivamente riempiti o in maniera incoerente o con muretti a secco. Tra l'altro l'innalzamento della quota del piano di calpestio dovuto a questa azione di ripiena permetteva l'attacco del fronte di taglio verso la parte sommitale. Oltre ai cantieri 'a camere e pilastri' e 'a ripiena', dove l'apertura dei fronti di taglio poteva andare in tutte le direzioni in maniera non sistematica, altre tipologie di corpi mineralizzati filoniani o stratiformi subverticali potevano essere coltivati con cantieri a gradini diritti o a gradini rovesci (7). I pozzi potevano essere a sezione quadrata o a sezione circolare. A sezione quadrata sono attestati al Laurion in Grecia (8), alla Miniera di Campolungo di Bienno (9), a Brandes in Francia (10). A sezione circolare a Campiglia Marittima (non armati) e a Massa Marittima armati con apparecchiatura muraria (11). E' con il periodo rinascimentale che si hanno i primi grandi cambiamenti delle tecniche estrattive: la nascita di una letteratura scientifica (12), l'uso della strumentaria topografica in miniera (13), lo scavo di gallerie nella roccia (dal XV secolo), l'utilizzo della polvere da sparo (14) sono gli elementi principali che determinano un vero e proprio cambiamento del metodo di concepire la coltivazione mineraria.

Il metodo non è più soltanto quello di seguire il filone e di adeguare lo scavo alla natura del giacimento, ma il miglioramento delle conoscenze scientifiche, la capacità di misurazione esatta dello spazio dove effettuare lo scavo e della direzione dove scavare una galleria rendono 'razionali' gli interventi minerari. Le dimensioni delle gallerie e dei cantieri aumentano sensibilmente: è possibile infatti camminare in piedi e il trasporto del minerale è molto più agevole. Le gallerie nella roccia (a traverso banco), scavate in direzione del giacimento, nascono dapprima dalla necessità di drenare l'acqua per favorirne la fuoriuscita all'esterno. Subito dopo tali gallerie vengono realizzate per il trasporto del minerale e lo scavo a traverso banco viene utilizzato anche per la ricerca mineraria. E' necessario precisare, comunque, che già in età romana, nella penisola iberica, sono attestate gallerie a traverso banco finalizzate al drenaggio delle acque e



alla pianificazione mineraria (15). Nella zona alpina sono caratteristiche nel XVI secolo le gallerie a traverso banco a sezione ogivale troncata (16) scavate con strumenti a mano. In una miniera di rame a Campolungo, presso Bienno in Val Camonica, è attestata una galleria di ribasso scavata nella roccia arenaria datata, attraverso un'analisi al radiocarbonio di alcuni campioni di carbone di legna trovati *in situ*, alla prima Età del Ferro (VIII sec. a.C.). La galleria è stata scavata per favorire l'eduazione delle acque dall'area dei pozzi di estrazione del minerale. E' anche di dimensioni notevoli: 1.8 x 1.8 m. Il complesso minerario in cui la galleria è collocata dimostra che, durante lo scavo della stessa, è stata applicata una perizia tecnica ed una perfetta cognizione dello sviluppo spaziale sotterraneo non facilmente spiegabile per questo periodo storico (17). Certamente l'assetto geologico, caratterizzato da una fitta e regolare stratificazione secondo una data immersione, e da una litologia a relativa durezza ha favorito la scelta dell'orientamento del tratto di galleria, ma l'antichità della coltivazione ne fa un caso più unico che raro. Per individuare e riconoscere il metodo di coltivazione di una miniera è necessario osservare la morfologia di ogni UM e l'interno di quale materiale è stata scavata (roccia incassante o mineralizzazione); la presenza o no del filone mineralizzato sulle pareti, la presenza di fratture naturali o grotte carsiche.

Come già detto, ogni UM che costituisce la miniera (pozzi, cantieri, gallerie, ecc. ecc.) deve essere posta in relazione con le altre dal punto di vista della localizzazione e dal punto di vista stratigrafico (trattandosi spesso soltanto di unità stratigrafiche negative a volte si presentano alcune difficoltà di interpretazione). Soltanto in questa maniera è possibile individuare la successione cronologica degli interventi di scavo, (aiutati in questo anche da eventuali cambiamenti di metodo di coltivazione riscontrati nelle varie UM). L'analisi della morfologia e disposizione delle UM consente di formulare delle ipotesi riguardo le divisioni funzionali degli ambienti (luoghi di stoccaggio e vie di trasporto del minerale, vie di progressione delle maestranze, cantieri di coltivazione, gallerie e pozzi di ricerca).

Il metodo d'abbattimento

Attraverso l'analisi delle tracce lasciate sulle pareti da utensili e strumenti è possibile determinare il metodo utilizzato dai minatori per il distacco delle porzioni di roccia e minerale. Nelle miniere antiche e medievali il metodo d'abbattimento avveniva principalmente per mezzo di punteruoli battuti con una mazzetta. Gli attrezzi rinvenuti durante le indagini di scavo e

l'iconografia mineraria indicano, infatti, che la strumentaria per l'abbattimento era costituita da punteruoli, mazzette, cunei e picconi. Il punteruolo è un attrezzo costituito da una barra di metallo da 10 a 25 cm di lunghezza con una estremità appuntita (punta) e l'altra piatta (testa). Si usa immanicato. Per l'abbattimento la punta viene tenuta contro la parete con una mano, mentre con l'altra si batte la mazzetta contro la testa. La sezione può essere rettangolare, quadrata e, dall'evidenza di tracce sulle pareti di alcune miniere, anche circolare. Vi sono esempi in cui si trova con foro ed altri senza foro passante per il manico di legno. In miniere spagnole di età romana sono attestati punteruoli in ferro di dimensioni variabili da 14 a 23 cm e con sezione rettangolare e quadrata (18). Un'epigrafe del XIV secolo (1348), conservata in una chiesa di Massa Marittima (Grosseto -Toscana), contenente una dedica degli argentieri a Santa Lucia, riporta l'effigie di due punteruoli incrociati, immanicati con foro passante subito sotto la testa. A Campiglia, durante un'indagine di scavo in una miniera, è stato rinvenuto un punteruolo di ferro a sezione quadrata ed a punta piramidale di una lunghezza di circa 18 cm, privo di foro centrale, databile, secondo i dati di scavo, al XIII-XIV secolo (19).

Anche da una miniera lombarda situata nel massiccio meridionale delle Grigne (Lecco), la VIII Sfera, provengono tre punte in ferro a sezione quadrata della lunghezza di 8-10 cm circa, databili al XIII secolo, prive di foro passante e con tracce di legno mineralizzato subito sotto la testa segno che l'immanicatura era fasciante (20). Nel sito medievale di Brandes (Grenoble -Francia), non stati trovati punteruoli, ma solamente scalpelli (21), non immanicati e quindi tenuti direttamente in mano durante il lavoro di battitura. I cunei sono punte di ferro o di legno di varie dimensioni da inserire nelle fratture della roccia con la mazzetta per facilitarne la dilatazione e quindi la rottura.

La mazzetta è un grosso martello utilizzato come battente per punteruoli e cunei. Il piccone è un attrezzo di varie dimensioni (in miniera è, comunque, solitamente poco ingombrante) costituito da due estremità: una appuntita (punta) e l'altra tagliente (penna), che si usa immanicato. Sono stati ritrovati, però, attrezzi che avevano entrambe le estremità a punta, oppure una estremità appuntita e l'altra battente come una mazzetta (22). Oltre a questi strumenti di base venivano utilizzati altri come zappe, vanghe e leve di ogni genere. In principio gli attrezzi erano di pietra, poi di bronzo e successivamente di ferro. Per lo scavo dei noduli di selce, durante il periodo preistorico, sono attestati degli strumenti di pietra fusiformi a sezione quadrangolare



con una o due estremità appuntite detti 'picconi pesanti' per le azioni di percussione della roccia. Inoltre sono attestati cunei di corno, leve con il manico corto sempre di corno, accette di selce o di corno di cervo e infine mazze e mazzuoli di pietra solitamente di forma subcilindrica o ovoidale (23). Queste mazze, del peso di 2-5 kg, con una scanalatura trasversale per l'immanicatura, lasciano sulle pareti delle tracce caratteristiche e ben riconoscibili di forma concava e circolare che permettono un facile riconoscimento del metodo d'abbattimento e dell'inquadramento cronologico dello scavo minerario. Anche per i primi esempi di miniere per minerali metallici esisteva un ricco strumentario di attrezzi in pietra, legno ed osso. Soltanto nell'ultima fase dell'Età del Rame gli strumenti in pietra (24) vennero sostituiti, anche se non totalmente, da quelli in bronzo. Con il diffondersi del ferro, venne adottato questo metallo per tutto lo strumentario minerario, dato che era economico e molto resistente. Le tracce lasciate dagli attrezzi di ferro sono facili da riconoscere. Sulle pareti si possono analizzare le tracce dei colpi, in genere sottili, di questi strumenti che variano di dimensioni (da 0.5 a 2 cm di larghezza), di forma (piramidale e conica) e di posizione (tracce fini, grosse, a piccoli solchi paralleli, distanziate, ravvicinate, con colpi sistematici o non sistematici, verticali o con una certa inclinazione).

Attraverso le tracce lasciate sulle pareti è possibile tentare di ricostruire il tipo di strumento e la tecnica utilizzata. A volte un tipo particolare di tecnica di abbattimento può aiutare ad individuare le maestranze minerarie che l'hanno adottata anche fuori dal proprio contesto geografico. Ad esempio a Campiglia i fronti di avanzamento a nicchia ogivale sono una caratteristica della tecnica di abbattimento dei *Lanzi* (minatori di origine germanica del XVI secolo).

E' attestato, inoltre, fin da epoche antichissime, anche l'uso di arroventare le pareti con il fuoco: la roccia arrostita, infatti, è più vulnerabile ai colpi di punteruolo. Le gallerie ed i fronti di taglio arrostiti dal fuoco hanno un aspetto caratteristico, infatti presentano forme curvilinee, pareti lisce con grande presenza di carbone di legna (25). In alcuni casi le gallerie scavate con il fuoco necessitano di una regolarizzazione per facilitare il trasporto del minerale ed il passaggio delle maestranze: per questo motivo si utilizza il punteruolo per rifinire le pareti (26).

Dal 1574 in poi (27), si introduce nell'attività di estrazione l'uso dell'esplosivo con i fori da mina. Per questo le tracce dei fori sono un importante *terminus post quem*. Con un'asta metallica di forma cilindrica (e successivamente ottagonale, con l'introduzione

delle macchine perforatrici ad aria compressa nel XX secolo) chiamata fioretto, dalla punta (tagliente) solitamente a scalpello, battuta con una mazza, si effettuava un foro nella parete, e successivamente si caricava di materiale esplosivo. La distribuzione spaziale e la sapiente inclinazione dei fori permetteva di ottenere in sotterraneo le forme volute (avanzare in galleria e nei cantieri di coltivazione (28)). L'uso del fioretto e dell'esplosivo non sostituì subito il punteruolo e la mazzetta, infatti almeno per i primi due secoli abbiamo l'evidenza di una tecnica 'mista' (29). Le dimensioni delle sezioni dei fioretti e la distinzione tra fioretti battuti con la mazza e quelli utilizzati dalle macchine ad aria compressa, possono dare delle indicazioni attendibili e abbastanza precise sul periodo di utilizzo (30). E' quindi necessario, in fase di rilevamento, analizzare tutte le tipologie di fori cercando di riconoscere dai segni il tipo di tagliente utilizzato (a scalpello semplice piano, a scalpello semplice arcuato, a scalpello a zeta, a scalpello doppio, a scalpello a croce e a corona) (31) e la traccia lasciata sul fondo del foro che può dare indicazioni se il fioretto è stato battuto a mano o con il martello perforatore. Inoltre, è indispensabile rilevare il diametro dell'asta e l'inclinazione del foro. Meno importante, ma sempre utile, è la misurazione della lunghezza residua in parete. Le mine dettero un impulso nuovo all'attività mineraria, permettendo un aumento in maniera vertiginosa dei volumi di materiale estratto rispetto all'abbattimento con il punteruolo. Sicuramente aumentarono, però, anche gli incidenti minerari mortali.

Il sistema di trasporto del minerale

Il trasporto del minerale è uno degli aspetti che meglio delinea la capacità organizzativa di chi intraprende un lavoro minerario. Una cattiva gestione delle gallerie e dei pozzi destinati alla fuoriuscita e risalita del minerale possono, infatti, far perdere un'enorme quantità di tempo e far spendere inutilmente molte energie. A Campiglia, nelle miniere antiche e medievali, questo problema non era particolarmente sentito, o per lo meno, l'accentuata irregolarità delle coltivazioni non permetteva di fare altro che 'scegliere il male minore', ovvero la via più scorrevole, magari attrezzata con strutture in legno (vedi oltre: le strutture di sostegno e quelle per la progressione). A Brandes, verso la fine del Medioevo, vengono 'rettificate' alcune gallerie nel filone con il fine di migliorare il trasporto (32): non si può parlare di 'traverso banco', ma ci siamo molto vicini. Nelle miniere europee, il minerale era trasportato nei modi più vari: dai sacchi di tela e dalle ceste della Grecia antica, di quelli medievali di Montieri (Grosseto),



alle slitte o carretti di legno dei minatori medievali di Brandes in Francia, come quelle disegnate dal Biringuccio e dall'Agricola o di quelle dell'Età del Ferro della Miniera di Campolungo in Val Camonica.

Un'immagine di una tavoletta corinzia, raffigurante una scena di lavoro in miniera, mostra un uomo che abbatte il minerale in parete, un altro che riempie una cesta di fibra vegetale o di pelle ed un altro ancora che passa una cesta già riempita ad un compagno alla luce di una grande lucerna (33). Nelle miniere spagnole di età romana sono venute alla luce numerose ceste di fibra vegetale intrecciata (34) e in steli funerarie di minatori (anche bambini) il defunto è rappresentato con una cesta con il manico in una mano e un piccone o punteruolo nell'altra. A Montieri, nel periodo medievale, sono attestati i *bolgiaioli*, ovvero i portatori di bolge (sacche di pelle di bufalo) (35).

Le ceste e le sacche venivano trasportate a spalla o a mano dai minatori, e alcune volte i segni del continuo passaggio sono ben visibili sulle pareti e sul fondo delle gallerie (Buca del Pallone della Val Meria, Lecco) (36). Parimenti all'introduzione di mezzi di trasporto, sempre spinti a mano, come le slitte ed i carretti, si ebbe il miglioramento delle infrastrutture nelle gallerie. La medievale 'Gallerie du Porche', a Brandes, è una via di trasporto del minerale dove, incastrati sul piano di calpestio, sono stati rinvenuti 34 tondelli di legno disposti in maniera trasversale rispetto alla galleria. Sulla parte superiore di ogni tondello si notano due tracce parallele, distanti tra loro circa 30 cm, interpretabili come il segno di passaggio di slitte (37). In età moderna, nei Vosgi, sono attestate delle vie di carreggio attrezzate con due o più travi, solitamente d'abete e qualche volta di faggio, disposte parallelamente al suolo in senso longitudinale alla galleria. La lunghezza dei travi è varia in funzione della sinuosità della galleria stessa (max 3.5 m) con una sezione media di 12 x 15 cm. Questa struttura in legno favoriva il passaggio di carretti o slitte (38). Resti di mezzi di trasporto di questo genere sono stati rinvenuti in alcune miniere. Inoltre l'iconografia mineraria illustra in maniera particolareggiata molteplici tipologie. Il Biringuccio presenta vari tipi di ceste vegetali, sacche di pelle e carretti ferrati (ovvero carretti di legno con le giunture rinforzate da lamine di ferro) con ruote anteriori (una o due) o tipo barella (39). Anche Agricola mostra ceste in fibra vegetale, sacche di pelle, secchie di legno con rinforzi in ferro. Sempre di legno con giunture di ferro sono rappresentate carriole con una ruota anteriore, carretti con quattro ruote (le anteriori di diametro inferiore rispetto alle posteriori), delle vasche di legno da trascinare con una corda ed infine

vere e proprie slitte (40). In una miniera di Brixlegg in Tirolo è stato trovato un carretto di forma rettangolare di legno con i rinforzi in ferro, di datazione incerta (XIX secolo?) (41). Nella Miniera di Campolungo di Bienno le ricerche archeologiche hanno messo in luce una vasca di legno, con molta probabilità adibita al trasporto del minerale, lunga 79 cm, larga 40 cm ed alta 18 cm. La datazione al radiocarbonio di un frammento di legno tolto da uno dei due tronchi *in situ* trovati sotto la vasca, è risultata 770-390 a.C. (42). Il superamento dei dislivelli verticali (pozzi) avveniva attraverso il sollevamento dei contenitori per mezzo di argani. La struttura di questi macchinari era di legno e solitamente le tracce della loro armatura sono visibili all'imboccatura dei pozzi. Si tratta di alloggi, di forma rettangolare o circolare, scavati nelle pareti per ospitare travi o tavole quali basi per sistemare l'argano. Anche in questo Agricola riesce a dare numerose ed utilissime indicazioni delle varie tipologie sia di argani costruiti nel pozzo di uscita che di argani costruiti nei vari pozzi intermedi nel sottosuolo (43). Per poter comprendere il sistema di trasporto del minerale in un complesso minerario è necessario completare il rilievo e localizzare su questo tutte le tracce di alloggi di strutture di legno rilevate: l'analisi dello sviluppo spaziale della miniera permette di individuare le vie di risalita o di uscita più agevoli.

Il sistema d'illuminazione

L'attività mineraria, anche se non esclusivamente, si è sempre svolta in maniera prevalente nel sotterraneo. Per questo motivo i problemi legati al metodo di illuminazione utilizzata dai minatori è un nodo importante per la comprensione del lavoro minerario. Fino al momento dell'introduzione della lampada a carburo di calcio, alla fine del XIX secolo, le lucerne per l'illuminazione erano alimentate con olio o grasso. Per il periodo preistorico sono attestate lucerne litiche di forma semplice: un blocco, solitamente calcareo, con al centro ricavato un catino avente sul bordo una leggera scanalatura per contenere lo stoppino (44).

A Campiglia, durante gli scavi delle strutture fusorie presso Madonna di Fucinaia (1934-1939), vennero alla luce alcune lucerne da minatore in terracotta risalenti al periodo etrusco, anche se non precisamente databili (VII sec. a.C.). Si tratta di lucerne monolicni, con vaschetta a scodella che si restringe all'attacco tubolare del beccuccio, la testata, opposta al beccuccio, è di forma trapezoidale inclinata con un foro nello spigolo superiore, per la sospensione (45). Lucerne di forma ovale, ugualmente monolicni e probabilmente di metallo, sono rappresentate anche dall'Agricola (46).



Oltre alle lucerne ad olio è possibile che venissero utilizzati altri metodi. Infatti, nella miniera lombarda VIII Sfera, sono state analizzate alcune schegge di legno che da un'analisi di laboratorio sono risultati essere di abete bianco. Dalla forma e dall'aspetto tali schegge sono state interpretate come resti di un sistema di illuminazione già documentato in alcune miniere austriache di età protostorica. I minatori avrebbero fatto luce tenendo in bocca, dopo averli accesi, i pezzi di legno resinoso (47). In fase di rilevamento è fondamentale individuare le nicchie e i luoghi dove le lucerne venivano collocate e descriverne la tipologia. La distanza tra le varie nicchie per l'illuminazione può dare, con molta cautela, informazioni sui ritmi d'avanzamento del lavoro (in modo particolare nelle gallerie e nei cunicoli).

Le strutture di sostegno e quelle per la progressione

Le strutture di sostegno delle miniere, per pozzi e gallerie, sono solitamente di legno, ma non mancano esempi di centinature e armature in pietra (48). Nelle miniere dove la presenza d'acqua è notevole e persistente è possibile rinvenire, perfettamente conservate perché sommerse, strutture lignee di quadri, di scale, di strutture di contenimento, di armature di pozzi (49). In generale, però, il legno è un materiale facilmente deperibile e l'unico modo per ricostruire tali sistemi di armatura è quello di analizzare le tracce degli alloggi presenti sulle pareti.

In alcuni casi fortunati è possibile che rimangano delle impronte in negativo di strutture lignee sigillate in concrezioni di calcite o in altro materiale. Ad esempio, a Campiglia, nella Buca del Biserno, sono perfettamente visibili le impronte di travetti e tavole che compongono cinque scalini (50), ricoperti da depositi di calcite che ne hanno preservato l'originaria forma. Gli alloggi sulle pareti dei pozzi e delle gallerie possono indicare se era presente o meno una armatura, o l'attacco per scale o per argani.

L'iconografia mineraria di Agricola, comparata con l'evidenza archeologica, fornisce indicazioni preziose. Ad esempio, la ricostruzione di un pozzo da miniera di Rudabanya nei Carpazi (Ungheria) del XIV-XV secolo trova precisi confronti iconografici (51).

Il sistema d'aerazione

La stessa possibilità di proseguire il lavoro nelle miniere era determinata dalla presenza o meno di aria sufficiente per far respirare i minatori, per far risplendere le lampade ad olio e, in particolare, in caso di abbattimento con il fuoco, per alimentare la combustione e per eliminare il fumo. La presenza di più aperture

agevolava la circolazione d'aria, e i minatori scavavano spesso pozzi con la precisa funzione di alimentare la circolazione d'aria (52). A Campiglia la presenza di una roccia incassante molto fratturata e soggetta al fenomeno carsico ha sempre garantito una buona circolazione d'aria, anche senza particolari accorgimenti. L'introduzione della strumentaria topografica in miniera nel XVI secolo permetterà di migliorare la precisione nello scavo delle gallerie e dei pozzi di aerazione.

L'eduzione delle acque

Scavando nel sottosuolo è cosa abbastanza comune intercettare vene d'acqua o addirittura la falda acquifera. E' abbastanza raro, in ambito minerario, non avere a che fare con i problemi determinati dalla presenza d'acqua. Il caso di Campiglia è uno dei pochi esempi dove non si è mai posto il problema del drenaggio, anzi, al contrario la cronica carenza d'acqua ha determinato nel corso dei secoli problematiche che hanno costretto all'abbandono dell'attività mineraria. L'acqua determina non pochi ostacoli anche durante le operazioni di ricerca. Nelle miniere abbandonate, infatti, dove i sistemi di eduzione non sono più attivi, le gallerie e i pozzi vengono nuovamente sommersi. I metodi di trasporto dell'acqua all'esterno sono attestati fin dall'età antica, addirittura all'Età del Ferro considerando il traverso banco della Miniera di Campolungo a Bienno (53). I sistemi di eduzione sono sostanzialmente di due tipi: il sollevamento fino alla superficie tramite il pompaggio oppure la fuoriuscita tramite scavo di vie *ad hoc*. In molte miniere di età romana della penisola iberica sono venute alla luce moltissime e complesse strutture di sollevamento delle acque costituite da norie e coclee. Nella Miniera di Riotinto in Spagna otto coppie di norie a cassette del diametro di quasi quattro metri, situate in vani appositamente scavati, erano capaci di sollevare l'acqua di circa 30 m (da 309 m a 338 s.l.m.). Ogni coppia di norie sollevava con le cassette una certa quantità d'acqua che andava a riempire il bacino della coppia situata a quota immediatamente superiore (54). Tra l'altro le norie ritrovate nelle miniere spagnole trovano precisi confronti con quelle riportate da Agricola (55). Un altro sistema attestato è quello della coclea o vite di Archimede: un cilindro di legno con una filettatura ad elica che poteva lavorare disposto in batteria, come è attestato nella Miniera di El Centenillo a Jaén (56). Nell'attività di estrazione mineraria, comunque, la forza dell'acqua poteva essere messa a servizio dell'attività di scavo, come ad esempio nelle miniere d'oro di Las Medulas, dove è attestato il metodo della *ruina montium* (57).

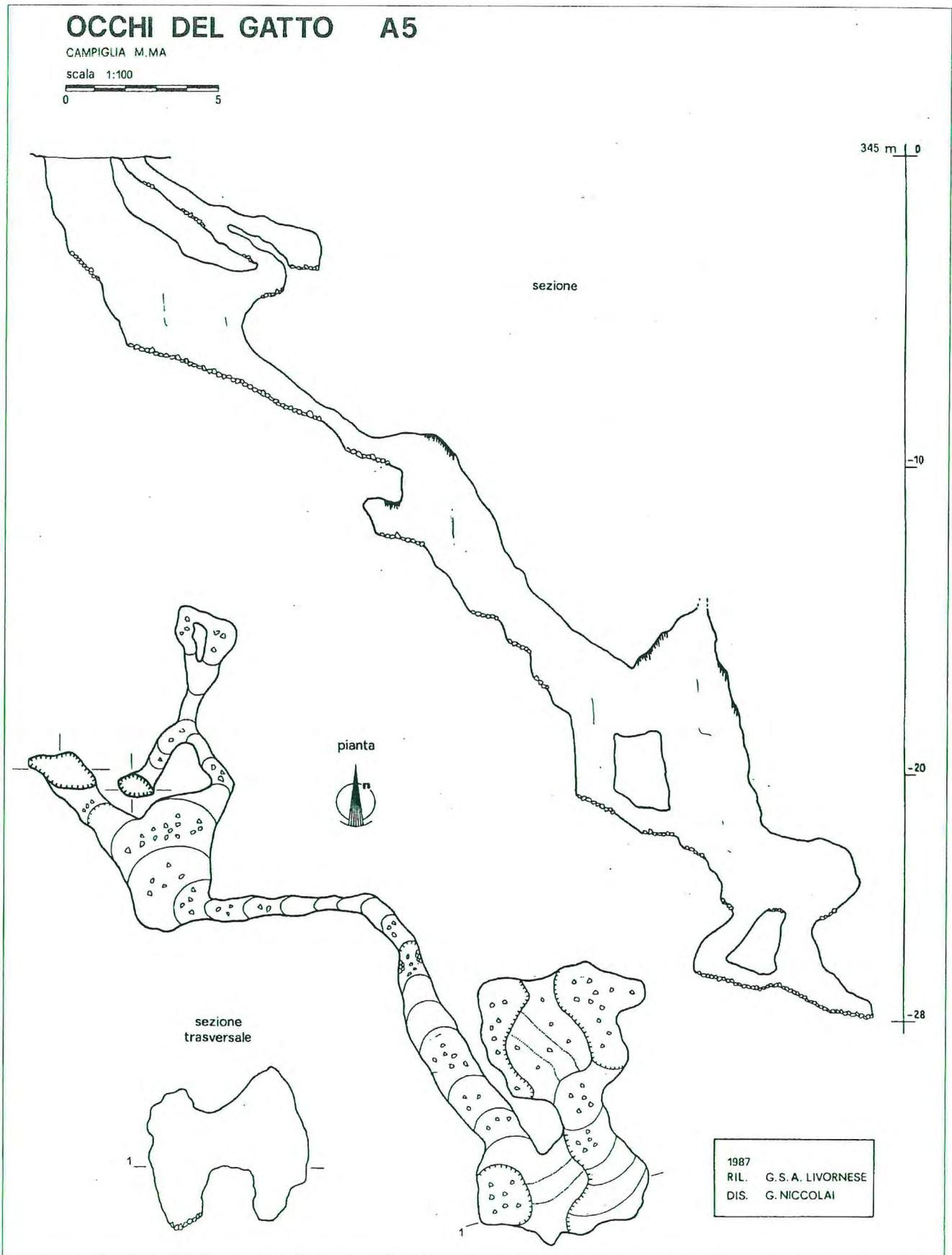


Figura n° 2. Buca Occhi del Gatto. Rilievo.



Nei giacimenti secondari, ovvero dove l'oro si trovava disperso nei terreni alluvionali, l'acqua era raccolta in bacini situati nella parte sommitale del giacimento. Dopo aver scavato gallerie e canali nei terreni alluvionali, vi veniva fatta scorrere l'acqua; Questa erodeva il terreno ricco di oro portandolo in un bacino di raccolta a valle, dove il prezioso metallo veniva poi separato (58).

Nella maggior parte dei casi, a partire generalmente dal XV secolo, ma con esempi in Spagna in età romana (59) e fors'anche precedentemente considerando il caso della Miniera di Campolungo a Bienno (60), l'educazione delle acque veniva risolta con lo scavo di gallerie che uscivano a giorno, solitamente a traverso banco. Anzi, proprio questa esigenza, probabilmente, ha facilitato l'introduzione del sistema di scavo di gallerie nella roccia.

Il progetto di ricerca nei Monti di Campiglia Marittima (Livorno)

Inquadramento geologico

I Monti di Campiglia Marittima costituiscono l'appendice nordoccidentale del sistema delle Colline Metallifere toscane con quote variabili tra i 200 e i 650 m s.l.m., e sono noti per le mineralizzazioni a skarn contenenti solfuri misti quali la calcopirite (solfuro di rame e ferro), la galena (solfuro di piombo talora argentifero) e la blenda (solfuro di zinco); subordinatamente per le mineralizzazioni supergeniche ad ossidi ed idrossidi di ferro (60). Queste mineralizzazioni sono connesse alle fasi idrotermali del magmatismo acido che nella Toscana meridionale ha dato luogo, in un intervallo di tempo compreso tra 6 e 3 milioni di anni fa, alla messa in posto di masse granodioritiche, filoniane e vulcaniche derivate dalla locale fusione parziale della crosta terrestre (61). I giacimenti sono incassati in roccia carbonatica (Calcere massiccio del Lias inf.), e si sono formati per fenomeni di sostituzione (metasomatosi) a spese delle litologie carbonatiche. Le masse silicatiche contenenti i minerali utili hanno dimensioni variabili dal centinaio alle decine di metri e forme che rispecchiano l'entità del fenomeno di sostituzione, da massive a più spiccatamente fissurali, ad andamento irregolare. Le forme ad ammasso sono maggiormente localizzate in corrispondenza dei filoni porfirici, dove le soluzioni idrotermali si arrestano nel loro moto ascensionale in relazione alla diversa permeabilità dei porfidi rispetto ai calcari, e lì ristagnano a lungo esercitando azioni più intense ed estese di sostituzione. Diffusamente, comunque, la mineralizzazione a skarn si rinvia anche in concomitanza di sistemi di fratturazione a prevalente orientamento N-S e NNO-SSE

e giacitura subverticale, discontinuità riferibili alla tettonica distensiva appenninica miocenica.

La roccia incassante carbonatica ha determinato lo sviluppo di un fenomeno carsico, anch'esso impostato secondo le prevalenti direttrici strutturali dell'area, ad alto grado di inclinazione. Le cavità risultanti hanno quindi un andamento verticale secondo sequenze di pozzi che raggiungono dislivelli sino a 200 m di profondità. La presenza di corpi minerari incassati all'interno della roccia carbonatica ha da sempre costituito un limite di permeabilità per la circolazione idrica nel sottosuolo: ciò è riscontrabile all'interno di alcune cavità carsiche che a diverse profondità incontrano la massa mineralizzata. Analogamente, è comune che le attività minerarie realizzate all'interno dello skarn abbiano intercettato vuoti naturali.

Il paesaggio minerario

Lo studio di un territorio minerario, se sfruttato in varie epoche, presenta alcune problematiche di difficile superamento, legate alla complessità ed alla continua attività che hanno portato ad una sovrapposizione di lavori estrattivi per un lungo periodo di tempo. A Campiglia, nelle aree dove l'attività è documentata dal periodo etrusco fino al 1976 (anno di chiusura definitiva delle miniere), i sotterranei si presentano come una continua ripresa e distruzione delle attività più antiche, delle quali rimangono soltanto alcune tracce di gallerie di ricerca, pozzi e cantieri nelle sezioni delle gallerie e dei cantieri più recenti. In questo particolare contesto, grazie al 'taglio' determinato dall'ultimo sfruttamento, è possibile documentare in sezione la stratigrafia delle attività di scavo e ripiena ed avere un'impressione sull'entità dei volumi estratti.

L'area mineraria sfruttata in età preindustriale era più vasta di quella dell'ultima fase di sfruttamento, che si è concentrata soltanto nelle zone dove il giacimento era più ricco. Le aree, per così dire, 'periferiche' rispetto alle strategie estrattive più moderne (che grazie alle maggiori capacità tecnologiche e organizzative hanno approfondito le lavorazioni fino alla base del giacimento), ma ugualmente interessate dalle attività nei periodi precedenti il XIX secolo, si rivelano ricche di testimonianze 'integre' dove il manufatto minerario si presenta sicuramente abbandonato non oltre il XVI secolo. I Monti di Campiglia sono stati interessati da lavorazioni minerarie probabilmente fin dall'eneolitico. Tracce di un insediamento con materiali riferibili al tardo eneolitico, in associazione a strutture produttive metallurgiche, è stato rinvenuto nella Cava Solvay (San Vincenzo) in piena area mineraria (62). Nella stessa area è venuto alla luce anche un insediamento con

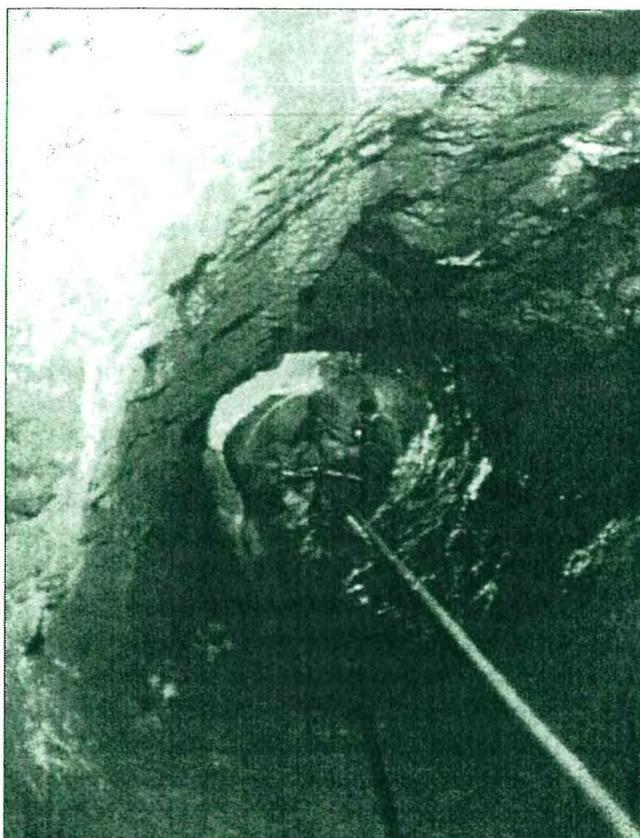


Figura n° 3. Buca del Biserno. Pozzo (foto G. Della Valle).

materiali del Bronzo Finale che testimoniano la frequentazione dell'area mineraria anche in questo periodo (63). Non è stato per il momento possibile ricondurre con certezza a tali periodi emergenze minerarie. E' possibile che parti più superficiali di alcune coltivazioni minerarie preindustriali siano riferibili a momenti precedenti l'attività di periodo etrusco, ma mancano precisi riferimenti in proposito.

I successivi periodi di attività estrattiva sono quattro: periodo etrusco-romano (VII-I secolo a.C.), periodo medievale (X-XIV secolo), periodo mediceo (XVI secolo), periodo contemporaneo (XIX-XX secolo) (64). Durante quello etrusco-romano, l'estrazione di rame, piombo e argento investe tutta l'area caratterizzata dalla mineralizzazione a skarn. La presenza nel territorio di una necropoli gentilizia con tombe a tumulo di tipo popoloniese (VII-VI sec. a.C.) (65), e la presenza di abitati localizzati sulle sommità dei rilievi dell'area mineraria (tra VI e III-II sec. a.C.), è indice di un assetto insediativo dinamico, sotto il controllo gentilizio, strettamente legato all'attività estrattiva.

Nel Medioevo l'area d'estrazione risulta ridotta rispetto al periodo precedente, localizzata nei pressi delle aree dei castelli e prevalentemente riferita all'estrazione

dei minerali di piombo argentifero, anche se è presente l'attività metallurgica dei minerali di rame. L'iniziativa signorile, che vede la fondazione di insediamenti fortificati (castelli) con un'economia specializzata nell'attività di lavorazione dei metalli, è ben spiegabile per la produzione dei cosiddetti 'metalli monetabili' finalizzati alla coniazione delle monete. Proprio la possibilità di sfruttare altri giacimenti di argento (ad esempio quelli della Sardegna) sarà il motivo principale della crisi dei castelli minerari del Campigliese e del loro progressivo abbandono nel corso del XIV secolo (66). Successivamente le lavorazioni vengono riprese da Cosimo I dei Medici nel XVI secolo. Esiste una ricca documentazione di archivio riferita a questo periodo di attività (67). Cosimo I intraprende i lavori minerari con personale straniero. Vengono a lavorare in questo territorio minatori di origine germanica, detti anche *Lanzi*, che hanno lasciato sul territorio numerose tracce del loro passaggio non solo attraverso le loro "cave", ma anche attraverso la toponomastica (*Valle dei Lanzi* e *Villa dei Lanzi*). L'attività medicea si concentra in circa dieci anni, dal 1549 al 1559. Nonostante il periodo relativamente breve e non

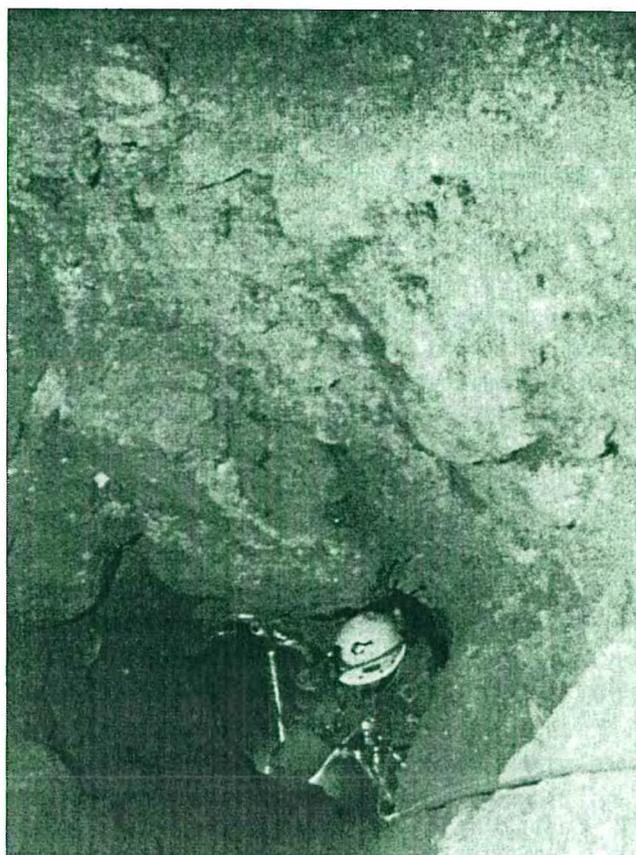


Figura n° 4. Buca della Guardia. Pozzo (foto G. Della Valle).



Figura n° 5. Buca della Guardia. Cantiere di lavorazione (foto G. Della Valle).

particolarmente produttivo dal punto di vista estrattivo, la ben riconoscibile tecnica dei *Lanzi* e l'aiuto non indifferente della documentazione scritta, hanno permesso di identificare i resti delle lavorazioni riferibili a tale periodo.

Morfologia delle miniere e tecniche di estrazione

Le ricerche di superficie condotte in un territorio di circa 10 kmq hanno individuato, oltre che la maglia insediativa, circa 200 ingressi di miniere di età preindustriale, il cui sviluppo sotterraneo è prevalentemente verticale, in relazione al locale assetto geostrutturale. La presenza di roccia incassante carsificabile ha inoltre concorso a determinare frequentemente configurazioni ipogee miste (68): risulta raro, infatti, che una miniera di questo tipo, nel suo sviluppo, sia interamente artificiale. La caratteristica ricorrente è infatti sia di accedere ad ambienti naturali grazie alle lavorazioni antiche, sia di esplorare cavità naturali e scoprire che sono state utilizzate come via di accesso per la coltivazione del minerale. Per questo motivo, e comunque per la diffusa fratturazione della roccia incassante, nella maggior parte di queste miniere la circolazione d'aria non risulta mai scarsa. Le condizioni

idrogeologiche variano da roccia umida a stillicidio, aprendosi a quote interessate da sola percolazione e non residenza della falda acquifera.

Nelle miniere etrusco-romane e medievali il metodo di coltivazione è quello di seguire l'andamento del filone e quindi di scavare piccole gallerie e pozzi all'interno della massa mineralizzata: la morfologia risultante è di conseguenza estremamente irregolare (figura n° 2). Raramente sono presenti brevi tratti di gallerie o pozzi scavati nella roccia incassante (traverso banco), talora determinati da problemi contingenti o dalla presenza di preesistenti cavità naturali. Questo sistema è praticamente rimasto invariato per secoli ed è attestato, sempre per questi periodi, anche in altri territori minerari in Italia (69) e in Europa (70).

L'individuazione del giacimento avveniva attraverso l'evidenza superficiale del cappellaccio d'alterazione (idrossidi di ferro), e/o dello skarn alterato (71) e l'indagine in sotterraneo poteva partire da un ingresso carsico, o attraverso l'ampliamento di fratture bean-ti limitrofe all'affioramento minerario. Data la giacitura dei corpi minerari è comprensibile come la ricerca all'interno del giacimento avvenisse approfondendosi dalla superficie in profondità. Gli ingressi delle miniere si presentano generalmente sia allungati secondo linee di frattura, sia con forme più propriamente ellittiche o circolari, ed immettono in salti verticali di profondità variabile tra i pochi metri e le decine di metri. Mentre le dimensioni delle fratture possono essere anche di qualche metro in relazione alla loro genesi naturale, le imboccature circolari o ellittiche, solitamente artificiali, non superano mai il diametro di 1 - 1.2 m (figura n° 3).

All'interno, il diametro dei pozzi è in relazione all'estensione del giacimento e all'intersezione di cavità carsiche preesistenti le lavorazioni, frequentemente sviluppatasi al contatto tra roccia incassante e skarn. Nelle masse mineralizzate confinate lateralmente, si arrivava a scavare pozzi dal diametro compreso tra 0.80 m e 1.20 m (figura n° 4), profondi sino a 30 - 50 m, che solo in corrispondenza di una forma massiva del giacimento davano luogo a sale-cantieri o pozzi-cantiere di dimensioni anche superiori a 5 - 6 m lungo l'asse maggiore (figura n° 5). Talvolta è il contatto con ambienti naturali a determinare vuoti di grandi dimensioni (figura n° 6). Spesso venivano scavati più pozzi, con andamento parallelo o comunque limitrofo, comunicanti a diverse quote tramite finestrelle tipo 'oblò' (figura n° 7), dal diametro massimo di 30 - 40 cm. Durante le ricerche sono state esplorate miniere di 90 - 120 m di profondità dall'ingresso, secondo una sequenza continua di pozzi paralleli (figure n° 8 e

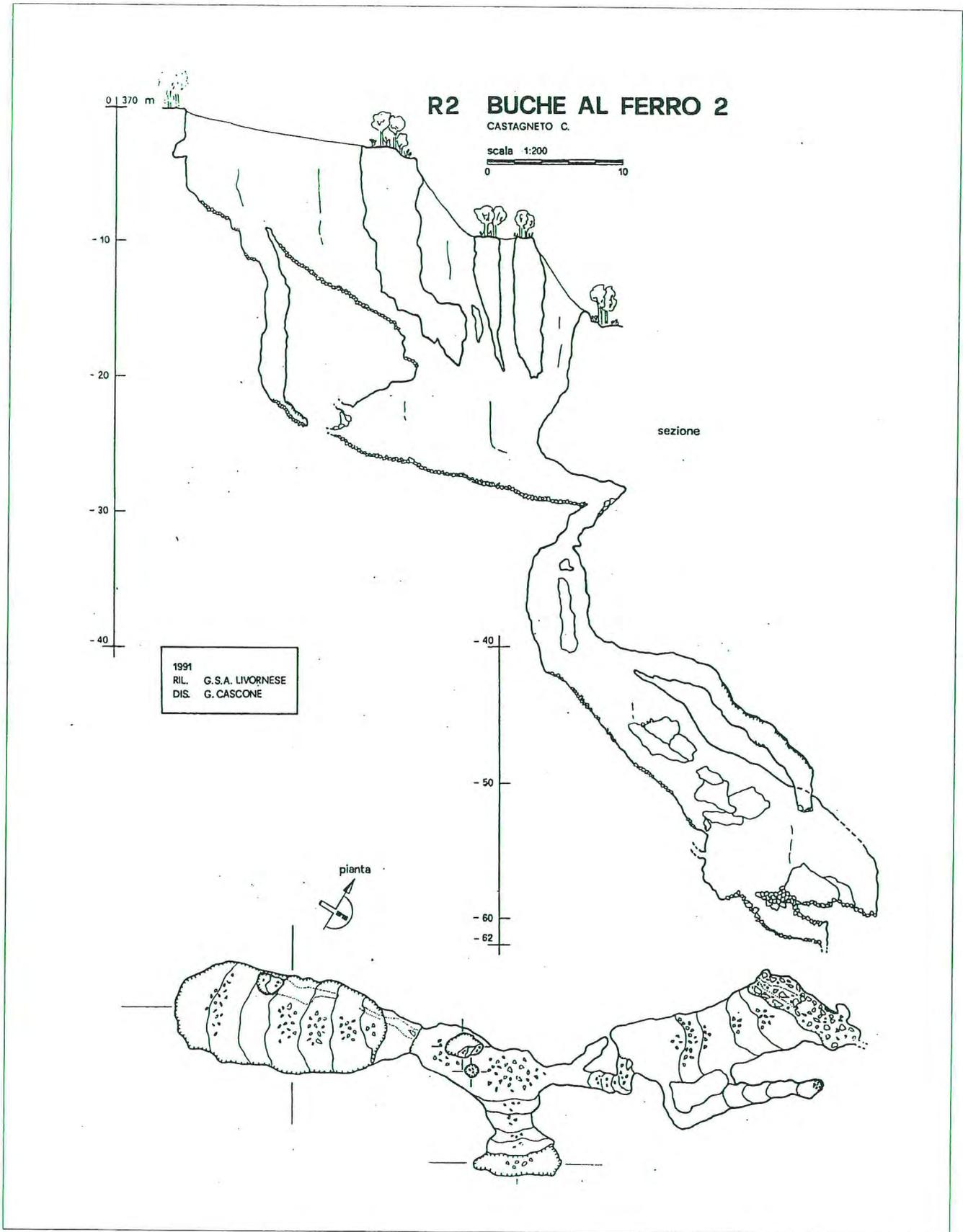


Figura n° 6. Buche al Ferro 2. Rilievo.



Figura n° 7. Buca del Confine. Affaccio su cantiere di lavorazione (foto G. Cascone).

n° 9). I pochi tratti orizzontali presenti si configurano come raccordi tra pozzi contigui o brevi gallerie di ricerca. La documentazione di questi vani, di altezza variabile tra gli 0.8 m ed i 2 m, e di larghezza raramente superiore a 1.5 m, è alquanto difficoltosa poiché spesso risultano riempiti di materiale sterile.

Tali ripiene, solitamente accatastate a formare particolari muri a secco, rendono molte parti delle miniere inaccessibili e non valutabili nel loro reale sviluppo. Anche la vera profondità delle cavità è da ritenersi ragionevolmente superiore a quella rilevata dalla nostra analisi: il pavimento dei pozzi terminali è, infatti, sempre costituito da ingenti quantitativi di materiale detritico.

Lo sviluppo spaziale delle coltivazioni minerarie rilevate, è estremamente variabile da pochi metri a diverse centinaia (Buca del Biserno 600 m, Complesso Poggio all'Aione 800 m). Ma sempre, comunque, a ridotto sviluppo planimetrico.

Pur trattandosi di misure 'residue' rispetto alle dimensioni originarie, dopo aver rilevato 42 complessi minerari è possibile proporre una articolazione tipologica in relazione allo sviluppo spaziale conosciuto.

Tipologia	Sviluppo	Quantità
Ricerche minerarie	da 0 a 25 m	17
Complessi Piccoli	da 26 a 100 m	15
Complessi Medi	da 101 a 500 m	8
Complessi Grandi	oltre 500 m	2
TOTALE		42

L'organizzazione dei cantieri di estrazione, della risalita del minerale e dei movimenti delle maestranze, doveva essere alquanto problematica data l'irregolarità della disposizione degli ambienti. Inoltre, la tendenza a scavare gallerie e cunicoli di dimensioni sufficienti solo al passaggio degli uomini non favoriva il trasporto del materiale scavato. Per la risalita, il minerale proveniente dai vari cantieri veniva stoccato nelle sale localizzate sotto il pozzo più vicino all'uscita.

Il minerale era trasportato probabilmente a spalla lungo le gallerie e per mezzo di argani di legno attraverso i pozzi. Non sono visibili tracce di passaggio o di usura delle pareti e del fondo della galleria, dovute al continuo transito di personale carico con gerle o sacchi, come è presente in una galleria della Grotta del Pallone in Val Meria (Lecco). La mancanza pressoché totale di acqua è testimoniata, oltre che dall'evidenza negativa materiale, dall'assenza di strutture di drenaggio (condutture, canalizzazioni). Dove la mineralizzazione si presentava in masse più consistenti venivano aperti dei veri e propri cantieri di coltivazione e quando le dimensioni superavano i 3-4 m di larghezza venivano lasciati dei risparmi di minerale a forma di pilastri, o di vere e proprie lame per sorreggere le volte. Un aspetto particolarmente importante è la presenza delle ripiene. I minatori stessi, onde evitare di riportare in superficie lo sterile risultato dalla prima cernita del materiale, riempivano sia i vuoti di coltivazione già sfruttati sia quelli durante l'attività di cantiere. In presenza di morfologie prevalentemente verticali, ovvero in zone dove non erano stati aperti cantieri, il deposito delle ripiene era risolto con la costruzione di strutture di contenimento con tavole di legno delle quali rimangono, in alcuni casi, le tracce degli alloggi sulle pareti e sul fondo (72).

Come già detto, l'abbattimento era effettuato con punteruolo e mazzetta. Le tracce presenti sulle pareti sono quasi sempre non parallele e prive di sistematicità. In tutti i casi esaminati non vi sono tracce di utilizzo del fuoco per l'abbattimento. Sporadicamente, sono presenti anche delle piccole nicchie per l'appoggio delle lucerne.

Tracce di alloggi di forma quadrangolare (10x10x5 cm) fanno presupporre la presenza di strutture di



BUCA DELLA GUARDIA (R5)

CASTAGNETO CARDUCCI

scala 1:285 - bozza ridotta da 1:200

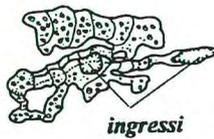
295 m slm

0 m

SEZIONE E-O

- 25

N
↑
PIANTA



Rilievo topografico: GRUPPO SPELEOLOGICO ARCHEOLOGICO LIVORNESE

- 50

- 75

- 90

Figura n° 8. Buca della Guardia. Rilievo.



legno per sorreggere scale, oppure di ponteggi per facilitare il lavoro di progressione (73). Sui bordi di alcuni grandi pozzi all'interno delle coltivazioni sono ben visibili le tracce degli alloggi lignei, sicuramente per sostenere gli argani per la risalita del materiale. La presenza di risparmi di minerale di forma cilindrica all'imboccatura dei pozzi (all'interno delle cavità) fa pensare ad un utilizzo per eventuali ancoraggi di corde o strutture di sicurezza. Il ritrovamento di impronte lasciate da strutture lignee ricoperte di calcite hanno permesso di capire come la progressione in tratti a forte inclinazione, ma non verticali, venisse risolta con la realizzazione di scalinate con gradini di legno (74) o di pietra.

Subito all'esterno, davanti all'imboccatura, avveniva il primo trattamento del minerale: la pesta, ovvero la frantumazione e la cernita del minerale utile e la sua separazione dalla ganga (75). Il minerale così selezionato veniva sottoposto a lavaggio e depositato nei pressi della miniera in attesa di essere trasportato nei luoghi di trasformazione metallurgica (76). Nel XVI secolo il metodo di organizzazione del lavoro minerario cambia in maniera evidente. Le miniere si trasformano in grandi scavi a cielo aperto: grandi cave che insistono sulle precedenti lavorazioni le cui tracce rimangono, a volte, in sezione nelle pareti (figure n° 10 e n° 11). Sono presenti anche coltivazioni in sotterraneo. Sono di dimensioni maggiori rispetto ai cantieri e alle gallerie etrusche e medievali. Aumentano le altezze e soprattutto le larghezze delle gallerie, ed il passaggio è sicuramente meno difficoltoso. Non sono presenti morfologie del tipo ogivale troncato, bensì gallerie con volta a tutto sesto ben scavate con colpi di punteruolo molto regolari e sistematici. Si nota un tentativo di razionalizzazione del lavoro di estrazione: la realizzazione di ambienti di passaggio più grandi favorisce, infatti, la progressione nel sottosuolo da parte dei minatori e soprattutto la fuoriuscita del minerale. Sono presenti, inoltre, i primi tentativi intenzionali di traverso banco finalizzati sia alla ricerca mineraria o, più spesso, al miglioramento della circolazione interna e dei trasporti. Forse furono utilizzati anche degli strumenti di misurazione topografica, in particolare per definire con esattezza lo spazio su cui effettuare l'estrazione e per individuare la direzione di scavo di alcune gallerie di ricerca e di ribasso, ma non vi sono margini per affermarlo con sicurezza.

Non è stato utilizzato l'esplosivo per l'abbattimento non essendo presenti in alcun caso tracce di fori da mina, dato che le lavorazioni terminarono nel 1559-60, ovvero alcuni anni prima che tale tecnica fosse sperimentata. Il metodo d'abbattimento è, quindi, sempre

con il punteruolo e la mazzetta. L'approccio al fronte di avanzamento nella massa mineralizzata è, al contrario, sistematico. A differenza dei periodi precedenti, infatti, dove i colpi di punteruolo e di picco sono sferrati in modo caotico in tutte le direzioni senza un preciso disegno, adesso si ha l'evidenza di un sistema di abbattimento regolare della parete con gradini in nicchie ogivali di 60 - 70 cm di altezza e altrettanti di larghezza (figura n° 12) che trova confronti con le tecniche di abbattimento in ambito alpino (77). Come precedentemente accennato, questo si può facilmente spiegare con l'arrivo, in questo periodo, delle maestranze germaniche (i *Lanzi*) chiamate da Cosimo I de' Medici, per riaprire le miniere e lavorare i giacimenti di Campiglia. I *Lanzi* importano il loro metodo d'abbattimento e di coltivazione che chiaramente, quindi, si distingue dai sistemi utilizzati nelle età precedenti.

La metodologia del rilievo minerario

Gli strumenti e la metodologia adottati ed affinati nel corso di quasi 15 anni di documentazione topografica di miniere preindustriali (78), sono strettamente connessi alle caratteristiche del territorio in cui si va ad operare, alle morfologie delle emergenze da documentare e, non ultimo, agli obiettivi che intendiamo raggiungere. Tra questi obiettivi, oltre la rappresentazione più fedele possibile del sito minerario, c'è la stesura di successivi rilievi tematici che necessitano singolarmente di gradi di dettaglio e precisione non sempre uguali tra di loro.

Gli strumenti per le misurazioni

La strumentazione utilizzata per il posizionamento degli ingressi di miniere, e per il rilievo topografico ipogeo, è quella speleologica, tipicamente costituita da bussola e clinometro, non montati su treppiede, da longimetro e rotella metrica (79).

Le caratteristiche di robustezza e leggerezza di una strumentazione di questo tipo sono fondamentali quando s'interviene, come nel nostro caso, in territori ove l'accesso alle miniere avviene compiendo notevoli dislivelli nell'arco di ristretti spazi planimetrici, lungo versanti coperti da fitta macchia mediterranea e privi di una rete sentieristica che di volta in volta occorre tracciare. All'interno, le morfologie verticali costringono all'esecuzione del rilevamento dei dati quasi esclusivamente agganciati alla corda; da qui la conferma ad utilizzare niente più di una pratica ed efficiente strumentazione speleologica, curando il punto debole relativo al grado di precisione di questi strumenti attraverso l'affinamento dell'aspetto metodologico del rilevamento. E' stato durante le varie fasi di messa a



BUCHE AL FERRO R1

CASTAGNETO C.

scala 1:500



1991
RIL. G.S.A. LIVORNESE
DIS. G. NICCOLAI

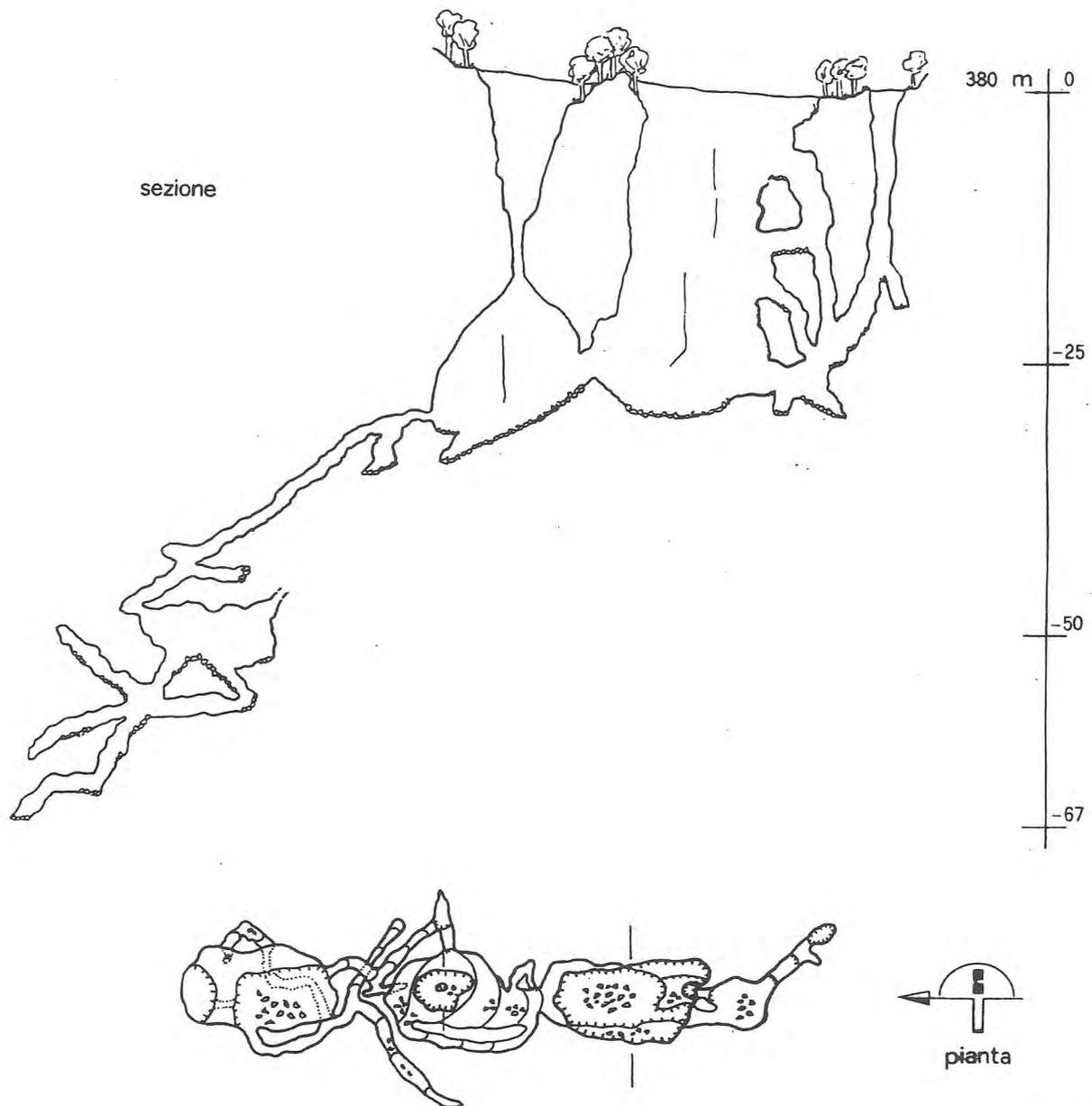


Figura n° 10. Buca al Ferro. Rilievo.



punto di questo metodo che abbiamo verificato l'incidenza e l'importanza di tale aspetto.

E' comunque necessario sottolineare che (ammesso di riuscire a mantenere 'indenne' una strumentazione più sofisticata) il raggiungimento di una maggiore precisione, nella definizione delle irregolarità morfologiche e morfometriche di questi siti, non arricchirebbe di nuovi elementi conoscitivi la nostra rappresentazione, finalizzata, non dimentichiamolo, alla comprensione delle tecniche estrattive e dell'organizzazione del lavoro. Infine è doveroso puntualizzare che, riguardo al rilevamento delle orientazioni, non sono mai sorte problematiche relative alla presenza di minerali ferromagnetici.

L'ubicazione degli ingressi

Come accennato, il posizionamento degli ingressi è spesso difficile e soggetto ad imprecisione a causa della fitta vegetazione che maschera e confonde la reale morfologia dei versanti e non consente una visualizzazione convincente dell'intorno. Per una ubicazione corretta è necessario segnalare in maniera evidente gli ingressi così da consentirne la visualizzazione in panoramica, data anche la frequente vicinanza nell'ambito di pochi metri o decine di metri di distanza in linea d'aria o di dislivello.

In zone con altri ingressi già ubicati, oltre al conforto cartografico e altimetrico viene eseguita una poligonale tra gli ingressi con verifiche incrociate. Il posizionamento cartografico viene eseguito sulla Carta Tecnica Regionale alla scala 1: 5.000. Riguardo le quote, in aree a elevata concentrazione di ingressi è necessario differenziarle con dislivelli alla scala del metro, perdendo di significato l'approssimazione standard dei 5 m.

Il rilievo topografico ipogeo

Uno dei primi obiettivi del rilievo topografico è il consentire la visualizzazione immediata dell'andamento spaziale delle miniere in studio attraverso la stesura di:

- planimetrie alle diverse quote, tipo i Piani Minerari utilizzati nelle attività minerarie moderne;
- sezioni verticali secondo più direttrici;

Questo allo scopo di individuare le diverse morfologie degli ipogei, in stretta dipendenza dell'assetto geologico e delle tecniche di scavo.

La scelta della scala del rilievo (solitamente 1:200, 1:100 ed in particolari casi anche 1:50) avviene in fase di rilevamento, e risulta fondamentale per consentire il riporto dei dati di tipo litologico, geologico/strutturale, geomorfologico e archeologico-minerario. Quindi i punti fondamentali su cui si basa la realiz-

zazione del rilievo sono i seguenti:

- la collocazione dei capisaldi lungo l'intero sviluppo della miniera che consenta in qualsiasi momento variazioni della scala del rilievo o revisioni;
- l'esecuzione della poligonale in andata e ritorno;
- la chiusura della poligonale ogni volta che è possibile, nel nostro caso fondamentale nei tratti di raccordo tra pozzi paralleli;
- una particolare attenzione nella lettura dell'angolo di inclinazione;
- la stesura del rilievo attraverso l'elaborazione di 'bozze' progressive (figura n° 13) sulle quali annotare ulteriori dettagli e misure.

Uno studio pilota: la Buca del Biserno

Questa miniera, scavata per i suoi 600 m di sviluppo quasi completamente in verticale a raggiungere la profondità di 120 m (80), è stata oggetto di un'accurata indagine. In questo caso a causa dell'ubicazione "a rischio" degli ingressi, situati a poco più di 20 m di distanza da un fronte di cava attiva, è stato necessario mettere in relazione l'andamento spaziale sotterraneo della miniera con la superficie esterna. Attraverso l'impiego degli strumenti e delle metodologie descritte precedentemente è stato possibile realizzare una planimetria con punti significativi quotati e riportare lo sviluppo ipogeo rispetto all'andamento in superficie del confine dell'area di concessione e del limitrofo fronte di cava. Sulla base del rilievo topografico eseguito, sono stati rilevati e cartografati gli aspetti litologici, geomorfologici e archeologico-minerari (figura n° 19). I tematismi archeominerari riportati sono quelli ritenuti più significativi per il sito in studio. Ad esempio, le tracce degli attrezzi di scavo non vengono riportate a causa della loro estrema frequenza (3-4 per mezzo metro quadrato), vengono invece segnalati i risparmi di minerale sugli orli dei pozzi, le ripiene, le tracce di scalinate, le gallerie traverso banco nel calcare, le morfologie a nicchia ogivale cinquecentesche. Questo studio, realizzato nell'arco di un anno di lavoro (81), ha consentito la tutela di questa importante miniera attraverso l'imposizione del vincolo archeologico da parte del Ministero per i Beni e le Attività Culturali, ai sensi della L.1089 del 1939.

La rappresentazione grafica così prodotta è risultata idonea al riporto degli specifici tematismi, finalizzata a elaborare dati sulla natura e potenza delle masse mineralizzate sfruttate, sulle tecniche di individuazione del giacimento, sulle scelte fatte in merito alla coltivazione, all'abbattimento, alla cernita, al trasporto del minerale, alla realizzazione di strutture lignee all'interno, all'illuminazione e al sistema di aerazione.

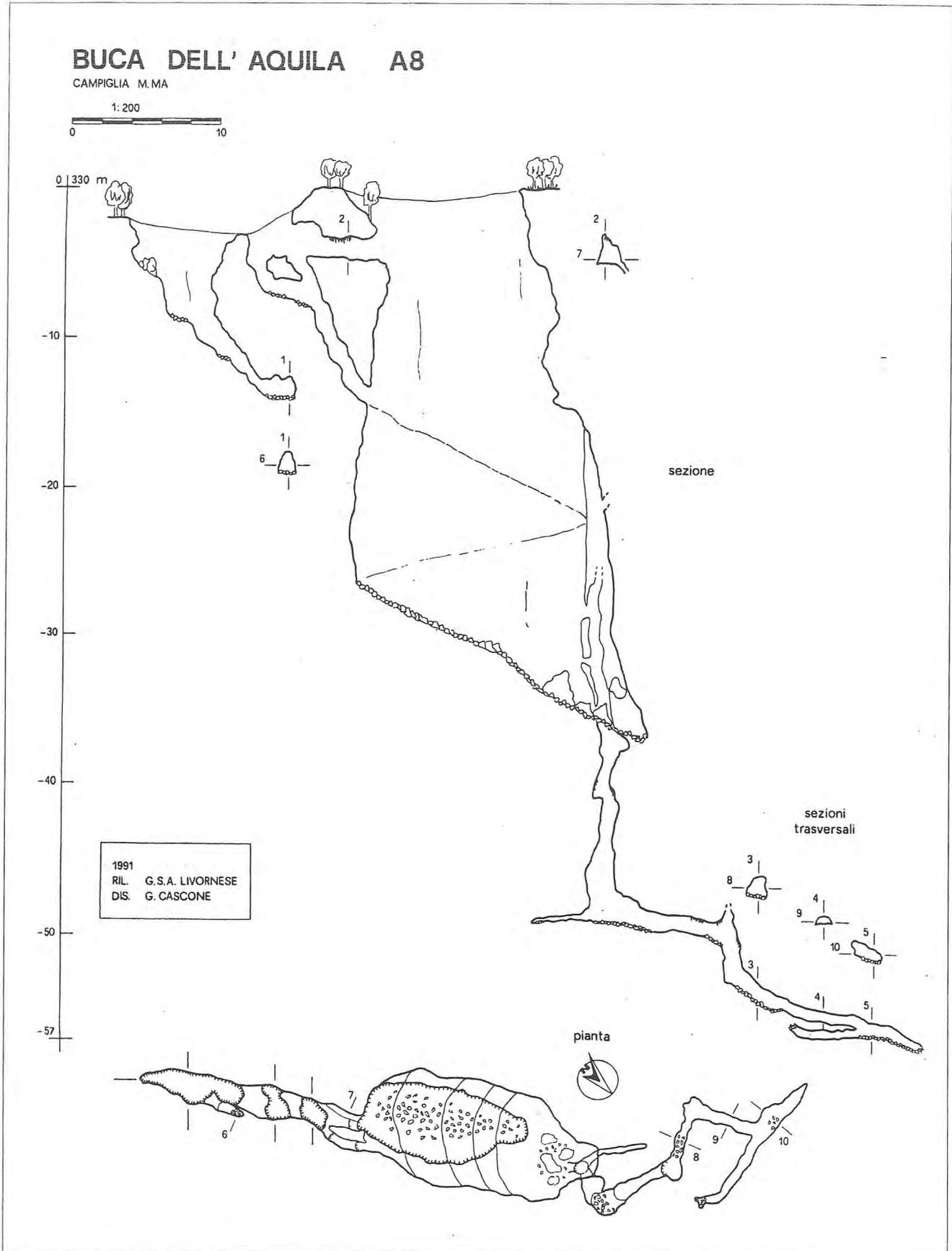


Figura n° 11. Buca dell'Aquila. Rilievo.



Riflessioni conclusive: vantaggi e limiti della ricerca di superficie e potenzialità dello scavo archeologico in ambito minerario

Abbiamo più volte ribadito dell'importanza dell'inserimento nel contesto territoriale delle attività minerarie, che vengono di volta in volta rilevate con i sistemi sopra delineati. Dal punto di vista della metodologia di ricerca nell'ambito dell'archeologia del paesaggio (archeologia di superficie), le coltivazioni minerarie sono delle Unità Topografiche (UT). Naturalmente sono delle UT estremamente complesse costituite da una o da varie UM. Innanzitutto è importante l'individuazione, la localizzazione, l'analisi e l'interpretazione delle altre strutture legate all'attività mineraria (discarica, area di pesta, viabilità, altre coltivazioni minerarie), ma pure questa operazione, anche se fondamentale, risulta troppo puntuale nei confronti del paesaggio nella sua totalità. Si rischia in questo caso di avere una visione troppo limitata ed incentrata verso gli aspetti tecnologici e di evoluzione delle tecniche estrattive, non avendo elementi per approfondire gli altri aspetti legati alla prospettiva storica del territorio. L'archeologia del paesaggio, attraverso la ricognizione di ampi spazi (il più possibile ampi) consente una visione articolata del territorio che permette il superamento di considerazioni troppo restrittive e limitate quali sarebbero quelle di analisi di un solo aspetto. Del resto anche la scelta di un contesto troppo ristretto può essere un errore: ad esempio l'indagine della sola area mineraria dei Monti di Campiglia senza alcun allargamento verso lo studio del popolamento nelle aree di pianura circostanti le colline, lungo le coste e nell'area più interna verso l'alta Val di Cornia non avrebbe fornito un inquadramento territoriale chiaro nella sua complessità ed articolazione come invece era necessario che fosse.

L'archeologia del paesaggio è quindi un'archeologia 'estensiva' (82) dove la visione più ampia possibile riesce a superare in parte tutti questi aspetti di 'rumore di fondo' che ostacolano l'acquisizione dei dati (casualità del ritrovamento, non buona visibilità, attività di distruzione antropica moderna) e fanno diminuire il concorso dei fattori legati agli aspetti del ritrovamento. Inoltre è possibile far intervenire con maggior peso, nell'ambito della ricerca, alcuni aspetti determinanti quali il rapporto tra aree differenti, le infrastrutture ed i collegamenti.

Ritornando alle problematiche legate alla metodologia di indagine delle miniere d'età preindustriale, è chiaro che oltre agli aspetti legati al funzionamento, al riconoscimento delle fasi di attività, gli aspetti legati alla datazione assoluta sono un elemento di base, dal

quale è impossibile prescindere. Il tipo di tecnica estrattiva utilizzata (il metodo di coltivazione e il metodo di abbattimento) permette solamente a grandi linee di proporre un inquadramento cronologico delle coltivazioni minerarie. E' sempre l'associazione di 'fossili guida', come frammenti di ceramica o altri elementi datanti, anche se trovati in superficie nelle discariche o all'interno negli ambienti sotterranei, che dà indicazioni più precise in questo senso. In mancanza di ritrovamenti di questo tipo, un aiuto non indifferente, è la possibilità di utilizzare, ad un costo relativamente contenuto, l'analisi del Carbonio 14 o la dendrocronologia su ritrovamenti di carboni o elementi di strutture lignee. Abbiamo esempi di ricerche che hanno utilizzato questo tipo di dato con molta utilità (83). Già la dinamica del popolamento, con l'individuazione della distribuzione areale delle strutture abitative e produttive, può fornire importanti indicazioni sull'inquadramento cronologico delle zone estrattive.

Ovviamente maggiori informazioni, non solo per la datazione o per l'individuazione di più fasi di sfruttamento ma anche per la comprensione delle varie parti funzionali della miniera, vengono fornite da un'eventuale indagine di scavo archeologico, che resta l'attività di ricerca più completa, da effettuarsi sia all'esterno, nei pressi dell'imboccatura o nelle aree di primo trattamento del minerale, oppure all'interno, intervenendo nei cantieri, nelle gallerie e nei pozzi. E' importante dire, inoltre, che un buon rilevamento di superficie può permettere di individuare i luoghi più favorevoli per un successivo intervento di scavo archeologico. L'indagine di scavo è il momento di maggiore possibilità d'acquisizione dei dati. Gli scavi archeologici all'interno o subito all'esterno di coltivazioni minerarie hanno come limite l'asportazione di grandi volumi di detrito e la non eccessiva dispersione nella stratificazione di frammenti di materiale datante. Le indagini effettuate in varie aree minerarie, comunque, hanno dato notevoli esiti positivi e l'attività di ricerca ha sempre ripagato, almeno in parte, le aspettative che in questa si erano riposte (84). La possibilità di mettere in luce e di analizzare i vari piani di calpestio, le fasi di ripiena dei cantieri di coltivazione, la stratificazione e gli interri dentro le gallerie ha fornito utilissimi indizi per la datazione e la funzione d'uso dei vari ambienti di lavoro; così come le zone all'esterno nelle aree di pesta e primo trattamento del minerale.

Oltre alle indagini di scavo nelle miniere vere e proprie è fondamentale e strategica l'indagine di scavo nelle aree insediative dove è possibile capire il tipo di controllo e di potere che veniva esercitato sul territorio (85). E' necessario, quindi, coordinare le prospezioni



BUCA DEI LANZI (M5)

CAMPIGLIA MARITTIMA

scala 1:100

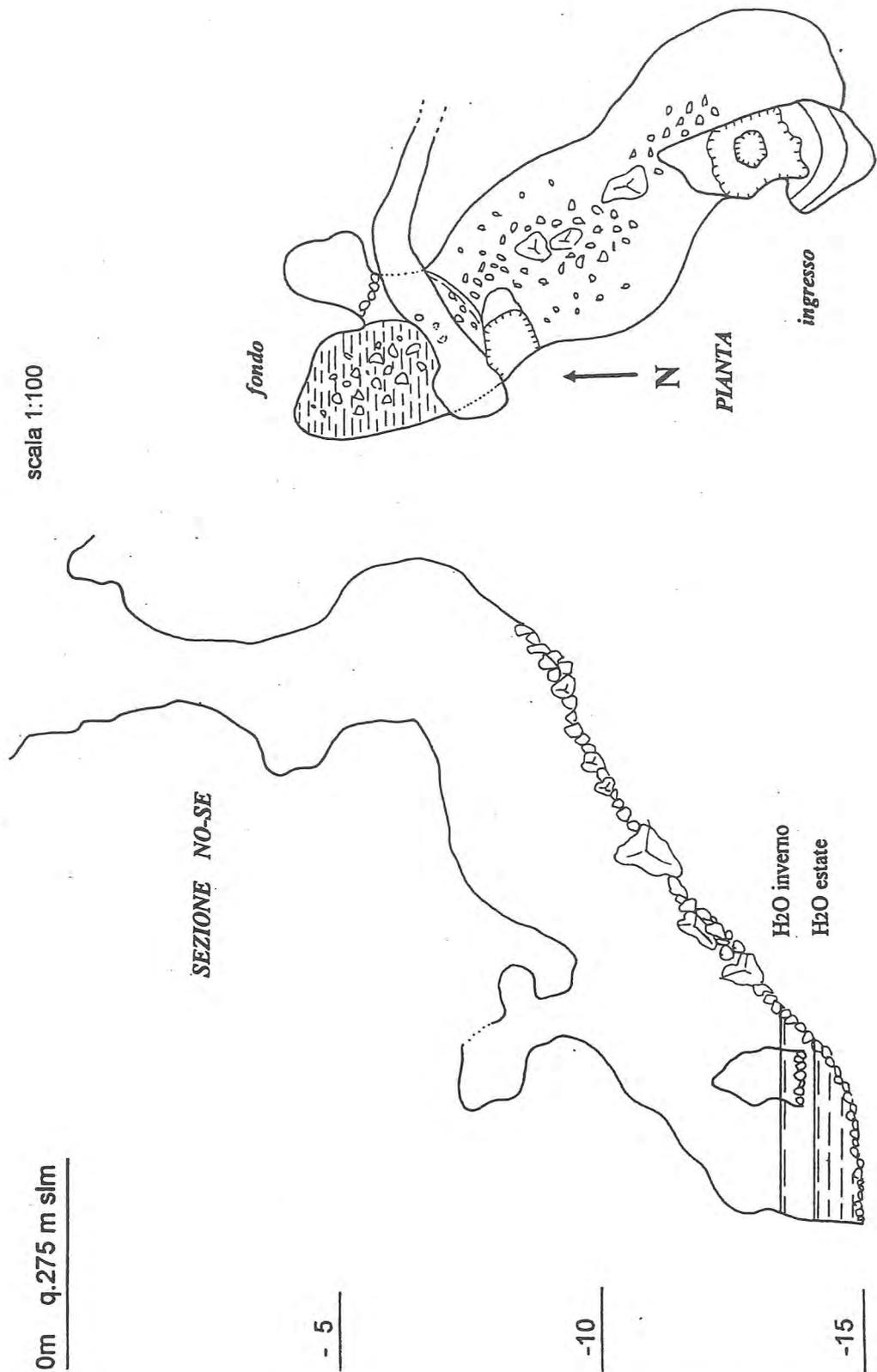


Figura n° 12. Buca dei Lanzi. Rilievo.



di superficie e le indagini di scavo per porre in rapporto adeguato insediamenti, aree estrattive e aree di produzione metallurgica per comprendere i cambiamenti economici, le aree di sfruttamento prevalenti nei vari periodi storici e in particolare l'organizzazione del lavoro minerario nel territorio per procedere, infine, alle varie sintesi storiche. La metodologia d'indagine applicata nel territorio dei Monti di Campiglia può essere, a grandi linee, applicabile in generale allo studio delle coltivazioni minerarie, anche se è stata il frutto dello studio di questa sola area mineraria.

Certamente il confronto con studi effettuati in altre aree minerarie con caratteristiche morfologiche, giacimentologiche e storiche diverse, può senz'altro aiutare a definire con maggiore precisione le strategie e le tecniche del rilevamento. Per questo motivo riteniamo fondamentale, e non solo in questo aspetto della ricerca, lo scambio e la collaborazione tra enti e gruppi che lavorano in altri ambiti territoriali.

Soltanto attraverso un proficuo scambio di esperienze e professionalità esiste la concreta possibilità di migliorare la capacità di analisi e di comprensione del mondo sotterraneo legato alle attività estrattive.

Le ricerche sulle miniere lombarde

Come la Toscana, la Lombardia è una regione ricca di giacimenti minerari che hanno fortemente condizionato l'ambiente e l'economia non solo nei luoghi stessi d'estrazione ma in tutto il territorio lombardo. I giacimenti minerari sono localizzati in massima parte nella fascia settentrionale della regione, nelle Prealpi e nelle Alpi, ed in particolare nelle province di Bergamo, Brescia, Como, Lecco, Sondrio e Varese (86).

Le attività minerarie fin dall'antichità sono state finalizzate alla coltivazione di minerali di rame, piombo, argento e ferro. Alla straordinaria ricchezza di emergenze minerarie non corrisponde però un particolare interesse dei gruppi speleologici lombardi per il rilevamento di questa tipologia di cavità artificiale. Infatti notiamo che nella bibliografia speleologica piuttosto raramente sono presenti lavori di carattere minerario. Alcune brevi comunicazioni di presenza di attività minerarie nel gruppo delle Grigne con descrizione e qualche rilievo risalgono al 1979 e sono ad opera dello Speleo Club "I Protei" (87), anche se è necessario precisare che tale lavoro è incentrato sostanzialmente alle emergenze di natura carsica e solo marginalmente alle cavità artificiali.

Uno studio di carattere più strettamente di archeologia mineraria è quello riguardante l'Antro delle Gallerie in Val Ganna (Varese). Si tratta di un complesso sistema minerario, articolato su più livelli, di difficile

interpretazione sia riguardo agli aspetti legati al funzionamento (dato che le parti inferiori sono allagate) e alla datazione, sia addirittura all'oggetto della coltivazione. Si deve a Padovan ed a Pandullo uno dei contributi alla conoscenza del complesso (88) e successivamente a Banti e a Tonali un tentativo di interpretazione dell'articolata cavità (89).

A partire dalla fine degli anni '80, grazie in modo particolare a Marco Tizzoni, sono state intraprese molte indagini sia dal punto di vista documentario che dal punto di vista del rilevamento e dello scavo archeologico in coltivazioni minerarie, apportando un contributo alla conoscenza dei sistemi estrattivi e di organizzazione del lavoro minerario, anche con pubblicazioni di carattere didattico per le scuole (90).

Dal punto di vista scientifico sono stati intrapresi studi finalizzati al rilevamento archeologico delle attività minerarie lombarde nel periodo medievale e rinascimentale (91), studi di carattere archivistico e documentario (92), e infine anche una articolata indagine nell'area di Bienno in Val Camonica dove è stata intrapresa una ricerca riguardante una miniera risalente all'Età del Ferro, al cui interno è stato effettuato anche uno scavo archeologico ed un inquadramento territoriale (93).

La valorizzazione del patrimonio minerario: i Parchi

Il paesaggio, visto come oggetto della interazione tra uomo e natura, si presenta in ogni luogo come un libro aperto le cui emergenze sono le parole che raccontano la storia passata e quella presente. In modo particolare i territori minerari hanno una particolare e caratteristica commistione degli aspetti naturalistici e delle aree antropizzate.

In maniera sempre più insistente, la lettura del territorio dal punto di vista storico ha reso necessaria la creazione di strumenti di valorizzazione e di comprensione di quanto ci circonda.

A maggior ragione un paesaggio minerario, che nasconde un patrimonio di cultura, di memoria e di attività, va considerato non soltanto attraverso le tracce lasciate in superficie, ma anche attraverso il suo sottosuolo: un sottosuolo quasi totalmente artificiale dove l'uomo è riuscito a creare strutture architettoniche negative di ogni genere e tipologia.

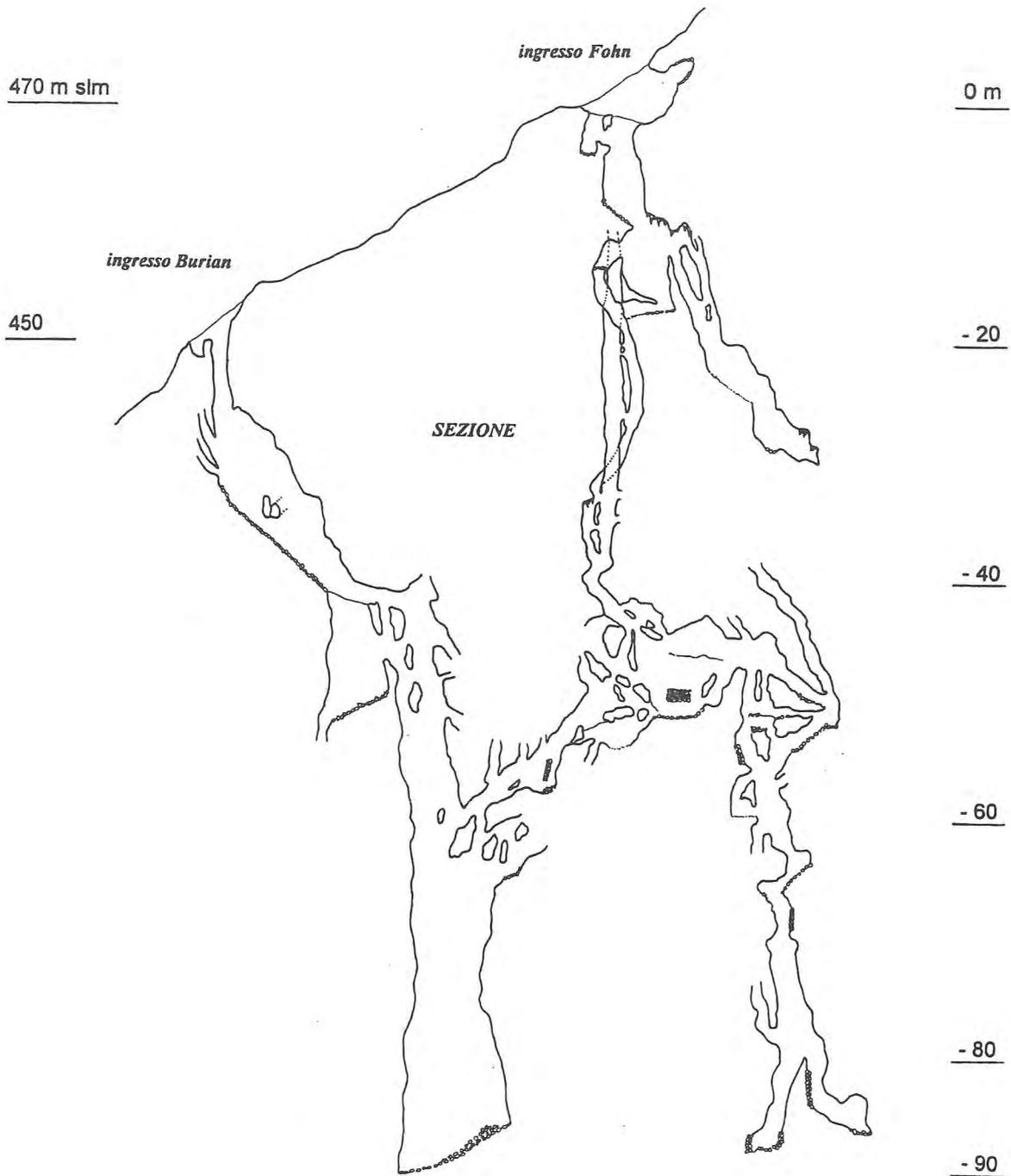
Lo studio delle attività estrattive, e di tutto ciò che è con loro connesso, è il miglior presupposto per gettare le basi necessarie alla progettazione di sistemi museali territoriali che favoriscano la conoscenza, l'informazione e l'apprendimento. Da tempo conosciute e realizzate in Europa (94), a partire dagli anni '90 hanno cominciato anche in Italia a fare la loro apparizione



COMPLESSO BURIAN-FOHN (L2-L4)

SAN VINCENZO

scala 1:375 - bozza ridotta da 1:200



Rilievo topografico: GRUPPO SPELEOLOGICO ARCHEOLOGICO LIVORNESE

Figura n° 13. Complesso di Burian - Fohn (in corso di esplorazione). Bozza della sezione.



le prime strutture museali finalizzate alla messa in visita del sottosuolo minerario: Il Museo delle Miniere di Vipiteno (Bolzano), Scopriminiera - la Miniera di Talco in Val Chisone-Germanasca (Torino), la Miniera di Schilpario (Clusone, Bergamo), il Parco archeominerario di San Silvestro (Campiglia Marittima, Livorno). La caratteristica che accomuna tutti questi parchi/museo è l'offerta della percorribilità di parti di sottosuolo minerario: alcuni per qualche centinaio di metri e solamente a piedi, ed altri per qualche migliaio con l'ausilio di un trenino. In questi luoghi è possibile accedere in gallerie e cantieri di coltivazione di minerali di rame, piombo, argento, ferro e talco di diversi periodi storici dove i visitatori sono totalmente immersi nell'ambiente minerario. Il parco che si trova nei pressi di Campiglia Marittima in Val di Cornia (LI) (il Parco archeominerario di San Silvestro), inaugurato nel 1996, è il risultato di una forte volontà politica ed amministrativa locale che ha collaborato con l'Università degli Studi di Siena. I risultati scientifici raggiunti dal progetto di ricerca sul territorio minerario sono stati una delle basi conoscitive più importanti per la realizzazione dei percorsi museali ed in generale della definizione dei contenuti culturali del parco. Il Parco ha una estensione di circa 500 ettari e comprende l'area più attivamente sfruttata dal punto di vista minerario nel corso dei secoli. Il territorio si presenta come uno straordinario archivio all'aperto: i centri di interesse che già in parte costituiscono e che in futuro andranno a costituire i nodi del sistema di visita sono i seguenti (95):

- le aree archeologiche legate alla dinamica insediativa (insediamenti etruschi, castelli medievali, residenze del XVI secolo);
- le aree minerarie di età preindustriale (miniere etrusche, medievali e del XVI secolo);
- le aree di trasformazione metallurgica (cumuli di scorie di lavorazione etrusche, medievali e del XVI secolo);
- le aree di cava di calcare e roccia porfirica (cave etrusche, medievali, del XVI, del XIX e dei primi anni del XX secolo e cave ancora in attività);
- le aree di archeologia industriale (sistema di estrazione, di trasporto del minerale, di trasformazione metallurgica del XIX ed inizi del XX secolo);
- le aree di interesse giacimentologico - minerario e mineralogico.

Dato che la Val di Cornia era stata inserita nelle aree dell'Obiettivo 2 dell'Unione Europea è stato possibile usufruire di finanziamenti del FESR (ex reg. CEE n°328 del 1988 RESIDER) e del Patto territoriale della Val di Cornia, che hanno permesso di investire ingenti ca-

pitali (96) nella realizzazione di strutture museali, servizi culturali e di accoglienza turistica. Sono stati ristrutturati alcuni opifici minerari ed officine del XIX e dei primi anni del XX per ospitare tre percorsi museali: uno archeologico, uno mineralogico ed uno minerario, gli uffici amministrativi ed un centro di ristoro. Un percorso attrezzato nella Miniera del Temperino di 360 m, che attraversa gallerie e cantieri ottocenteschi, pozzi e vuoti di coltivazione etruschi, gallerie di carreggio degli anni '60, consente un approfondimento delle tecniche di coltivazione ed introduce il visitatore nel sottosuolo minerario.

Cinque percorsi trekking attrezzati, che si sviluppano per tutta l'area del parco, rendono accessibili la maggior parte delle emergenze mineralogiche e minerarie di ogni periodo storico. Infine è stato realizzato un percorso didattico nel castello minerario di Rocca San Silvestro che illustra la vita nel borgo medievale, l'area signorile e le attività di trasformazione metallurgica del rame e del piombo argentifero (97). Sono in corso di realizzazione un Centro di Documentazione (archivio, biblioteca, cataloghi informatizzati, aule didattiche e laboratori) nella cinquecentesca Villa Lanzi e un ostello da 60 posti nel Palazzo Gowet, del 1901, sede amministrativa della società mineraria inglese Etruscan Mines. Il Parco archeominerario di San Silvestro è attualmente parte del Sistema dei Parchi della Val di Cornia (in tutto sei). La gestione degli investimenti e la gestione vera e propria di tutti i parchi è stata affidata ad una società creata *ad hoc* dalle Amministrazioni Comunali del comprensorio: la Parchi Val di Cornia S.p.A. Questa forma gestionale innovativa ha permesso di sfruttare al massimo le opportunità offerte dalla valorizzazione dei beni culturali incentivando la possibilità di integrazione della risorsa 'cultura' con risorse economicamente vantaggiose come, ad esempio, quelle del turismo.

La realizzazione dei parchi ha permesso la creazione di nuovi posti di lavoro, l'individuazione di nuove figure professionali e contemporaneamente ha agito in senso positivo per la conservazione, l'accessibilità e, in modo particolare, l'incentivazione, per i visitatori, alla conoscenza dei beni culturali stessi (98). Quindi anche la ricerca sulle attività minerarie dei Monti di Campiglia ha concorso alla realizzazione di una nuova strategia di gestione delle risorse ambientali: ricerca scientifica, tutela e logica imprenditoriale. Proprio per favorire la valorizzazione del patrimonio minerario e metallurgico è nato nel 1999 un progetto finanziato dall'Unione Europea: MINET - European Mining Heritage Network. Questo programma è stato condotto dal Trevithick Trust (Cornovaglia - Inghilterra),



e amministrato dall'ECTARC (Centro Europeo per la Cultura Tradizionale e Regionale – Galles – Inghilterra). MINET è costituito da numerosi partners europei (Inghilterra, Irlanda, Francia, Italia, Spagna) ed il suo obiettivo è quello di costituire e gestire una rete permanente di centri di interesse minerario e metallurgico, di favorire, attraverso la realizzazione di progetti comuni, la rivitalizzazione culturale ed economica delle aree minerarie abbandonate e di condividere le esperienze e le risorse disponibili con altri membri della rete (99).

Riuscire a far convergere tutte le risorse umane e finanziarie in programmi di cooperazione internazionale può voler significare un'ottimizzazione delle energie e una possibilità in più di ottenere dei risultati. Crediamo fermamente che soltanto attraverso la condivisione, il confronto e lo scambio di esperienze è, infatti, possibile affrontare in maniera propositiva le problematiche di ricerca e di valorizzazione legate alle attività minerarie.

Note

1. FRANCOVICH 1991. FRANCOVICH, WICKHAM 1994.
2. Per gli aspetti metodologici finalizzati allo studio delle attività minerarie dal punto di vista archeologico vedi anche utilmente BAILLY-MAITRE 1990; 1993; 1995.
3. ZIFFERERO 1991.
4. FARINELLI, FRANCOVICH 1994, pp. 453-463. FARINELLI, FRANCOVICH 1999. DALLAI FARINELLI 1998, p. 66-68. Vedere anche FRANCOVICH 1993.
5. BIRINGUCCIO 1540, libro primo.
6. BAILLY-MAITRE 1993, pp. 359 e 360 fig. 3.
7. BAILLY-MAITRE 1993, pp. 362 e p. 363 fig. 7. BUZIO, CASINI, PADOVAN in questo volume.
8. HAELY 1993, p. 92.
9. CUCINI TIZZONI, TIZZONI 1999, pp. 31-32.
10. BAILLY-MAITRE, BRUNO DUPRAZ 1994, p. 71.
11. per la 'VIII Sfera' TIZZONI 1993a, p. 233. Per Massa Marittima vedere BADIO 1931.
12. BIRINGUCCIO 1540. AGRICOLA 1550.
13. CASI 1996.
14. PIERRE 1993, pp. 414-416.
15. DOMERGUE 1990, p. 433-439.
16. BAILLY-MAITRE 1993, p. 364 fig.8. PIERRE 1993, p. 415 figg. 1 e 2. TASSER, SCANTAMBURLO 1991, pp. 36.
17. CUCINI TIZZONI, TIZZONI 1999, p.33-37.
18. DOMERGUE 1990, pl. XVI a.
19. CASINI 1993, p. 310.
20. TIZZONI 1993a, p. 414, fig. 18.
21. BAILLY-MAITRE, BRUNO DUPRAZ 1994, p.66 fig. 38.
22. DOMERGUE 1990, pl. XV b. CIMA 1991, p.77, fig. 6.7. DOMERGUE 1993, p. 337 fig.2.
23. DI LERNIA, GALIBERTI 1993, pp. 41-45.
24. DOMERGUE 1990, pl. XIV a, pl. XV a. CAMPANA, MAGGI, GALE, HOUGHTON 1996, p.19, fig. 2. GIARDINO 1998, p. 45 fig. 2. DEL LUCCHESI, MAGGI 1998, pp. 138-139.
25. AGRICOLA 1550 p. 80. DOMERGUE 1990, pl. XIII a. BAILLY-MAITRE 1993, p. 367 fig. 11. BAILLY-MAITRE, BRUNO DUPRAZ 1994, pp. 62-65.
26. BAILLY-MAITRE, BRUNO DUPRAZ 1994, p. 67.
27. PIERRE 1993, p. 415.
28. GERBELLA 1947, pp. 385-455.
29. PIERRE 1993, pp. 418-420.
30. PIERRE 1993, p. 418.
31. GERBELLA 1947, p. 346.
32. BAILLY-MAITRE 1993 p. 440. BAILLY-MAITRE, BRUNO DUPRAZ 1994, pp. 72-73.
33. CIMA 1991, p.73 fig.6.3.
34. DOMERGUE 1990, pl. XX a.
35. VATTI 1983, p. 93.
36. 53. BUZIO, CASINI, PADOVAN, in questo volume.
37. BAILLY-MAITRE 1993, p. 442 fig.14. BAILLY-MAITRE, BRUNO DUPRAZ 1994, p.72 fig. 46.
38. FLUCK, BENOIT 1993, pp.387-389.
39. BIRINGUCCIO 1540, libro primo.
40. AGRICOLA 1550 pp.111-116 e p. 126.
41. FLUCK, BENOIT 1993, p. 380 fig. 2.
42. CUCINI TIZZONI, TIZZONI 1999, pp. 30-31.
43. 'in istius generis machinis magna varietas existis' AGRICOLA 1550, p. 117. Per le tipologie vedere AGRICOLA 1550, pp. 118-120.
44. DI LERNIA, GALIBERTI 1993, pp. 38-40 e fig. 18.
45. MINTO 1954, p.304 fig. 9.
46. AGRICOLA 1550, p.171.
47. TIZZONI 1993a, p.239.
48. BADIO 1931.
49. BAILLY-MAITRE BRUNO DUPRAZ 1994, p.71. CUCINI TIZZONI, TIZZONI 1999, p.31
50. CASONE, CASINI 1997.
51. CIMA 1991, p.86. AGRICOLA 1550, p.74.
52. BAILLY-MAITRE, BRUNO DUPRAZ 1994, pp. 73-74.
53. CUCINI TIZZONI, TIZZONI 1999, pp. 33-37.
54. DOMERGUE 1993, p.344 fig. 8. CIMA 1991, p. 76 fig. 6.6. HAELY 1993.
55. DOMERGUE 1989.
56. DOMERGUE 1993, pp. 342-343 figg. 6-7. HAELY 1993, p.110.
57. SANCHEZ PALENCIA 1989, p.35.
58. SANCHEZ PALENCIA 1989. DOMERGUE 1993, p.349 fig.13.
59. CUCINI TIZZONI, TIZZONI 1999, p.33-35.
60. CAROBBI, RODOLICO 1976. TANELLI 1992; 1993a; 1993b.
61. BARBERI, INNOCENTI MAZZUOLI, 1967.
62. FEDELI 1995; 1997.
63. FEDELI 1994-1995.
64. CASINI 1993, San Silvestro 1997, pp.16-25.
65. ROMUALDI, SETTESOLDI, PACCIANI 1994-1995.
66. FRANCOVICH, WICKHAM 1994.
67. La documentazione è conservata presso l'Archivio Storico di Firenze (Mediceo e Miniere), ed è in corso di studio ad opera di Roberto Farinelli.
68. CASONE 1991; 1993; 1994; 1997.
69. TIZZONI 1993a. GIARDINO 1998. CIMA 1991.
70. BAILLY-MAITRE, BRUNO DUPRAZ 1994. ANCEL 1994.
71. CASONE, CASINI 1997.
72. Sono state documentate analoghe strutture in una coltivazione mineraria in Svizzera; vedere utilmente MORIN 1999, pp.72-74.
73. CASONE, CASINI 1997; 1998.
74. CASINI, FRANCOVICH 1992.
75. PIERRE, 1993, p. 415 fig. 1.
76. CASONE, CASINI 1999.
77. CASONE, CASINI 1999.
78. CASONE, CASINI 1999.
79. CASONE, CASINI 1997.
80. CASONE 1998.
82. CAMBI, TERRENATO 1994, pp.106-107.
83. Per il Carbonio 14 vedi TIZZONI 1993a. CUCINI TIZZONI, CUCINI 1999. Per la dendrocronologia vedi BAILLY MAITRE, BRUNO DUPRAZ 1994.
84. ANCEL 1994. BAILLY MAITRE, BRUNO DUPRAZ 1994. CASINI, FRANCOVICH 1992. CUCINI TIZZONI, TIZZONI 1999.



85. FRANCOVICH 1991. FRANCOVICH, WICKHAM 1994.
86. BOSCARDIN, DE MICHELE, SCAINI 1978.
87. SPELEO CLUB "I PROTEI" 1979.
88. PADOVAN, PANDULLO 1987-1988.
89. BANTI, TONALI 1993.
90. GUERRA, TIZZONI, ZARO 1994.
91. TIZZONI 1990; 1993a; 1993b.
92. TIZZONI 1995.
93. CUCINI TIZZONI, TIZZONI 1999.
94. PREITE 1990.
95. FRANCOVICH, BUCHANAN 1994.
96. ZUCCONI 1999, p.128.
97. San Silvestro 1997.
98. ZUCCONI 1999.
99. MINET 1999.

Bibliografia

AGRICOLA 1550 =
G. Agricola, *De Re Metallica Libri XII*, Basilea 1550, Ristampa Anastatica, Milano 1977.

ANCEL 1994 =
B. Ancel, *Les Mines d'argent des Gorges du Fournel*, Briançon 1994.

BARBERI, INNOCENTI, MAZZUOLI 1967 =
F. Barberi, F. Innocenti, R. Mazzuoli, *Contributo alla conoscenza chimico-petrografica e magmatologica delle rocce intrusive, vulcaniche e filoniane del Campigliese (Toscana)*, Memorie Società Geologica Italiana 6 (4), 1967, pp. 643 - 681.

BADII 1931 =
G. Badii, *Le antiche miniere del Massetano (Massa Metallorum)*, Studi Etruschi V, Firenze 1931, pp. 455 - 473.

BAILLY-MAITRE 1990 =
M.C. Bailly-Maitre, *Les techniques extractives au Moyen-Age et au début des temps modernes*, in *La vida medieval a les dues vessantes del Pirineu*, Actes del 1r i 2r curs d'Arqueologia d'Andorra, Andorra 1988 e 1989, Andorra 1990, pp. 99 - 120.

BAILLY-MAITRE 1993 =
M.C. Bailly Maitre, *Les mines médiévales et modernes. Aspect techniques*, in R. Francovich (a cura di), *Archeologia delle attività estrattive e metallurgiche*, V ciclo di lezioni sulla Ricerca Applicata in Archeologia, Firenze 1993, pp. 335 - 379.

BAILLY-MAITRE 1995 =
M.C. Bailly-Maitre, *Archeologie miniere: méthodes et résultats à partir de l'exemple du district minier de Saint-Laurent-le-Minier (Gard) (XIIè-XVè s.)*, in *La vida medieval als dos vessantes del Pirineu*, Actes del 3r curs d'arqueologia d'Andorra, Andorra 1991, Andorra 1995, pp. 231- 245.

BAILLY-MAITRE, BRUNO DUPRAZ 1994 =
M.C. Bailly-Maitre, J. Bruno Dupraz, *Brandes en Oisan. La mine d'argent des Dauphins (XII-XIV s.)*, Isère, Lyon 1994.

BANTI, TONALI 1993 =
R. Banti, F. Tonali, *Antro delle Gallerie : nuove ricerche (2001 Odissea nello spazio)*, in *Atti del XVI Congresso Nazionale di Speleologia*, Le Grotte d'Italia 4° serie XV, 1990-1991, Udine 1993, pp.16 - 172.

BIRINGUCCIO 1540 =
V. Biringuccio, *De la Pirotechnia Libri X*, Venezia 1540, Ristampa Anastatica, Milano 1977.

BOSCARDIN, DE MICHELE, SCAINI 1978 =
M. Boscardin, V. De Michele, G. Scaini, *Itinerari mineralogici della Lombardia*, Como 1978.

BUZIO, CASINI, PADOVAN (in questo volume)
A. Buzio, A. Casini, G. Padovan, *Attività estrattive nelle Grigne. Alcune note riguardo la Grotta del Pallone e la Grotta Ferrera*.

CAMBI, TERRENATO 1994
F. Cambi, N. Terrenato, *Introduzione all' archeologia dei paesaggi*, Roma 1994.

CAMPANA, MAGGI, GALE, HOUGHTON 1996 =
N. Campana, R. Maggi, Z.S. Gale, J. Houghton, *Miniere e metallurgia in Liguria fra IV millennio e IV secolo a.C.*, in F. Piola Caselli, P. Piana Agostinetti (a cura di), *La Miniera l'Uomo e l'Ambiente. Fonti e metodi a confronto per la storia delle attività minerarie e metallurgiche in Italia*, Convegno di Studi, Cassino 1994, Firenze 1996, pp. 15 - 52.

CAROBBI, RODOLICO 1976 =
G. Carobbi, F. Rodolico, *I minerali della Toscana*, Firenze 1976.

CASCONE 1991 =
G. Cascone, *Esplorando nella macchia mediterranea*, Rivista Federazione Speleologica Toscana 4, Firenze 1991, pp. 27 - 31.

CASCONE 1993 =
G. Cascone, *La zona speleologica del massiccio del Monte Calvi (Livorno). Primo contributo alla sua conoscenza*, in R. Mazzanti (a cura di), *La scienza della terra nell'area della Provincia di Livorno a sud del fiume Cecina*, Supplemento n.2 ai Quaderni del Museo di Storia Naturale di Livorno, 13, Livorno 1993, pp. 183 - 212.

CASCONE 1994 =
G. Cascone, *Ricerche speleologiche nei Monti di Campiglia M.ma (Livorno): peculiarità e problematiche di quest'area carsica*, in *Atti 6° Congresso Federazione Speleologica Toscana*, Stazzema (LU) Lucca 1994, pp. 97 - 137.

CASCONE 1997 =
G. Cascone, *La Buca del Biserno*, Rivista Federazione Speleologica Toscana 15, Pisa 1997, pp. 29 - 33.

CASCONE 1998 =
G. Cascone, *Il carsismo nell'area sudorientale della Provincia di Livorno*, Relazione inedita per Borsa di Studio 1997-1998 della Parchi Val di Cornia S.p.A. - Coordinatori A. Casini e M. Mellini.

CASCONE, CASINI 1997 =
G. Cascone, A. Casini, *Le miniere antiche dei M.ti di Campiglia M.ma (Campiglia M.ma, LI)*, in *Atti del IV Convegno Nazionale sulle Cavità Artificiali*, Osoppo (UD), Trieste 1997, pp. 29 - 50.

CASCONE, CASINI 1998 =
G. Cascone, A. Casini, *Pre-industrial Mining Techniques in the Mountains of Campiglia M.ma (LI)*, in S. Milliken, M. Vidale, *Craft Specialization: Operational Sequences and Beyond, Papers from Third Annual Meeting European Association of Archeologists*, Ravenna, Vol. IV, BAR International Series 720, 1998, pp. 149- 151.

CASCONE CASINI 1999 =
G. Cascone, A. Casini, *Alla scoperta del sottosuolo dei Monti di Campiglia Marittima (LI)*, Rivista Federazione Speleologica Toscana 19, Pisa 1999, inserto pp. I - XX.



CASI 1996 =

F. Casi (a cura di), *Antica strumentaria in Miniera. I rilievi topografici nel sottosuolo*, Pesaro 1996.

CASINI 1993 =

A. Casini, *Archeologia di un territorio minerario: i Monti di Campiglia*, in R. Mazzanti (a cura di), *La scienza della terra nell'area della Provincia di Livorno a sud del fiume Cecina*, Supplemento n.2 ai Quaderni del Museo di Storia Naturale di Livorno, 13, Livorno 1993, pp. 303 - 314.

CASINI, FRANCOVICH 1992 =

A. Casini, R. Francovich, *Problemi di archeologia mineraria nella Toscana medievale: il caso di Rocca San Silvestro (LI)*, in *Les Techniques Minières de l'Antiquité au XVIII Siècle*, Editions du CTHS, Paris 1992, pp. 249 - 265.

CIMA 1991 =

M. Cima, *Archeologia del Ferro*, Torino 1991.

CUCINI TIZZONI, TIZZONI 1999 =

C. Cucini Tizzoni, M. Tizzoni (a cura di), *La Miniera Perduta. Cinque anni di ricerche metallurgiche nel territorio di Bienno*, Bienno (Bs) 1999.

DALLAI, FARINELLI 1998

L. Dallai, R. Farinelli, *Castel di Pietra e l'alta Valle del Bruna. Indagini storiche e topografiche per la redazione di una carta archeologica*, *Archeologia Medievale XXV*, Firenze 1998, pp. 49-74.

DEL LUCCHESI, MAGGI 1998 =

A. Del Lucchese, R. Maggi (a cura di), *Dal Diaspro al Bronzo - L'Età del Rame e l'Età del Bronzo in Liguria*, La Spezia 1998.

DI LERNIA, GALIBERTI 1993 =

S. Di Lernia, A. Galiberti, *Archeologia mineraria della selce nella preistoria. Definizioni, potenzialità e prospettive della ricerca*, Firenze 1993.

DOMERGUE 1989 =

C. Domergue, *Les techniques minières antiques et le De Re Metallica d'Agricola*, C. Domergue (a cura di), *Mineria y metallurgia en las antiguas civilizaciones mediterraneas y europeas*, Coloquio Internacional Asociado 1985, Madrid 1989, pp. 76-95.

DOMERGUE 1990 =

C. Domergue, *Les mines de la Péninsule Ibérique dans l'antiquité romaine*, Rome 1990.

DOMERGUE 1993 =

C. Domergue, *Regard sur les techniques minières à l'époque romaine*, in R. Francovich (a cura di), *Archeologia delle attività estrattive e metallurgiche*, V ciclo di lezioni sulla Ricerca Applicata in Archeologia, Firenze 1993, pp. 329-353.

FARINELLI, FRANCOVICH 1994 =

R. Farinelli, R. Francovich, *Potere ed attività minerarie nella Toscana altomedievale*, in R. Francovich, G. Noyé, *La Storia dell'Alto Medioevo italiano (VI-X secolo) alla luce dell'archeologia*, Convegno Internazionale, Siena, 2-6 dicembre 1992, Firenze 1994, pp. 443-465.

FARINELLI, FRANCOVICH 1999 =

R. Farinelli, R. Francovich, *Paesaggi minerari della Toscana Medievale: castelli e metalli*, *Castrum 5*, Roma 1999, pp. 467 - 488.

FEDELI 1994-1995 =

F. Fedeli, *Ricerche pre-protostoriche nel territorio di San Carlo (San Vincenzo-LI). I materiali del Vallin del Mandorlo*, *Rassegna di Archeologia 12*, Firenze 1994-1995, pp. 149 - 234.

FEDELI 1995 =

F. Fedeli, *Scavo di un insediamento eneolitico nel Distretto Minerario del Campigliese (LI)*, in N. Negroni Catacchio (a cura di), *Preistoria e Protostoria in Etruria. Tipologia delle necropoli e rituali di deposizione. Ricerche e scavi*, Atti del Secondo Incontro di Studi, Milano 1995, pp. 73 - 80.

FEDELI 1997 =

F. Fedeli, A. 23 Vallin del Mandorlo, in A. Zanini (a cura di), *Dal Bronzo al Ferro. Il II millennio a.C. nella Toscana centro-occidentale*, Pisa 1997, pp. 116 - 177.

FLUCK, BENOIT 1993 =

P. Fluck, P. Benoit, *Les techniques minières à l'époque moderne (De la Renaissance au XVIIIè siècle). Approche par l'archéologie*, in R. Francovich (a cura di), *Archeologia delle attività estrattive e metallurgiche*, V ciclo di lezioni sulla Ricerca Applicata in Archeologia, Firenze 1993, pp. 38 - 411.

FRANCOVICH 1991 =

R. Francovich, *Rocca San Silvestro*, Roma 1991.

FRANCOVICH 1993 =

R. Francovich, *L'industria estrattiva dall'antichità ad oggi*, in F. Giusti (a cura di), *La storia naturale della Toscana meridionale*, Milano 1993, pp. 559 - 568.

FRANCOVICH, BUCHANAN 1994 =

R. Francovich, J. Buchanan, *Il progetto del parco archeominerario di Rocca San Silvestro (Campiglia Marittima)*, in B. Amendolea (a cura di), *I siti archeologici un problema di musealizzazione all'aperto*, Secondo Seminario di Studi, Roma 1994, pp. 176 - 195.

FRANCOVICH, WICKHAM 1994 =

R. Francovich, C. Wickham, *Uno scavo archeologico ed il problema dello sviluppo della signoria territoriale: Rocca San Silvestro e i rapporti di produzione minerari*, *Archeologia Medievale XXI*, Firenze 1994, pp. 7 - 30.

GERBELLA 1947 =

L. Gerbella, *Arte Mineraria*, Volume Primo, Milano 1947.

GIARDINO 1998 =

C. Giardino, *I metalli nel mondo antico. Introduzione all'archeometallurgia*, Roma-Bari 1998.

GUERRA, TIZZONI, ZARO 1994 =

R. Guerra, M. Tizzoni, G. Zaro, *Miniere e lattine. Realtà di una storia mineraria lombarda*, Milano 1994.

HEALY 1993 =

J. F. Healy, *Miniere e metallurgia nel mondo greco e romano*, Roma 1993 (trad. italiana di J.F. Healy, *Mining and Metallurgy in the Greek and Roman World*, London 1978).

MINET 1999 =

Minet, *Mine Heritage and Tourism a 'Hidden Resources'*, Conference November 3-6th 1999, Nenagh Ireland.

MINTO 1954 =

A. Minto, *L'antica industria mineraria in Etruria ed il porto di Populonia*, *Studi Etruschi XXIII*, Firenze 1954, pp. 291 - 319.



MORIN 1999 =

D. Morin, *Système d'extraction et boisage dans les mines de fer du Valle Morobbia (Carena - Suisse) XV-XIXe siècle*, Minaria Helvetica 19b, Basel 1999, pp. 63 - 84.

PADOVAN, PANDULLO 1987-1988 =

G. Padovan, P. Pandullo, *L'Antro delle Gallerie*, Archeologia Uomo Territorio 6-7, Milano 1987-1988, pp. 208 - 215.

PIERRE 1993 =

F. Pierre, *Etude de l'apparition de la poudre noire dans l'évolution des techniques minières de percement*, in R. Francovich, (a cura di), *Archeologia delle attività estrattive e metallurgiche*, V ciclo di lezioni sulla Ricerca Applicata in Archeologia, Firenze 1993, pp. 413 - 423.

PREITE 1990 =

M. Preite, *I Parchi/Museo minerari in Europa*, Dossier di Urbanistica e cultura del territorio, 12, Rimini 1990, pp. 19 - 23.

ROMUALDI, SETTESOLDI, PACCIANI 1994-1995 =

A. Romualdi, R. Settesoldi, E. Pacciani, *La necropoli orientalizzante del podere San Dazio nel distretto minerario di Populonia*, Rassegna di Archeologia 12, Firenze 1994 -1995, pp. 271 - 312.

San Silvestro 1997

San Silvestro, *Guida al Parco archeominerario*, Pisa 1997.

SANCHEZ PALENCIA 1989 =

F. J. Sanchez Palencia, *Explotacion del oro en la Hispania Romana: sus inicios y precedentes*, C. Domergue (a cura di), *Mineria y metallurgia en las antiguas civilizaciones mediterraneas y europeas*, Coloquio Internacional Asociado 1985, Madrid 1989, pp. 35 - 53.

SPELEO CLUB "I PROTEI" 1979 =

Speleo Club "I Protei", *Ricerche sugli aspetti del fenomeno carsico profondo nel Gruppo delle Grigne (Lombardia): VI - Il carsismo nelle zone marginali (Lecco, Ballabio, Abbadia Lariana, Mandello e Olcio)*, in *Atti del IX Convegno di Speleologia Lombarda*, Lecco 1979, pp. 29 - 40.

TANELLI 1992 =

G. Tanelli (a cura di), *Mineralizzazioni ed aree geotermiche della Toscana meridionale*, in *Convegno annuale SIMP-76° Riunione estiva Società Geologica Italiana*, Firenze 1992.

TANELLI 1993a =

G. Tanelli, *I minerali e la geologia del Campigliese. Un contri-*

buto alla cultura dell'ambiente ed alla gestione del territorio, in *Atti e Memorie dell'Accademia La Colombaria* 58, Firenze 1993, pp. 5 - 46.

TANELLI 1993b =

G. Tanelli, *I minerali e le miniere del Campigliese*, in R. Mazzanti (a cura di), *La scienza della terra nell'area della Provincia di Livorno a sud del fiume Cecina*, Supplemento n.2 ai Quaderni del Museo di Storia Naturale di Livorno, 13, Livorno 1993, pp. 165 - 182.

TASSER, SCANTAMBURLO 1991 =

R. Tasser, N. Scantamburlo, *Das Kupferbergwerk von Prettau*, Bozen 1991.

TIZZONI 1990 =

M. Tizzoni, *Mining and smelting in medieval Lombardy*, Papers of the Fourth Conference of Italian Archaeology, 4, London 1990, pp. 231 - 234.

TIZZONI 1993a =

M. Tizzoni, *Le attività minerarie, in Milano e la Lombardia in età comunale, secoli XI-XIII*, Milano, 1993, pp. 229 - 242.

TIZZONI 1993b =

M. Tizzoni, *A proposito della "vena del rame e dello argento" di Leonardo da Vinci*, Rassegna Vinciana, n. 25, 1993, pp. 311 - 329.

TIZZONI 1995 =

M. Tizzoni, *Il comprensorio minerario e metallurgico valsassinese*, Materiali. Monografie Periodiche dei Musei Civici di Lecco, anni IX-X, Lecco 1995.

VATTI 1983 =

G. Vatti, *Montieri. Notizie Storiche*, Firenze 1983.

ZIFFERERO 1991 =

A. Zifferero, *L'Etruria meridionale: per una lettura critica di alcuni dati archeologici e minerari*, Studi Etruschi LVII, Firenze 1991, pp. 201-241.

ZUCCONI 1999 =

M. Zucconi, *I Parchi della Val di Cornia: un progetto innovativo di valorizzazione dei beni culturali ed ambientali per la riconversione economica del territorio*, in A. Misiani (a cura di), *Nuove forme di autonomia gestionale per i beni ed i servizi culturali*, Quaderni di Federculture, 2, Roma 1999, pp. 123 - 128.



Maurizio Ravagnan *

Le miniere presso Berzo Demo, in Val Camonica (Brescia)

Sommario

Resoconto della ricerca e del rilievo di alcune antiche miniere in Valcamonica, nei pressi del paese di Berzo Demo. Alcune sono state utilizzate come ossario; la Luéra de l'Angel presenta fenomeni di termalismo.

Abstract

Report of research and relief of some ancient mines in Valcamonica, near the country named Berzo Demo. Some mines were used as ossaries. The Luéra de l'Angel presents thermal phenomena.

Introduzione

A partire dal 1987, sono state prese in considerazione alcune miniere abbandonate della Valcamonica, da cui venivano probabilmente estratti minerali di ferro e rame (1). Il lavoro è stato svolto da speleologi del Gruppo Grotte Milano (2). Si è trattato di localizzare le varie aree di coltivazione e stendere i rilievi dei cantieri sotterranei. Occorre sottolineare che non abbiamo rinvenuto documentazione a proposito di tali opere; per quanto riguarda la Miniera detta "Luéra de l'Angel" (o "Louera"), si tratta senza dubbio di una coltivazione effettuata senza l'ausilio della polvere da mina.

Inquadramento geologico

L'area in cui si aprono le miniere è quella che, dalla chiesetta ossario dedicata ai morti della peste del XVII secolo, scende verso la strada statale 42 per Edolo. In questo tratto le rocce alla sinistra idrografica del torrente sono prevalentemente costituite da scisti cristallini paleozoici, ovvero dai contrafforti del massiccio dell'Adamello. Si tratta ovviamente di rocce non carsificabili. Al contrario, più a sud, incontriamo i terreni sedimentari del triassico: contrafforti della Concarena preceduti da importanti banchi di arenarie ben visibili presso Capo di Ponte.

Le miniere di Berzo Demo, pur sviluppandosi negli

scisti, assumono spesso morfologie che ricordano le grotte naturali. In particolare, la "Luéra de l'Angel" sembra impostata su di una frattura successivamente ampliata artificialmente.

Non ci si può ancora pronunciare con esattezza sul tipo di minerale estratto, per quanto, almeno nella prima miniera considerata, vi sia la presenza di un minerale di alterazione, la crisocolla (silicato idrato di rame). Questo è un segnale che indica la presenza di giacimenti di rame.

La "Luéra de l'Angel"

La miniera denominata "Luéra de l'Angel" (tavola n° 1) si apre a circa duecento metri al di sopra della statale, quasi in corrispondenza del bivio che conduce allo stabilimento dell'Union Carbide (3).

Due distinti accessi si congiungono in un ambiente abbastanza vasto, il cui fondo è fortemente inclinato a causa dei detriti che sono scivolati all'interno. Lo sviluppo di circa 400 m è ad andamento labirintico. Si possono identificare tre rami principali che scendono ad incontrarsi nella sala terminale, parzialmente sommersa (foto n° 1). Dall'aspetto polilobato, tale sala è caratterizzata da vari piccoli cantieri di coltivazione ed un pilastro di risparmio. L'acqua è profonda circa quattro metri e sul fondo sono visibili numerose stalattiti cadute dalla volta. Non vi sono prosecuzioni sommerse. Le operazioni speleosubacquee sono state

* Gruppo Grotte Milano (G.G.M.) S.E.M. - C.A.I.

Tavole: Gruppo Grotte Milano (G.G.M.) S.E.M. - C.A.I.



Miniera presso Berzo Demo (BS)

Rilievo topografico - A. Pellegrini, M. Ravagnani,
A. Bertolini, G. Madonari,
GCM, SEM, CAI
Rilievo morfologico - A. Pellegrini
1989

legenda

- sezione
- masso
- cunicoli
- terza
- AA' cristallo concrezionale
- IV stalattiti
- AA stalagmiti
- 1982 concrezioni a cavolfiore
- lagno
- scivolo detritico
- salto
- muretto a secco



Tavola n° 1. La miniera denominata "Luera de l'Angel".

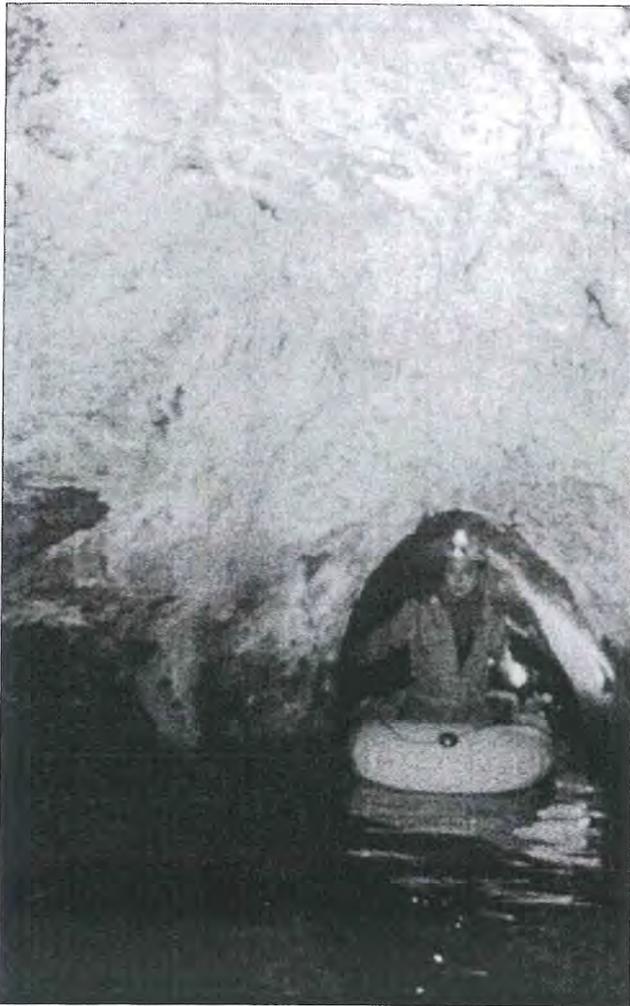


Foto n° 1. Il laghetto terminale ha una profondità massima di quattro metri; il fondo è cosparso da concrezioni spezzate, anche di discrete dimensioni.

condotte dallo speleosub Amedeo Gambini (foto n° 2). Nei piccoli ambienti e lungo le direttrici principali si notano due distinti tipi di ripiena, spesso in forma di muretti a secco. Un tipo mostra il materiale di scarto cementato dalle deposizioni calcaree, con stalagmiti alte fino a 20-25 cm, con un diametro di base compreso tra i 10 e i 20 cm. Sovente tali opere risultano parzialmente smantellate e, al di sotto della patina grigia che uniformemente le ricopre, mostrano chiarissime tracce di nerofumo e frammenti di carbone di legna. Gli altri si presentano sostanzialmente integri, in minor numero, con i blocchi di pietra bene ordinati in corsi abbastanza regolari; quasi non presentano deposizioni calcaree e non si notano patine di nerofumo (foto n° 3). Il fondo, soprattutto nei cunicoli e nei piccoli cantieri, è caratterizzato da uno spesso strato di

frammenti di concrezioni di crisocolla e di aragonite, misti a carboni di legna. Si potrebbe avanzare l'ipotesi che nella miniera siano presenti tre fasi di scavo, con metodi ed attrezzi differenti. Il primo, condotto anche con il metodo di abbattimento tramite riscaldamento della roccia, ha portato a formare il primo tipo di ripiena. Un lungo periodo di abbandono ha poi permesso la formazione di numerose concrezioni. Il secondo intervento ha causato la frammentazione di dette concrezioni, la parziale asportazione delle precedenti ripiene (4), ad un ampliamento di alcuni cantieri con la creazione di nuovi muretti a secco. L'ultimo intervento ha più l'aspetto di un 'saggio' ed è identificabile nei tratti iniziali dei primi ambienti prossimi all'ingresso piccolo. Si notano infatti i segni lasciati da perforatori moderni, che hanno messo a nudo un modesto filone di pegmatite.

Molti sono i cunicoli ancora da esplorare perché ostruiti anche da materiale di scarto. Indicata con la lettera 'G' nella planimetria (di cui è riportata anche la sezione) è ben visibile una galleria a traverso banco (foto n° 4).

E' da rilevare il comportamento termico della cavità: sul fondo abbiamo riscontrato temperature superiori all'ingresso, cosa non prevedibile in una cavità a "sacco freddo", con pendenza media di circa 30°. Si ipotizzano fenomeni di tipo termale.

La "Luéra di Morc"

Le gallerie si aprono a circa 200 metri di quota sopra la Luéra de l'Angel e sono facilmente raggiungibili perché situate alle spalle della chiesa ossario dedicata ai morti della peste del XVII secolo.

Il nome di questa cavità ricorda infatti che, durante la peste, esse furono utilizzate forse come lazzaretto. Successivamente servirono come ossario. Proprio per questo motivo è stata eretta la vicina chiesa.

Anche in questo caso lo sviluppo è labirintico (tavola n° 2), con due strette gallerie che s'inoltrano nel fianco roccioso da due accessi contigui. La prima, con un ripido percorso discendente, raggiunge un'ampia sala con vari massi di crollo; una diramazione esce a giorno in parete. Anche la seconda scende ad incontrare un ambiente ampio, con un modesto laghetto.

Cavità presso la "Luéra di Morc"

L'ultima miniera esplorata si apre poco più avanti nel bosco. Lungo il sentiero che dalla chiesa prosegue in

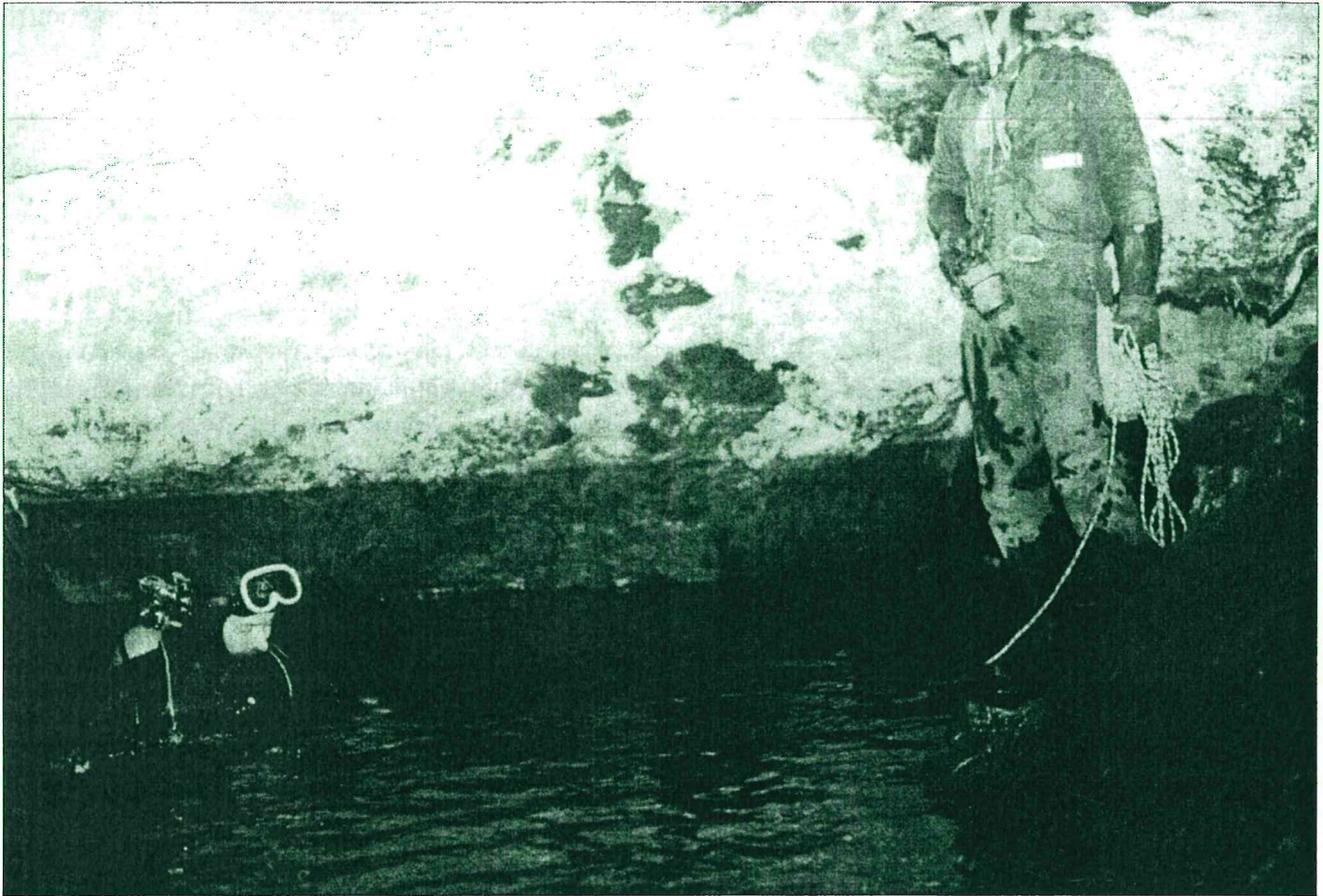


Foto n° 2. Immersione dello speleosub Amedeo Gambini, nel 1988.



Foto n° 3. Ripiena situata nella parte mediana della miniera.

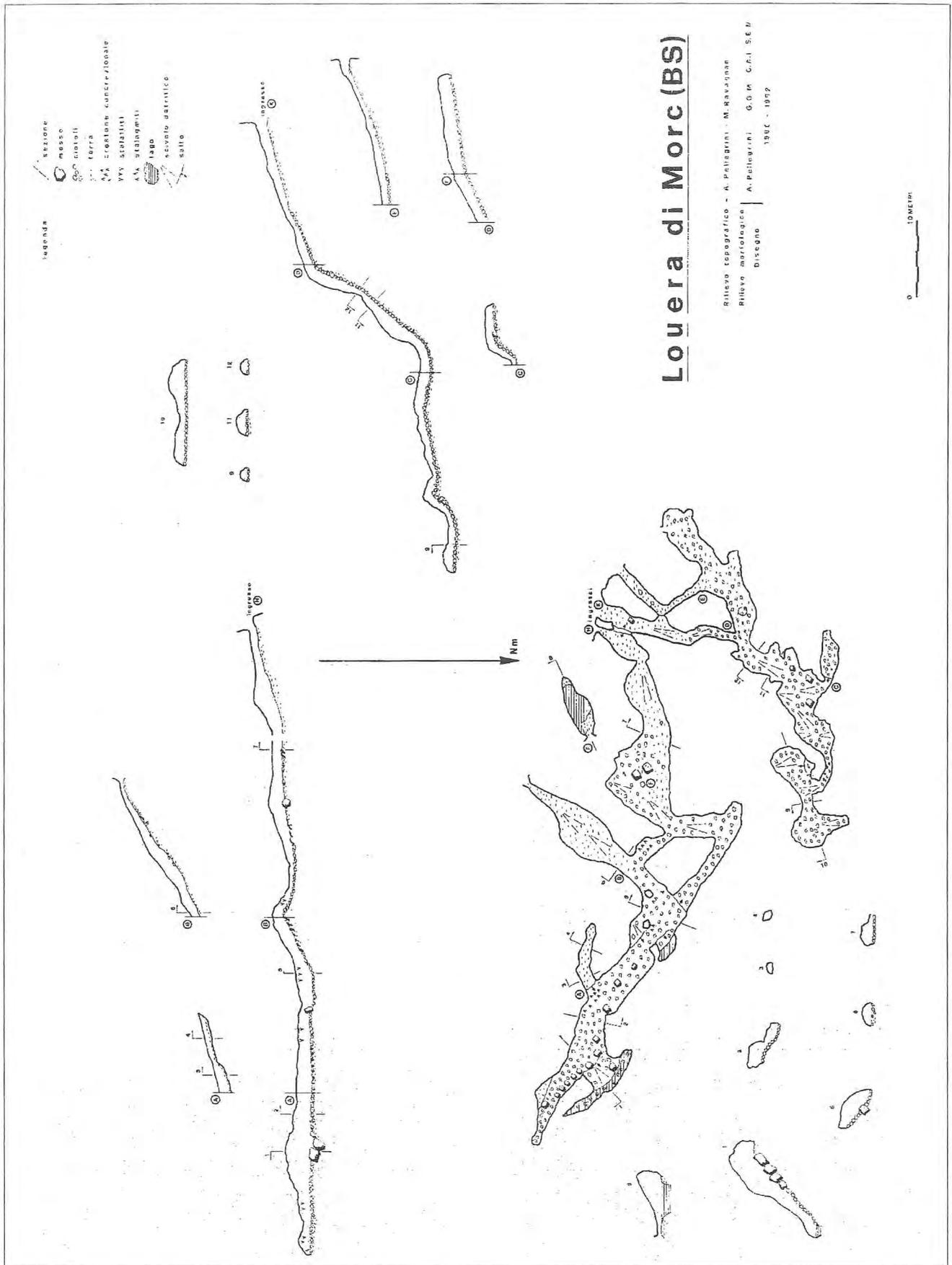


Tavola n° 2. Miniera denominata la "Luéra di Morc".

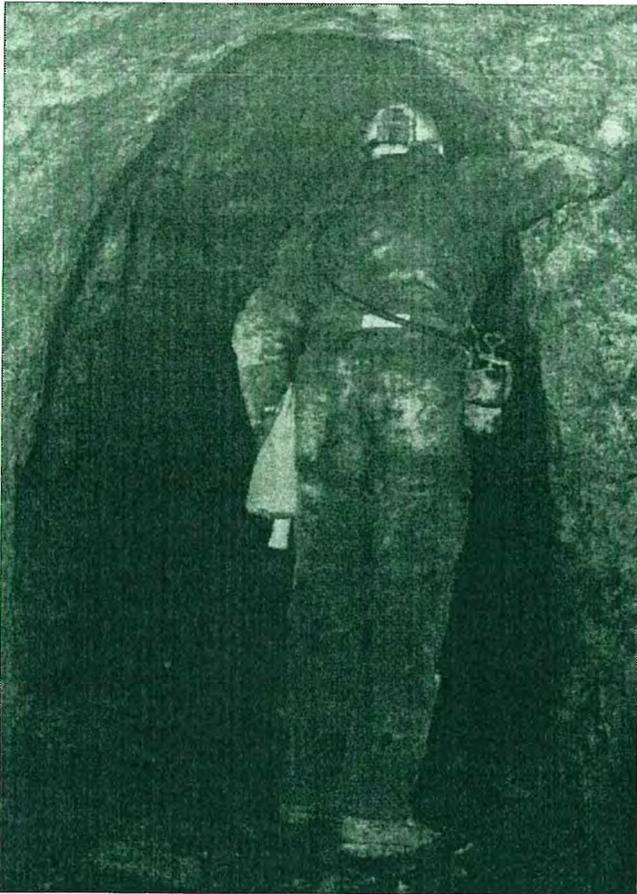


Foto n° 4. Galleria a traverso banco.

direzione nord, s'imbocca una traccia di sentiero che giunge alla base di una parete rocciosa, accanto a un modesto corso d'acqua.

Si accede alla cavità attraverso uno stretto passaggio, ingombro di massi di crollo. Internamente si apre in un unico salone, alto circa quindici metri, con un'apertura verso l'alto, che dà sulla valle sottostante. L'impressione che rimanda è quella di trovarsi in una vera e propria cavità carsica. In realtà si può notare come vi siano i tronconi a fondo cieco di almeno due cunicoli, tagliati senza dubbio da successivi lavori di cava o di coltivazione, e interessati anche da cedimenti strutturali dell'ambiente.

Note

1. I campioni di minerale e alcune concrezioni prelevati non sono mai stati analizzati.
2. Le operazioni presso la "Luéra de l'Angel" hanno visto la partecipazione di speleologi e speleosub dell'Associazione Speleologia Cavità Artificiali Milano (S.C.A.M.). Le foto a corredo del presente lavoro provengono dall'Archivio Fotografico dell'Associazione S.C.A.M. PADOVAN 1988.
3. POVINELLI 1991.
4. Tale fatto potrebbe essere indicativo di una superiore tecnologia nelle tecniche di separazione.

Bibliografia

PADOVAN 1988 =

G. Padovan, *Speleo archeologia in cavità artificiali*, in *Archeologia Uomo Territorio*, Rivista dei Gruppi Archeologici Nord Italia, n° 6-7, Milano 1988, pp. 243-244.

POVINELLI 1991 =

A. e G. Povinelli (a cura di), *La Luéra de l'Angel*, in *La Scommessa*, Notiziario della Biblioteca Civica di Berzo Demo, anno XIII, n° 2, Berzo Demo 1991, pp. 6-11.

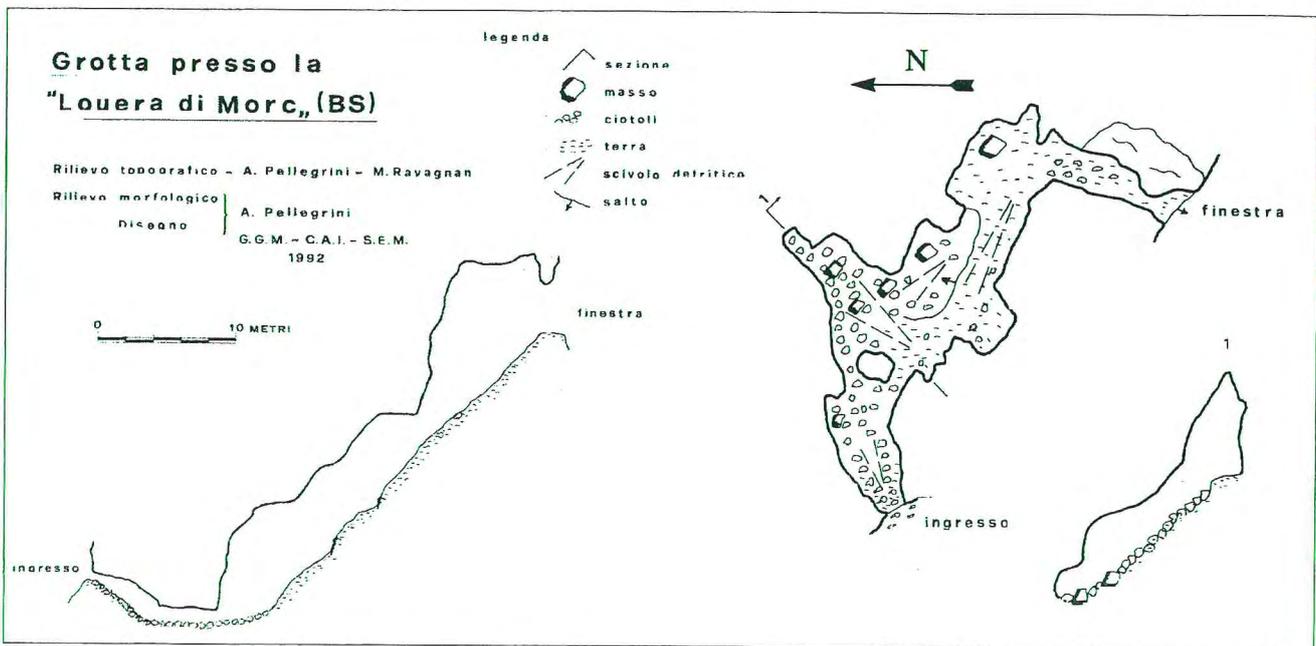


Tavola n° 3. Cavità presso la "Luéra di Morc".



Maurizio Ravagnan *

La miniera abbandonata “Ferromin” presso Malonno (Brescia), detta “della Petassa”

Sommario

Nel corso dei lavori speleologici condotti in Valcamonica da soci del Gruppo Grotte Milano, si sono prese in considerazione varie opere sotterranee, riconducibili in massima parte a miniere. Nei pressi dell'abitato di Malonno è stata rilevata una miniera, rimasta attiva fino alla metà del XX secolo.

Abstract

During the speleological works carried out in Valcamonica by the members of the “Group Grotte Milano”, various underground works- referable in the majority to mines- were considered. A mine was discovered near the built-up area of Malonno. It was inactive till the middle of the XX century.

Introduzione

Il settore della Valle Camonica che interessa Malonno è caratterizzato da un fondovalle a tratti relativamente ampio dopo la incassatura di Forno Allione. In questa zona i due lati della valle mostrano una certa asimmetria: il versante occidentale è più regolare ed è quasi interamente costituito da rocce metamorfiche, mentre quello orientale, più scosceso, è interessato dalle intrusioni del complesso dell'Adamello. Morfologicamente tutta questa area risente dei forti modellamenti glaciali e di consistenti depositi morenici. Le miniere si aprono negli scisti mineralizzati accreditati al basamento cristallino subalpino, in corrispondenza di due linee di sovrascorrimento di sedimenti permiano paleozoici. La miniera di ferro che si apre presso l'abitato di Malonno ha cessato definitivamente l'attività all'inizio degli anni Cinquanta, dopo essere stata riaperta saltuariamente nell'immediato dopoguerra. Durante l'ultimo conflitto è stata utilizzata come rifugio antibombardamento dagli scolari del paese.

Gli accessi

La miniera si estende con gallerie prevalentemente rettilinee che si sviluppano su almeno quattro livelli, raggiungendo i settecento metri di sviluppo ciascuna. Da queste si dipartono numerosi rami laterali con ambienti anche di grandi dimensioni.

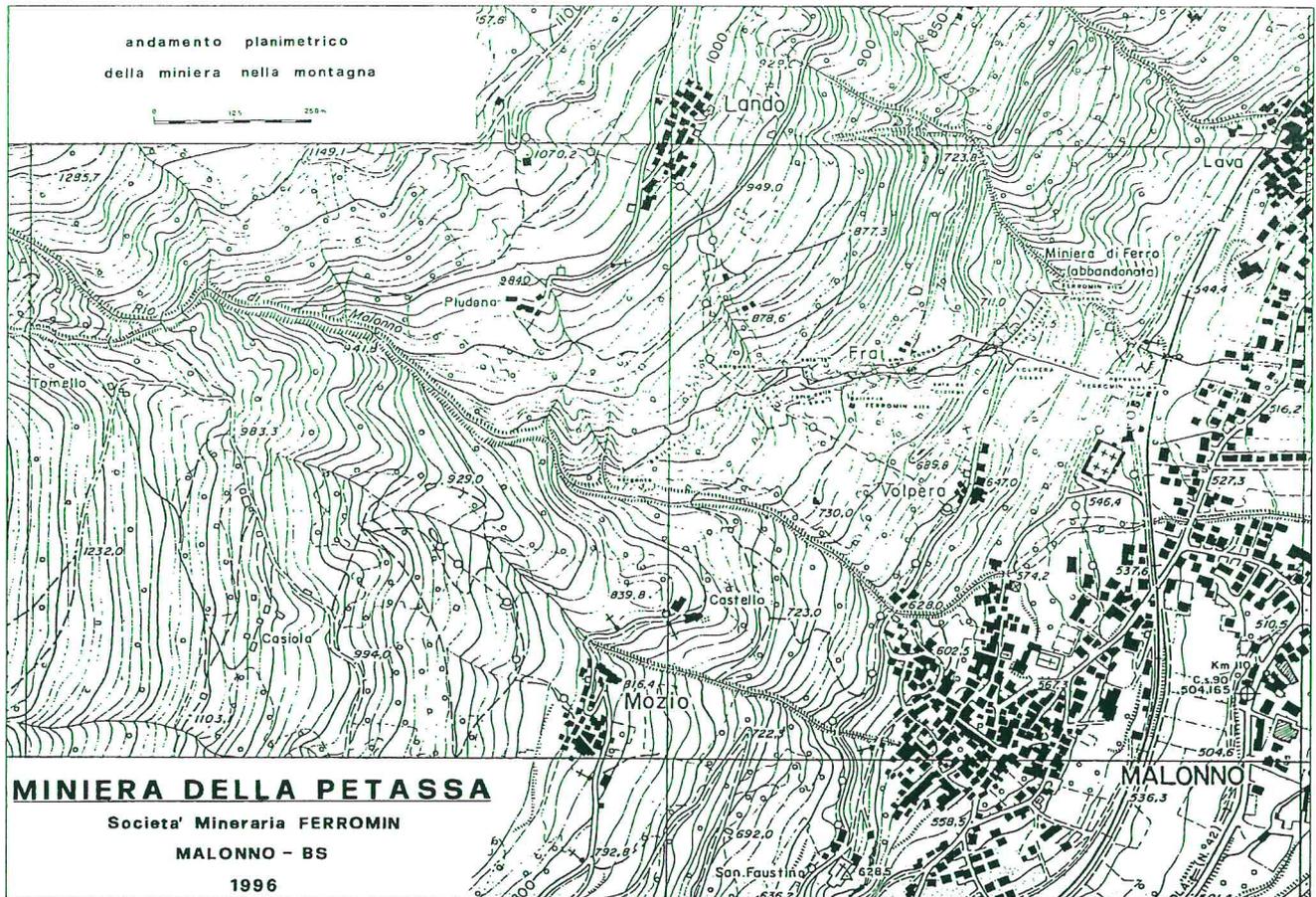
* Gruppo Grotte Milano S.E.M. - C.A.I.

Tavole: Gruppo Grotte Milano (G.G.M.) S.E.M. - C.A.I.

Le aperture che consentono di accedere all'interno del sistema sono tre, tutte attualmente chiuse con cancelli. La prima è posta a quota 650 m s.l.m. La seconda, nota con il nome di “Ferromina Alta”, si apre a quota 600 m s.l.m. Un muretto di stramazzo alto circa 60 cm è costruito presso l'apertura, andando così a creare il serbatoio dell'acquedotto del paese di Malonno. Poco distante dal cimitero, l'ultima è posta a 550 m di quota. Dall'accesso fluisce un ruscello della portata di circa cinque litri d'acqua al secondo: in tal modo sembra rappresentare il livello vadoso basso del sistema. Anche qui è presente una captazione dell'acquedotto. Un ulteriore ingresso, attualmente franato e ricoperto dall'erba, è stato segnalato a 720 m di quota.

Descrizione degli ambienti

Partendo dall'ingresso alto, detto “Volpera”, si segue una stretta galleria orizzontale che dopo pochi metri piega sulla destra in una galleria ampia e parzialmente ricoperta da deposizioni calcaree. Conduce in un ambiente utilizzato come deposito per gli esplosivi. Una frana chiude poi la prosecuzione e, data l'instabilità del materiale, non è stato possibile effettuare la risalita del camino. La mancanza di correnti d'aria, inoltre, non indica comunicazioni verso l'esterno. Dalla saletta si prosegue per alcuni metri su quello che è il primo livello, fino ad incontrare un pozzo che si apre al centro della galleria e impedisce di proseguire. Più in basso, scendendo una decina di gradini in pietra, si



raggiunge una galleria parallela, anche questa interrotta a sinistra da un pozzo. Tale pozzo è stato disceso fino a raggiungere la galleria intermedia detta "Ferromina Alta". Sempre in corrispondenza della scala in pietra si apre uno stretto passaggio sulla destra che, attraverso una discesa su frana, ci permette di osservare uno degli ambienti più interessanti: un salone il cui soffitto è costituito da un unico enorme lastrone liscio. Si tratta di uno strato di "siltite", roccia costituita da un conglomerato di sabbia (silt) cementata, che possiede una discreta capacità portante, oltre a buone caratteristiche elastiche.

Da questo punto, attraverso una galleria elicoidale discendente, si raggiunge la "galleria Ferromina Alta", quasi in corrispondenza della sala chiamata: "ufficio del caposquadra". Proseguendo, dopo un breve corridoio s'incontra la galleria principale che, a destra, verso l'uscita, risulta ben presto allagata dall'invaso creato dal muretto di stramazzo. Prendendo a sinistra si percorrono circa cinquecento metri, fino a raggiungere il salone "18". Si tratta dell'ambiente più vasto della miniera e, all'epoca, chiaro punto di riferimento per i minatori nei lavori di scavo. Qui si raccoglieva il materiale, per trasportarlo a giorno con i carrelli montati su binari a scartamento ridotto. Le due gallerie di

ricerca che si staccano rispettivamente in direzione sud ovest e ovest si arrestano in corrispondenza di vene d'acqua che scaturiscono al contatto con lo strato argilloso.

Riprendendo lungo la "Ferromina Alta", s'incontra il sistema di pozzi che permetteva di scaricare il materiale ferroso attraverso le tramogge della "Ferromina Bassa". Superando una frana, tutt'ora instabile, si raggiunge la galleria "Ferromina Bassa", detta anche "Finestra". Perfettamente rettilinea, è percorsa da un tubo che raggiunge l'ingresso. La frana ha ostruito almeno 20 metri di galleria e la parte a monte non è attualmente raggiungibile (1).

Le zone più concrezionate della miniera si trovano nella galleria superiore, raggiungibile tramite una galleria in salita che si diparte a circa trecento metri dall'ingresso della "Ferromina Alta".

Il complesso è d'indubbia suggestione e meriterebbe una più attenta considerazione.

Note

1) Il Comune di Malonno dovrebbe avere stanziato dei fondi per la rimozione del materiale franato. Questo nell'intento di poter ispezionare il tratto di tubatura a monte e prevedere un nuovo sistema di captazione per aumentare l'attuale portata.



MINIERA DELLA PETASSA

Societa' Mineraria FERROMIN
MALONNO - BS

Rilievo Topografico e Morfologico: A. PELLEGRINI, M. RAVAGNAN,
E. MONISTIER, S. RONCHI, G. PALMA
Gruppo Grotte Milano
1996

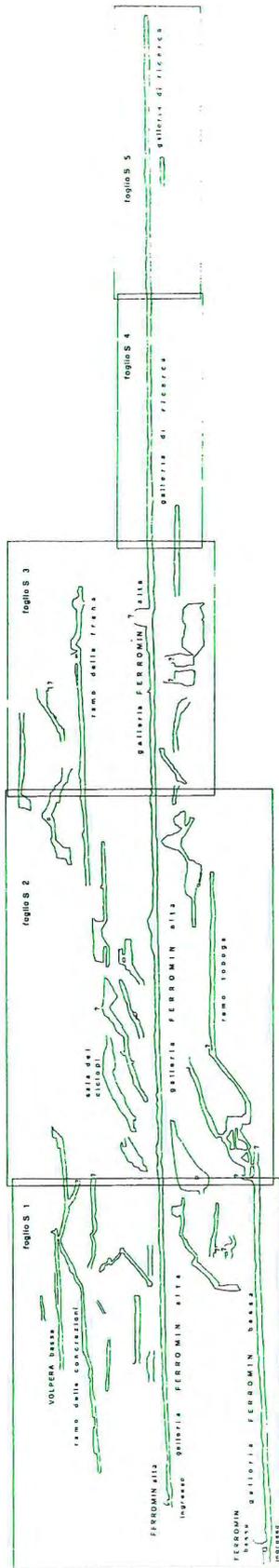
Disegno: A. PELLEGRINI

SIMBOLOGIA

	sezione trasversale
	salto
	camino
	pozzo
	massi
	ciotoli a spigoli vivi
	sabbia
	argilla
	vaschette piene
	stalattiti
	stalagmiti
	stalattite eccentrica
	crostone concrezionale
	pisoliti (perle di grotta)
	lago
	pozza in gener
	sorgente perenne
	stillicidio
	percorso acqua normale
	scivolo in roccia
	scivolo in detrito
	muretto a secco
	roccia sezionata
	canale a fondo piatto
	rimandi gallerie laterali



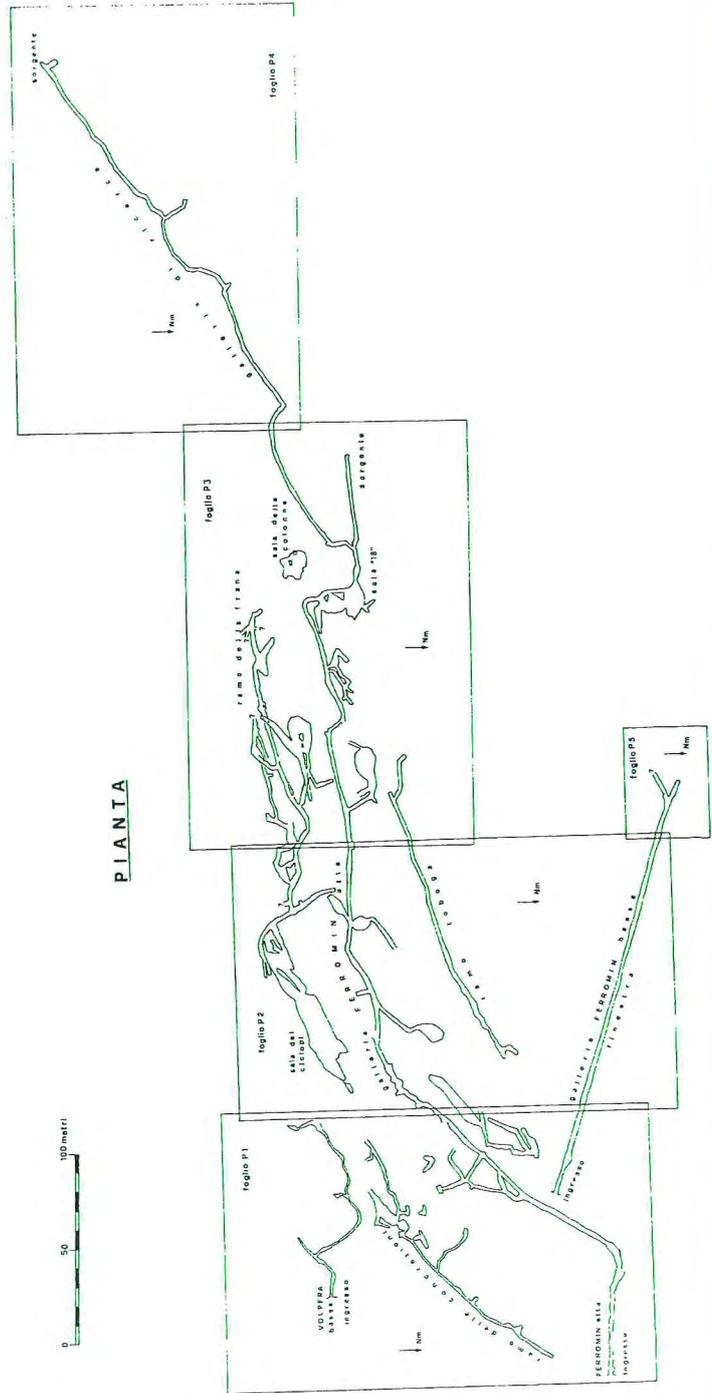
QUADRO DI UNIONE



SEZIONE LONGITUDINALE



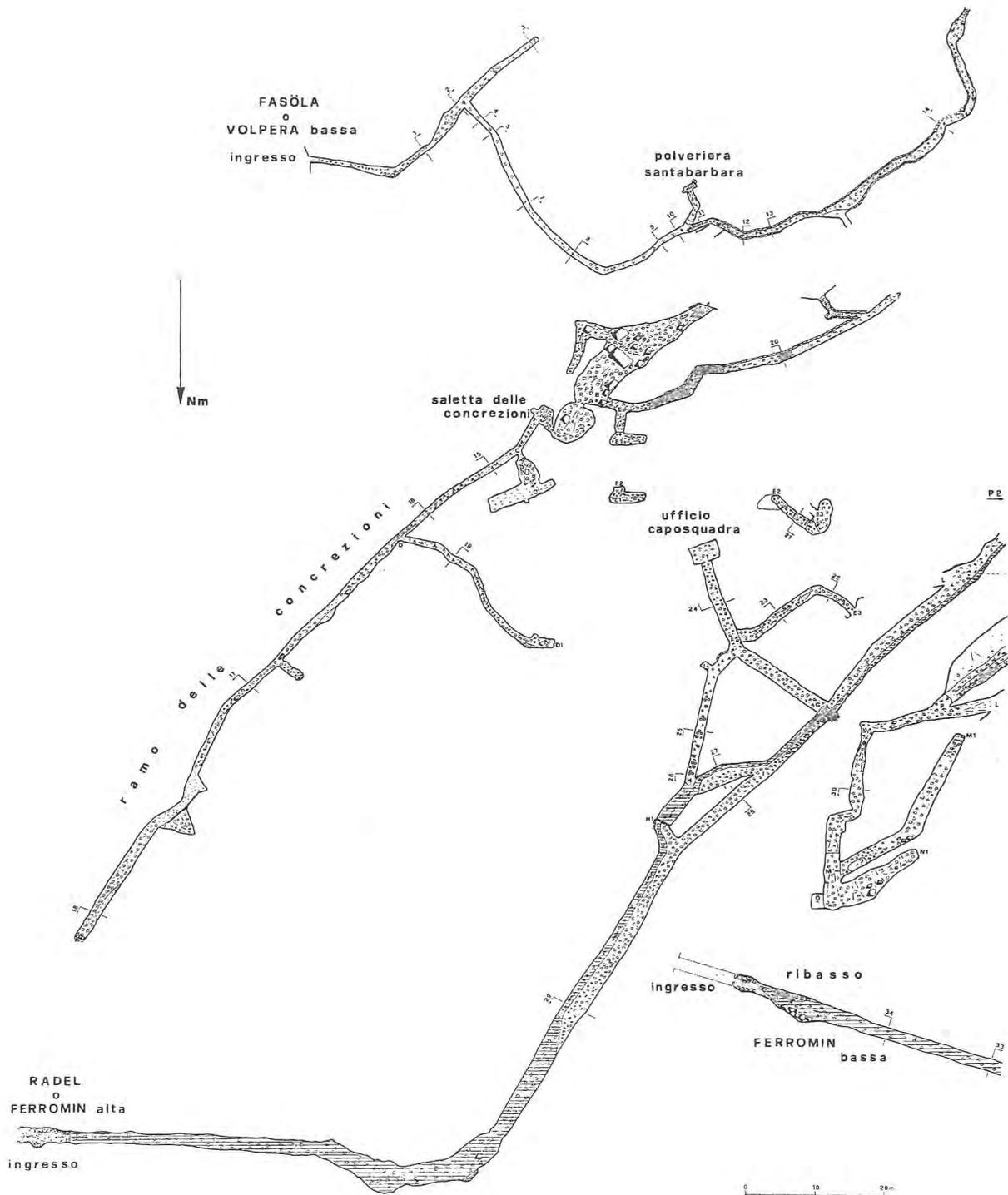
PIANTA

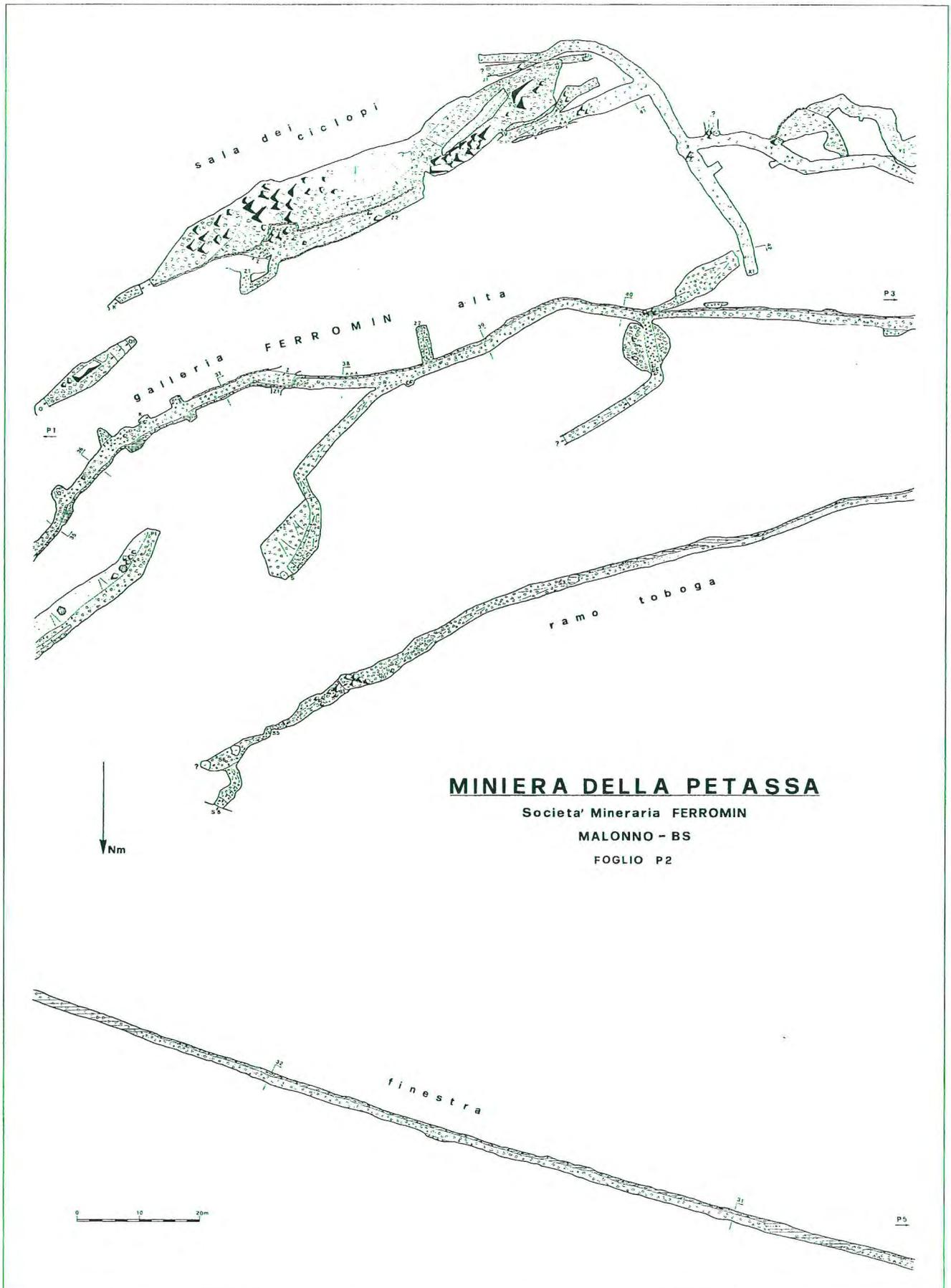


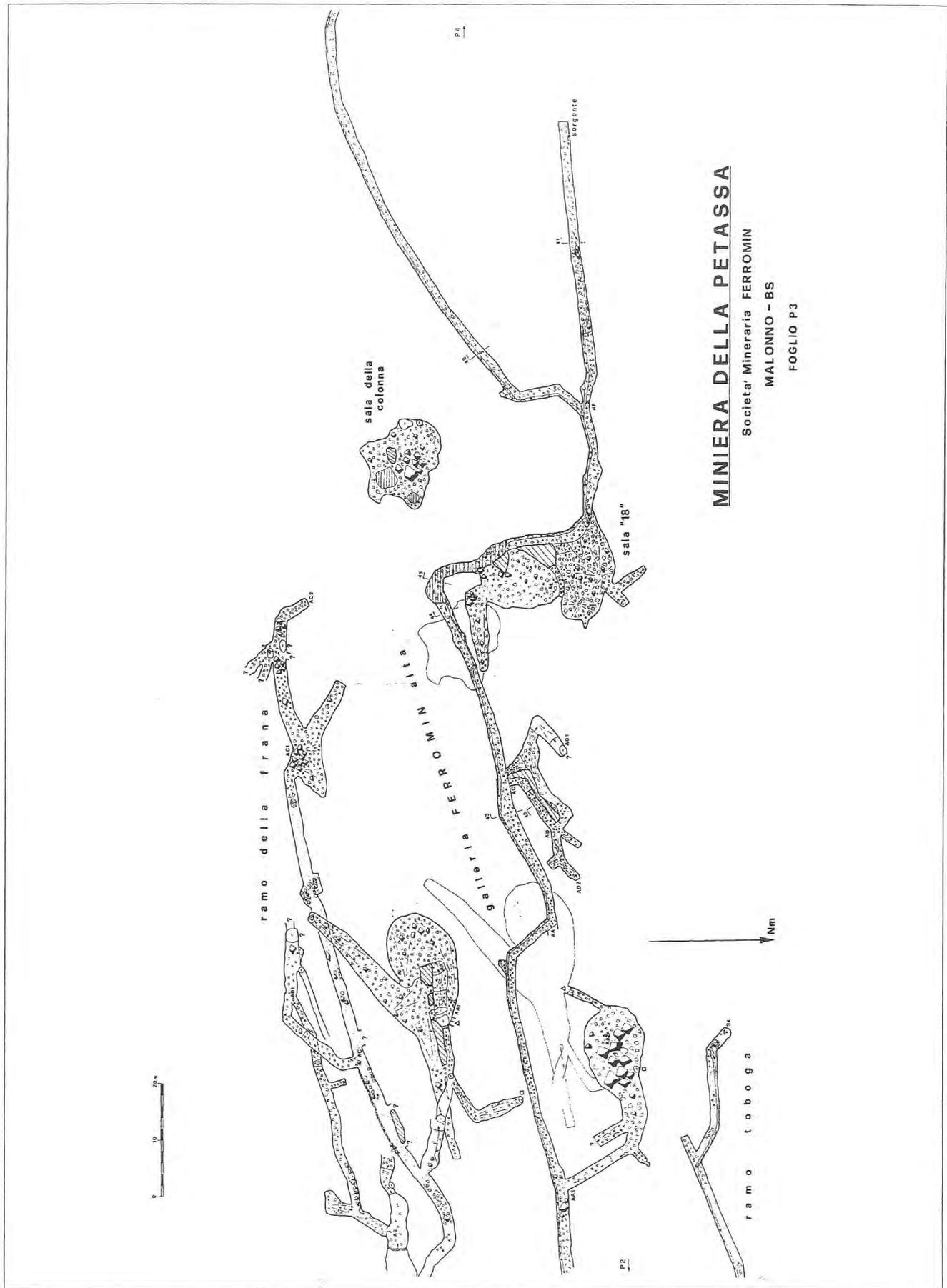


MINIERA DELLA PETASSA

Società Mineraria FERROMIN
MALONNO - BS
FOGLIO P1

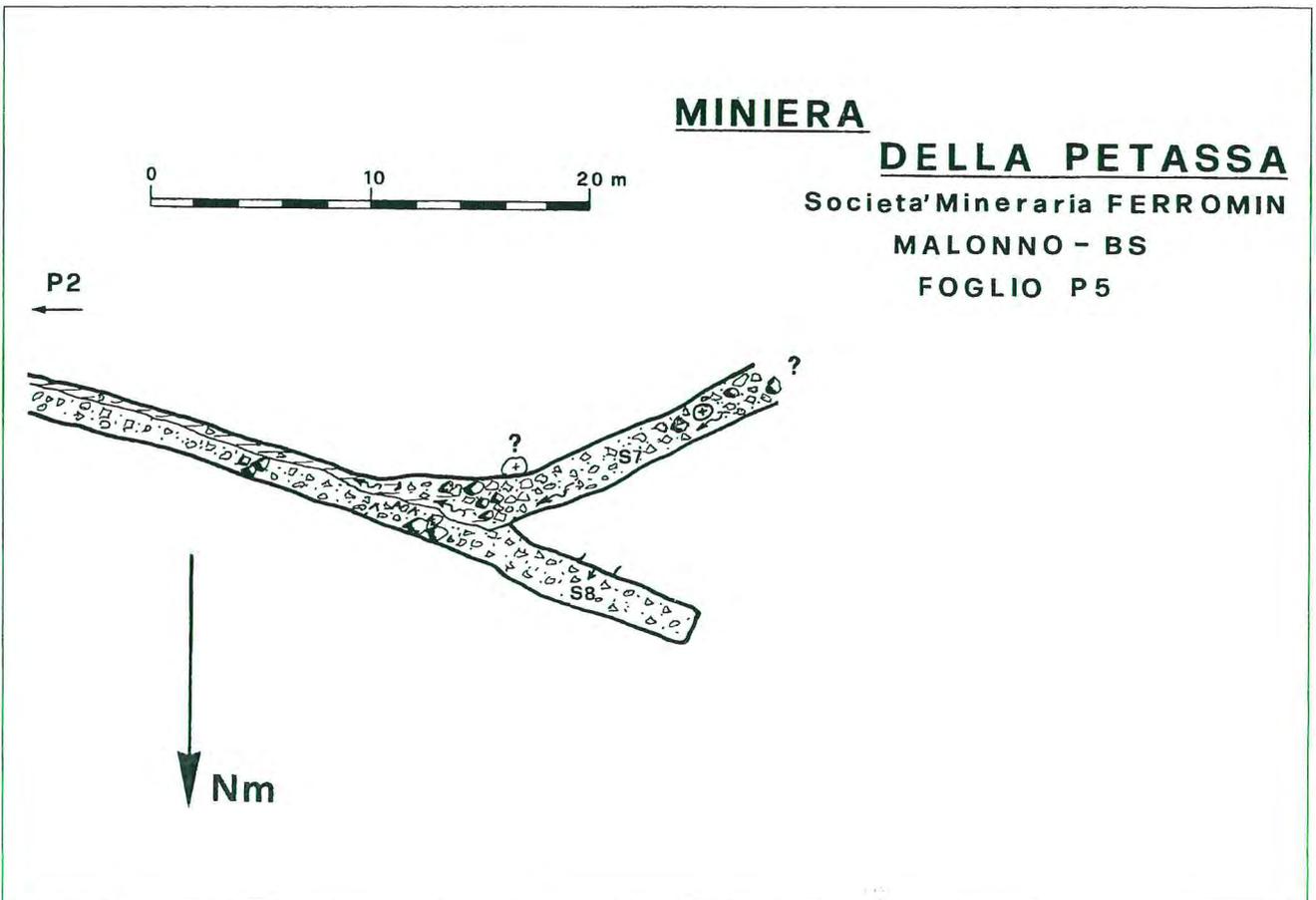
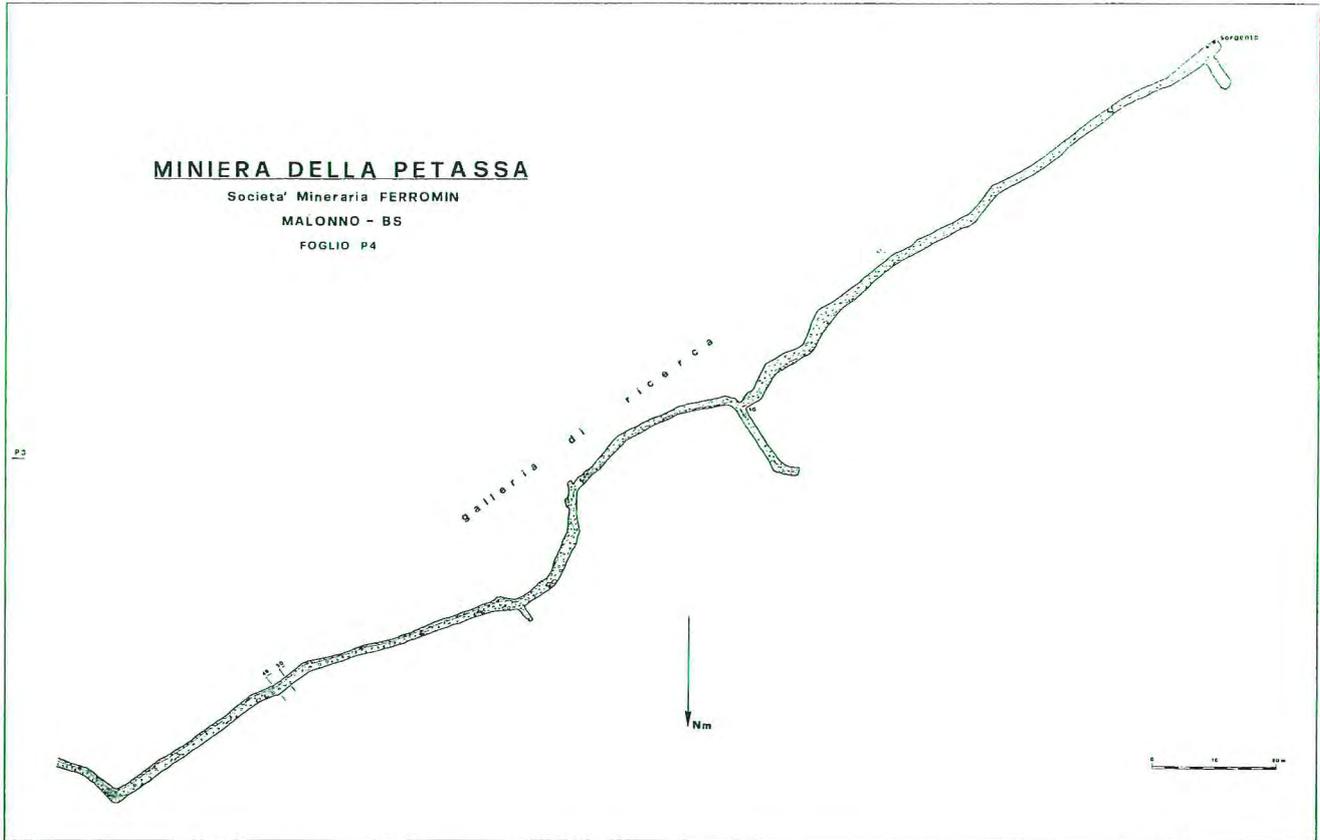






MINIERA DELLA PETASSA

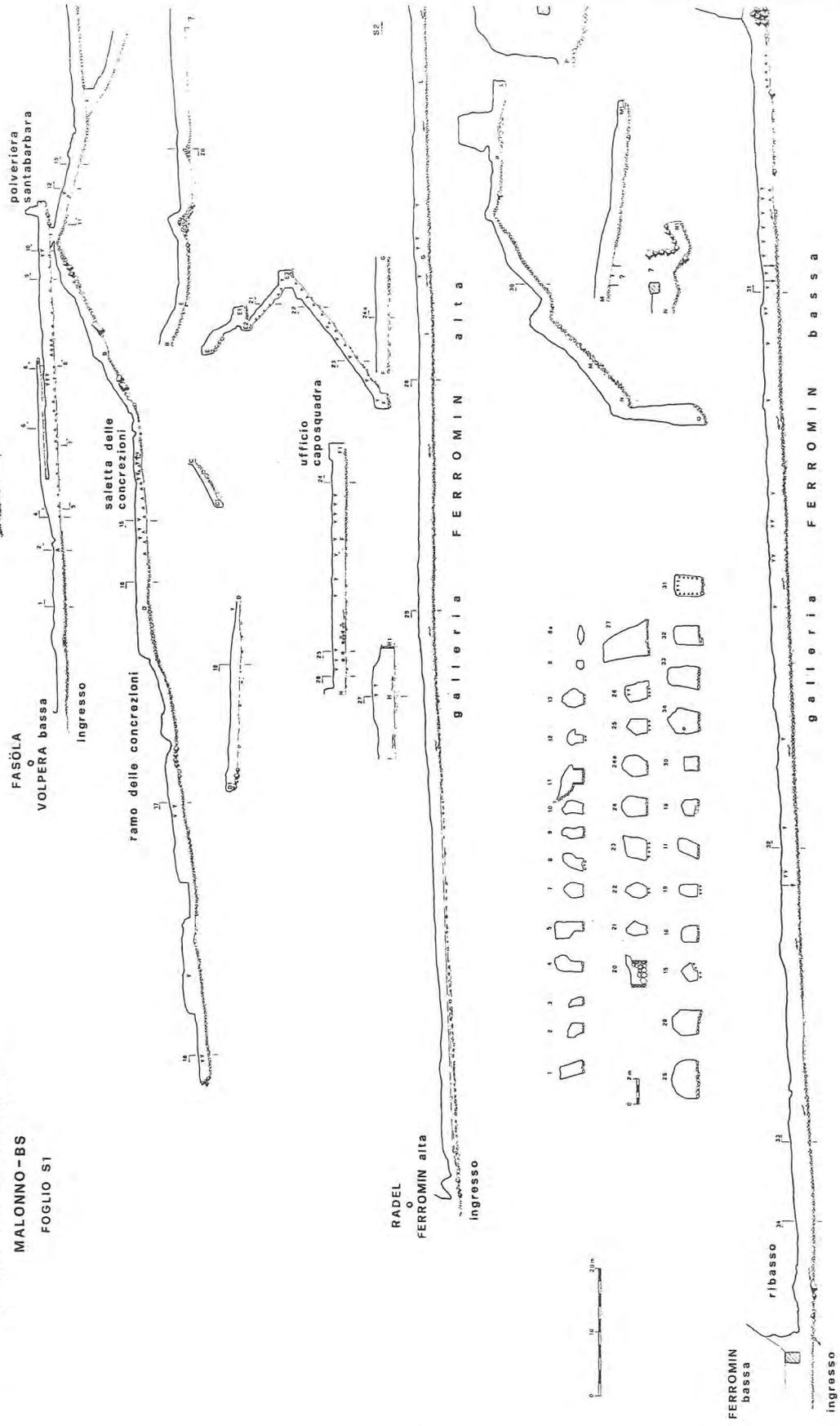
Società Mineraria FERROMIN
MALONNO - BS
FOGLIO P3

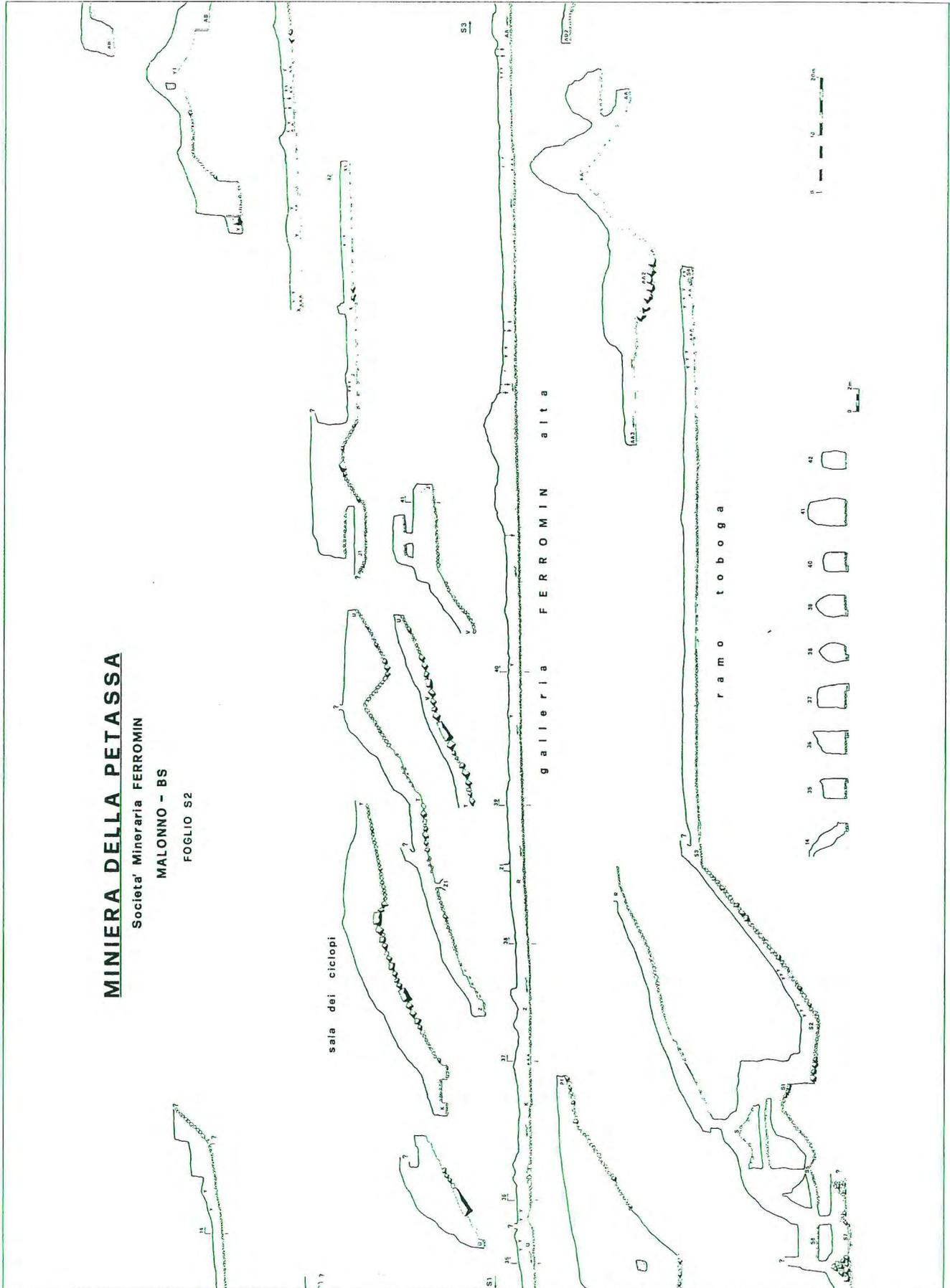




MINIERA DELLA PETASSA

Societa' Mineraria FERROMIN
MALONNO-BS
FOGLIO S1

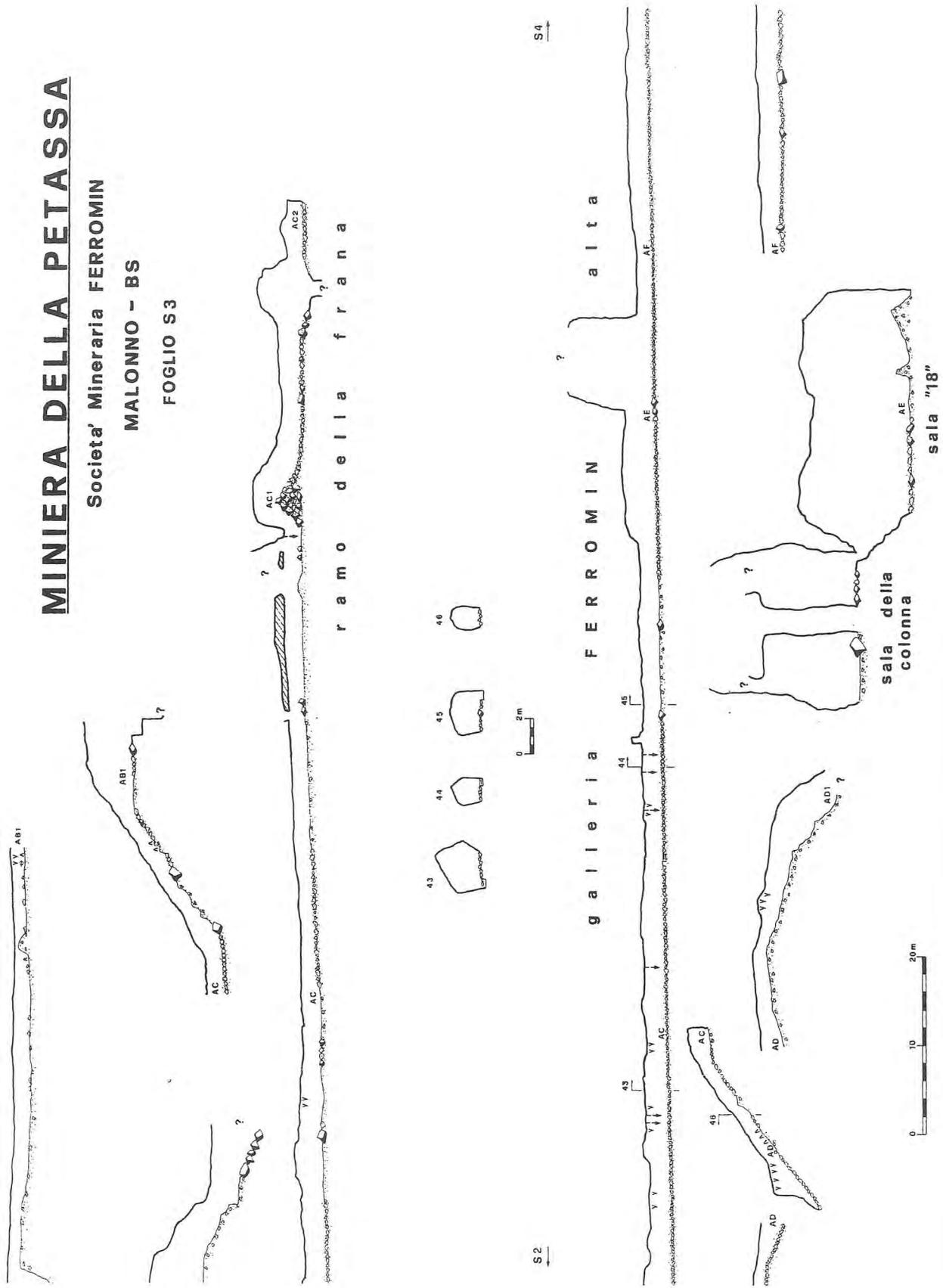


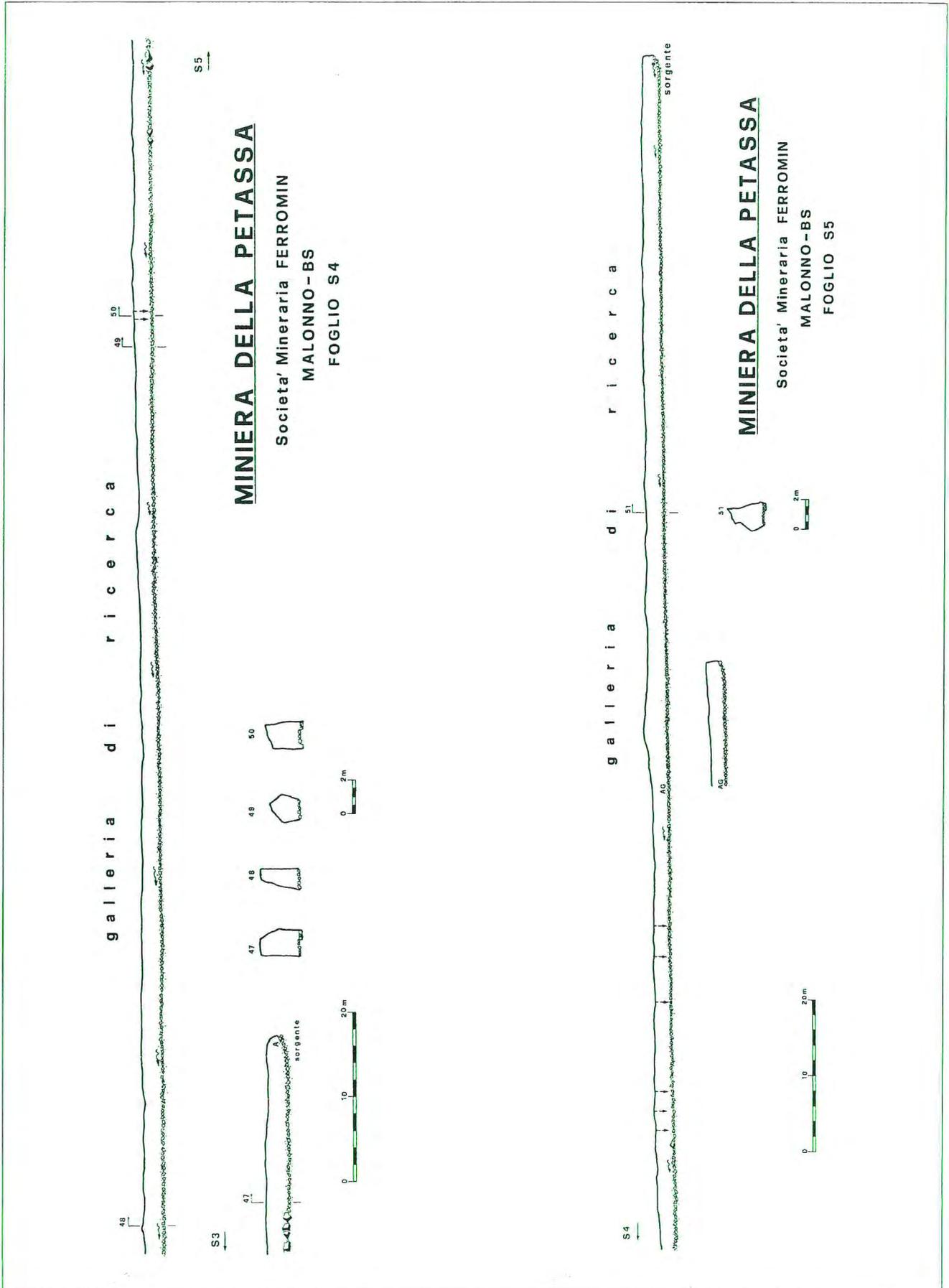




MINIERA DELLA PETASSA

Societa' Mineraria FERROMIN
MALONNO - BS
FOGLIO S3







Alberto Buzio * Alessandra Casini ** Gianluca Padovan ***

Attività estrattive nelle Grigne. Alcune note riguardo la Grotta del Pallone e la Grotta Ferrera

Sommario

Nell'area carsica della Grigna Meridionale (Lecco), vi sono alcune grotte che presentano chiari segni di ricerca e di coltivazione mineraria. Nel contributo si presentano i primi risultati delle osservazioni effettuate presso la Grotta del Pallone e la Grotta Ferrera. Quest'ultima potrebbe essere la cavità citata da Leonardo da Vinci nel Codice Atlantico (f. 214 v.e.).

Abstract

In the karstic area of Grigna Meridionale (Lecco), there are some caves which present clear signs of research and mining. In this study are presented the first results of researches carried out near Pallone cave and Ferrera cave. The last one could be the cave mentioned by Leonardo Da Vinci in the Atlantic Code (f. 214 v.e.).

Le Grigne: inquadramento geografico, geologico e speleologico

Il massiccio carsico delle Grigne è costituito dalla Grigna Settentrionale (2.410 m s.l.m.), nota con il nome di Grignone, dalla Grigna Meridionale (2.177 m s.l.m.), o Grignetta, e altre cime di minore elevazione. Si trova a una cinquantina di chilometri in linea d'aria da Milano, a meno di dieci da Lecco e a circa trenta da Bergamo. I suoi confini naturali sono ben definiti a nord dalla congiunzione della Val Varrone con la parte sommitale della Valsassina, a sud dal monte Medale e dalla città di Lecco e ad ovest dal bacino del lago di Como. L'area del Grignone maggiormente interessata dai fenomeni carsici è quella denominata Circo di Moncodeno, un anfiteatro posto lungo il versante nord della montagna. Tale anfiteatro si può considerare suddiviso in due altopiani separati da una scarpata movimentata da tre canali e due costoloni: uno inferiore (Le Foppe) e uno superiore (Zucchi del Nevaio-Ometto del Bregai). Il più occidentale è il secondo, delimitato ad est dal Canale dei Cicos e ad ovest dalla Val

Laghetto. Il Circo di Moncodeno si estende dai 1.700 m s.l.m. ai 2.200 m s.l.m. ed è occupato prevalentemente da vegetazione d'alto fusto (larice) fino ai 1.800 m s.l.m. A quote più elevate incontriamo pini mughi e successivamente solo chiazze erbose distribuite nel paesaggio roccioso (1). Due delle maggiori grotte del Grignone non sono collocate nel Circo di Moncodeno: si tratta degli abissi Orione (2) e Trentinaglia (3). Il primo è situato sotto la cresta spartiacque che sale alla vetta (Cresta di Piancaformia), leggermente ad est del Circo di Moncodeno, a 1.890 m s.l.m., su di un margine del Circo di Releccio. L'abisso Trentinaglia si trova nel Circo di Releccio, lungo il sentiero che si sviluppa tra la Bocchetta di Prada e il rifugio Bietti, a quota 1.760 m s.l.m. La grotta più importante dell'area dal punto di vista speleologico è l'abisso W le Donne profondo 1.170 m (4), la cui risorgente (minore) è stata identificata nella Grotta di Fiumelatte, posta poco sopra il lago di Como a 325 m s.l.m. (5).

Brevi note riguardo la protostoria delle ricerche a carattere geologico e speleologico sulle Grigne

Forse una delle prime rappresentazioni delle Grigne ci viene da Leonardo, che secondo Conato e Recalcati ne

* Gruppo Grotte Milano (G. G. M.) S. E. M. - C. A. I.

** Gruppo Speleologico Archeologico Livornese (G. S. A. L.)

*** Associazione Speleologia Cavità Artificiali Milano (S. C. A. M.)

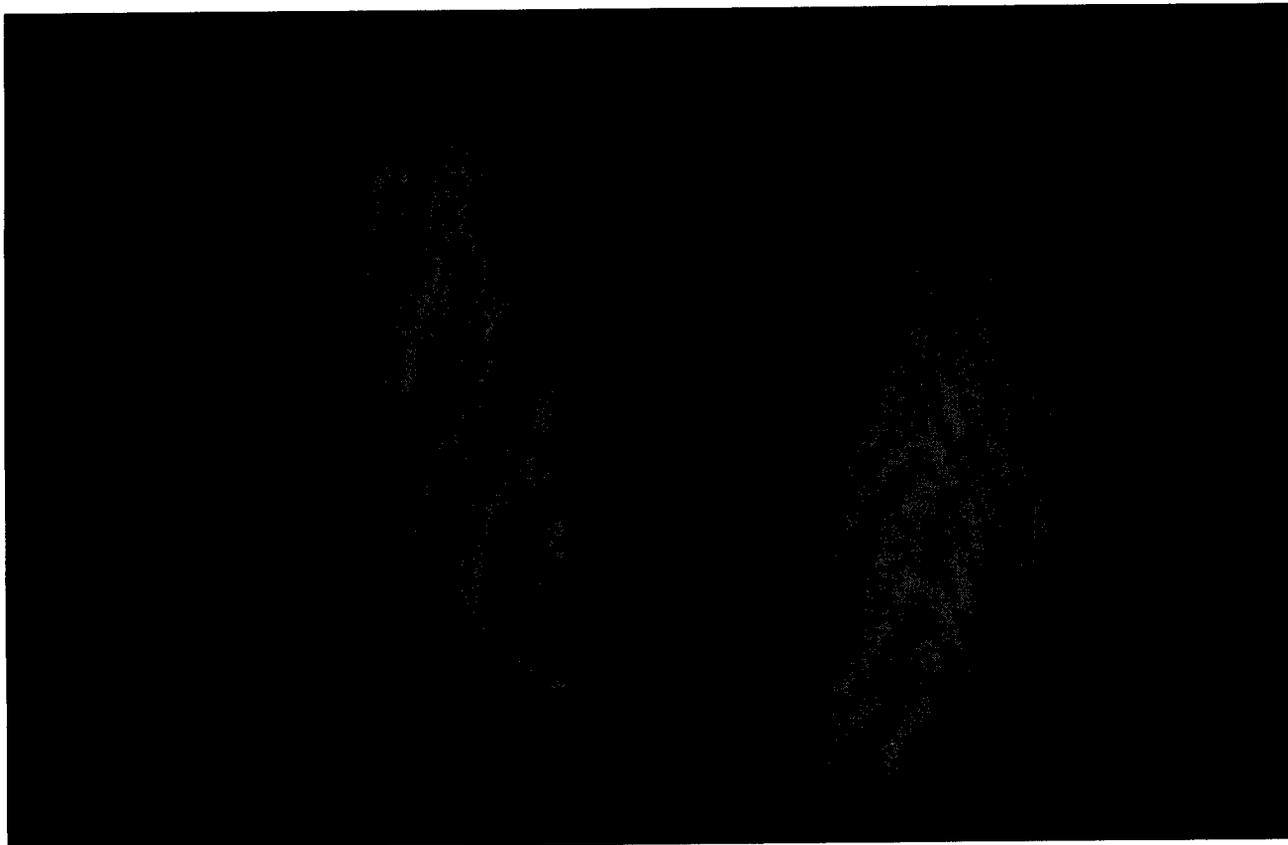


Foto n° 1. Stalagmiti di ghiaccio, alte poco più di due metri, fotografate all'interno della Ghiacciaia del Moncodeno nel 1982 (foto G. Padovan).

disegnò alcuni profili (6). Nel Codice Atlantico vi è la breve citazione del Fiumelatte, uscente dall'omonima grotta (7). Situata oltre il Passo del Cainallo, sul sentiero che conduce al Rifugio Bogani, vi è invece la Ghiacciaia del Moncodeno: fu studiata, o perlomeno citata, da vari autori. Niccolò Stenone (8) nel 1671 ne esegue la topografia e in una lettera a Cosimo III Granduca di Toscana la descrive, esponendo interessanti considerazioni riguardo la formazione del ghiaccio interno in connessione alla circolazione dell'aria (foto n° 1). Si ricorda che la Ghiacciaia fu utilizzata per lo sfruttamento dei depositi di ghiaccio fino a tempi a noi prossimi. Ancora nel 1982 si sono potute vedere le scale lignee a pioli che scendevano all'interno della grotta. A tutti gli effetti potrebbe essere annoverata tra le cavità interessate da attività umana a fini estrattivi. In allegato presentiamo quindi la trascrizione del documento lasciatoci da Stenone. Anche La Grotta di Fiumelatte ha goduto di una certa fama. Trovandosi relativamente prossima alla strada costiera del Lago di Como, molti andavano a visitarla.

I primi studi speleologici moderni sulle Grigne

Il primo elenco catastale che riporta le grotte delle

Grigne appartiene a Chiesa, ed è del 1933. Sono indicate otto grotte (9). Nel 1948 Servida pubblica sul Grottesco (bollettino del Gruppo Grotte Milano) un elenco di sessantasette grotte, frutto delle pionieristiche esplorazioni dei tempi (10). Non esistendo strade, si saliva al Grignone a piedi, partendo dai 200 m s.l.m. del lago di Como per arrivare ai 1.800 m s.l.m. dell'allora Capanna Monza (ora rifugio Bogani). Nel 1953 il Servida, nella propria tesi di laurea, riporta un elenco di ottantaquattro cavità (11). Propone inoltre una propria simbologia cartografica e allega tre tavole in scala 1:1000 (da lui elaborate) nelle quali posiziona alcuni tra i più importanti fenomeni carsici della zona. Il totale passa a novantuno. Negli anni Sessanta sono pubblicati altri lavori: questa volta di Focarile (12), Cigna (13), De Michele (14) e Cappa (15). Nel 1977 Bini, Cappa e Pellegrini pubblicano su Grotte d'Italia un importante contributo riguardante i fenomeni carsici del Grignone (16).

Gli autori affrontano le questioni scientifiche sul carsismo del massiccio e uniscono un elenco con descrizioni e rilievi di centotrentacinque cavità. Le grotte attualmente catastate sono circa cinquecento e molto è stato ancora scritto sull'argomento.



Miniere per caso

Dal punto di vista speleologico le miniere presenti nell'area carsica in oggetto sono state raramente prese in considerazione. E del tutto casualmente si sono documentate le grotte con tracce più o meno evidenti di attività estrattiva.

Nel contributo dello Speleo Club "I Protei" di Milano, presentato al IX Convegno di Speleologia Lombarda (tenutosi a Lecco nel 1979), sono considerate alcune cavità naturali con tracce di attività umana (17), trovate nel corso di una metodica ricerca di cavità naturali nel Gruppo delle Grigne. Chiari lavori di estrazione sono segnalati nella Grotta presso Cascina Sagomet (5001 LO LC) e nel Crott di Pendoliva (5000 LO LC).

Tra gli scavi minerari più noti abbiamo la miniera detta "di Val Calolden", nell'omonima valle ai Piani Resinelli. Attualmente inattiva, presenta due imbocchi, uno dei quali ostruito. Venivano estratti minerali di piombo e zinco; un tempo era servita da un binario decauville, con cui si trasportava il minerale (18). A nord di Esino Lario, lungo le falde meridionali del Pizzo Parlasco ai Prati di Agueglio, abbiamo gli scavi condotti dal 1938 al 1940 per la ricerca dei minerali di manganese (19). Abbandonati per la limitata estensione del giacimento, hanno lasciato brevi gallerie e trincee. In Valsassina, lungo le prime pendici delle Grigne, vi sono le miniere di Primaluna e di Cortabbio: in località Val di Contra rimane una galleria di ricerca mineraria e proseguendo in direzione nord est s'incontrano la Miniera di Faidallo (inattiva) e la Miniera dei Sassi Rossi, parzialmente in attività e da cui si estrae la barite (20). Pochi chilometri più avanti, allo sbocco della Valle dei Mulini (oggetto d'intensa attività ricognitiva da parte di vari gruppi speleologici) sono segnalate numerose miniere abbandonate presso l'abitato di Prato San Pietro (21). Citate da Leonardo da Vinci (22), secondo le ricerche effettuate da Tizzoni alcune si potrebbero collocare al XV-XVI secolo anche in base a un documento esistente presso l'Archivio di Stato di Milano <<... e conservatosi per caso nelle filze del notaio Giovanni Pietro q. Giacomo Gavinelli (notarile 3805), ha fornito preziosi elementi di datazione. Infatti il notaio Gavinelli scrisse la sua minuta di un atto sul retro di un foglio ove era trascritta una grida del podestà della valle "Leonardus de Modoetia" data 29 agosto 1506. In tale documento viene comminata una pena di dieci ducati a coloro che vanno "*ad fodiendum seu cavandum tantam quantitatem meliori vena argenti existente in territorio locorum Primalunae Cortabij et Prati Santi Petri qua sit saltim ponderis sex grossarum vel circa*" se non la consegneranno nel palazzo podestarile sito ad introbio "pro beneficio regie

camere">> (23).

Nella parte meridionale del massiccio è stata studiata la miniera denominata VIII Sfera, attualmente percorribile per 250 m circa. Per quanto riguarda il minerale estratto, sono state osservate le linee di stratificazione in cui sono presenti <<piccoli campioni di galena dispersa in una matrice calcitica di colore biancastro o grigiastro>> (24). L'analisi al radiocarbonio di un frammento di carbone rinvenuto nella galleria principale ha permesso di collocarla tra il XII e il XIII secolo (25). Altri esami riguardano reperti lignei che documentano il sistema di illuminazione (26) basato su schegge sottili di abete bianco (*Abies alba*), e tre punte da scavo sempre provenienti dall'VIII Sfera.

Nel 1986, al termine di una solitaria escursione in Val Meria, si è casualmente incontrato l'accesso alla cavità poi denominata Grotta del Pallone (27), e rivelatasi essere una miniera. Il Gruppo Grotte Milano ne ha eseguito l'esplorazione e il rilevamento degli ambienti principali. Nel 1998 si è pensato di riprendervi le operazioni, con l'intento di concludere il rilievo, ma dopo una prima uscita è stata segnalata la presenza di un 'pozzo artificiale' all'interno della Grotta Ferrera (28). E questo ha modificato programmi e presupposti.

Due accessi contrapposti, un'unica risoluzione

La valle del torrente Meria, nel complesso montuoso di Mandello Lario, è profondamente incisa nei calcari. L'ambiente aspro, caratterizzato da forti dislivelli, a prima vista non presenta tracce di passate attività minerarie. Infatti non sono immediatamente visibili gli affioramenti di minerale, né i cumuli delle discariche, né gli scavi, né tantomeno eventuali resti di opifici industriali. A una prima indagine non esisterebbe alcun ricordo di miniere nella memoria collettiva degli abitanti del luogo.

Gli unici due elementi che si possano in qualche modo ricondurre all'attività estrattiva sono di carattere toponomastico. Il primo, di origine incerta, è il nome dell'abitato di Rongio, che potrebbe derivare dal latino *arrugia* (galleria di miniera). Il secondo è il nome della cavità più nota nella zona: la Ferrera. Nella carta topografica 1:20.000 del T.C.I. viene così indicata: <<Grotta del Rame (la Ferrera)>>. Di fronte, sull'opposto versante, a una quota leggermente superiore, si apre la Grotta del Pallone. Si tratta di una miniera il cui scavo ha allargato, o intercettato, una o più cavità naturali. Data la loro vicinanza, si è ipotizzato che in origine il nome "Ferrera" o "Ferriera" fosse proprio della Grotta del Pallone (29), dal momento che precedenti studi sulla Grotta Ferrera non avevano rilevato tracce di attività mineraria.



La Grotta del Pallone

Dati catastali (30)

Numero di catasto: 5030 LO LC

Denominazione: Grotta del Pallone

Sinonimi: Grotta del minatorino con lucerna

Comune: Mandello Lario

Località: Val Meria

Cartografia: T.C.I. 1:2000 Gruppo delle Grigne, 1968

Coordinate: 45° 55' 55". 7 N - 3° 5' 58". 5 W

Terreno geologico: non identificato

Quota: 625 m s.l.m. (altimetro)

Profondità: -14 m

Sviluppo reale: // (rilevati 252 m)

Sviluppo planimetrico: // (229 m)

Descrizione della miniera

La carrareccia che da Rongio s'inoltra nella Val Meria conduce al Ponte di Ferro, che scavalcato il torrente prosegue come sentiero fino alla Grotta Ferrera (situata alla destra orografica) e poi più oltre al Rifugio Elisa e alla Bocchetta di Campione o Buco di Grigna. All'imbocco del ponte si stacca a destra una traccia di sentiero tagliata nella roccia, che dopo poche decine di metri lascia a lato un nicchione recante le tracce di un allargamento artificiale. Interrotto in più punti, questo

secondo sentiero si può agevolmente osservare dal lato opposto della valle: giunge fin quasi sotto la Grotta del Pallone. Tale viabilità è un piano inclinato con una pendenza piuttosto costante: il primo tratto è ripido, per proseguire con una pendenza minima. Lascia supporre a un sistema di 'scivolamento' del minerale in maniera organizzata e tecnicamente efficiente. Se così fosse, potrebbe essere stato abbandonato con il cessare dell'attività estrattiva.

All'ingresso della miniera vi è un breve spiazzo, probabilmente ricavato tagliando il fianco roccioso, e pronunciato dal cono detritico creato con i materiali di discarica, coperti dalla vegetazione. La cavità si apre con un grande ingresso, in buona parte ostruito da crolli, su una prima sala inclinata di 45°, lunga circa 20 m e di forma irregolare (tavola n° 1). Da questo primo ambiente si staccano alcuni cunicoli recanti tracce di scavo e una galleria ascendente, che potrebbe essere il risultato dell'ampliamento manuale di una 'semplice' frattura o di una condotta naturalmente modellata dall'acqua (impostata su frattura). Lateralmente si aprono vari cantierini, quasi completamente ostruiti. Il fondo roccioso appare evidentemente liscio e consumato al punto da mostrare una traccia concava e continua (a mo' di scivolo) lungo tutto il suo sviluppo. L'ultimo

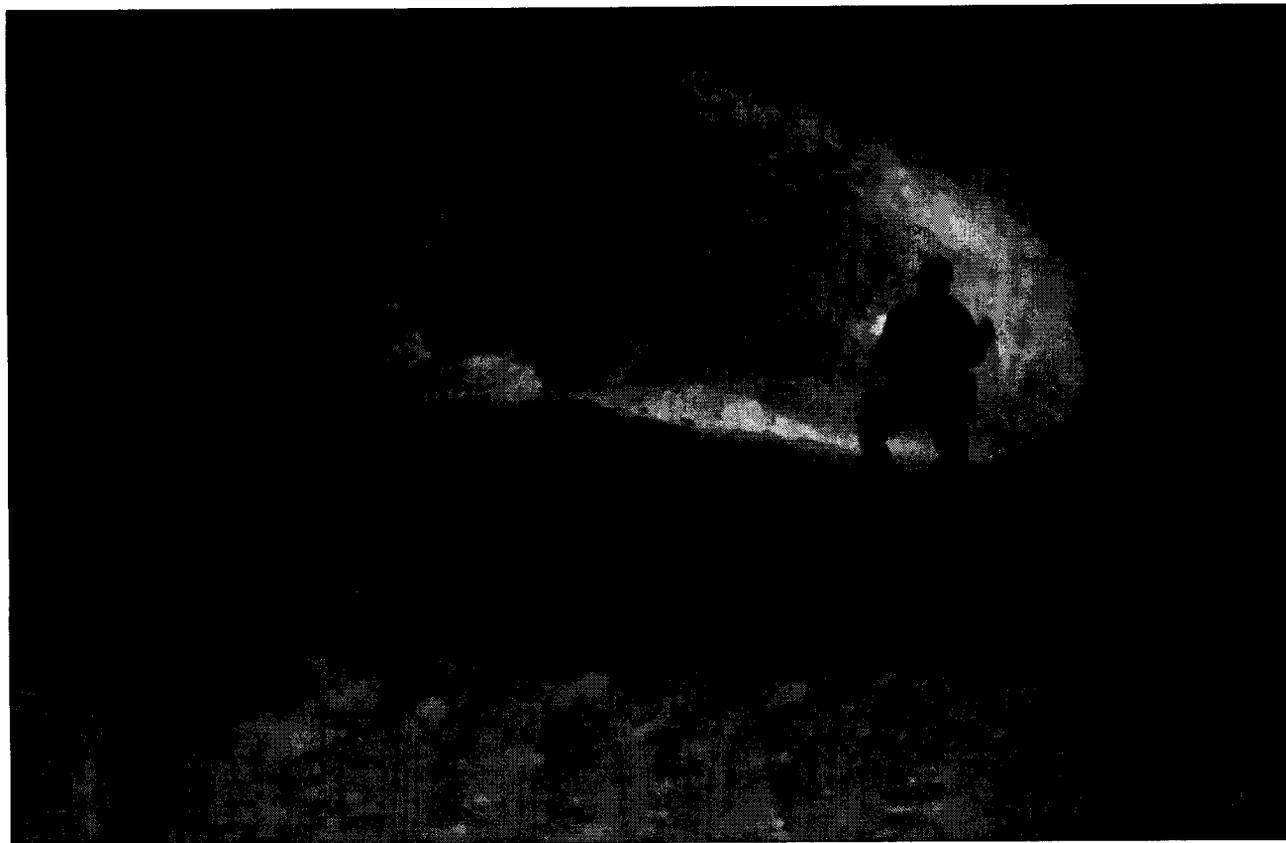


Foto n° 2. Interno della Grotta del Pallone, verso i cantieri superiori (foto A. Buzio).

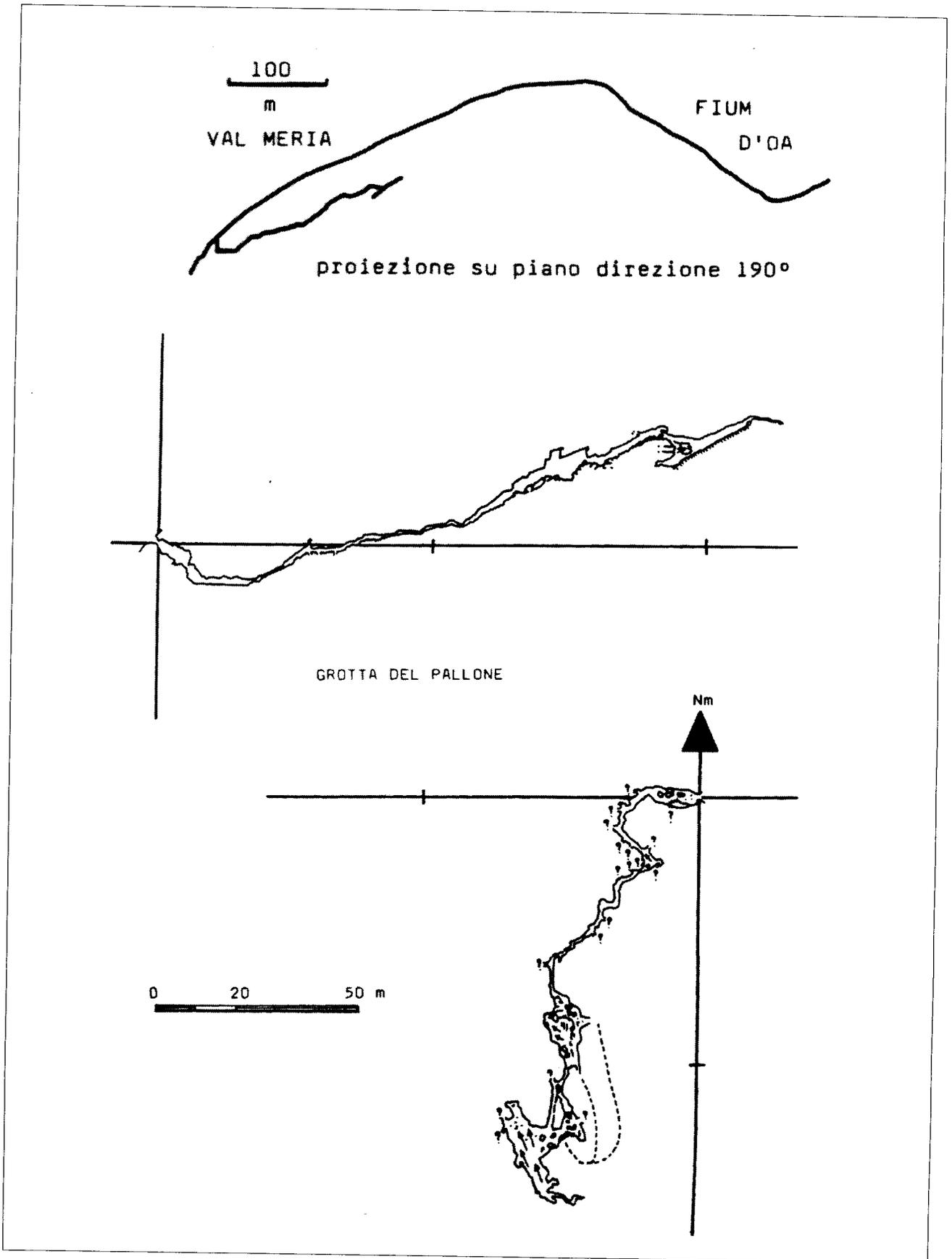


Tavola n° 1. Planimetrie della Grotta del Pallone (tratte da MIRAGOLI 1987).



tratto è più ampio, in leggera salita, ed è marcato da una vera e propria stretta strada elevata di alcuni centimetri rispetto al circostante piano di calpestio. E' costituita da pietre ben disposte su cui è stato gettato uno strato di terra, che appare ben pressato e leggermente concavo al centro, come se anche qui vi avessero spinto o trascinato dei carichi. Raggiunta una seconda sala, attraverso alcuni cunicoli si giunge all'ultima, abbastanza vasta (circa 20x20 m) e con varie diramazioni ancora da rilevare. Queste due sale sono impostate lungo giunti di strato e potrebbero anche essere parzialmente naturali (foto n° 2). Recano evidenti cantieri e varie parti sono occupate da materiale di ripiena accumulato con un certo ordine. Si segnala che numerosi diverticoli appaiono parzialmente disostruiti e anche di recente. Identica situazione è stata riscontrata nella Ferrera.

Il sistema di coltivazione

La mineralizzazione è costituita da limonite e altri ossidi e idrossidi di ferro alterati, di un colore che va dall'arancio, al rosso e al bruno. Tali minerali sono depositati all'interno di fratture e piccole cavità naturali, ovunque riconoscibili nella miniera.

Il sistema di coltivazione adottato è "a seguire il filone", ovvero mediante l'abbattimento del minerale all'interno della massa mineralizzata. Questo solitamente determina la morfologia della miniera, la quale si adegua necessariamente alla forma del giacimento e soprattutto a quella di preesistenti vuoti. Tali fattori sovente condizionavano il lavoro, per quanto concerne l'organizzazione nei fronti di abbattimento, la progressione delle maestranze, il trasporto del materiale e la circolazione dell'aria. I minatori hanno seguito la mineralizzazione forse potendo sfruttare l'ipotizzata traccia naturale. All'interno di essa hanno cominciato a scavare dei piccoli cantieri di ricerca, ripienati mano a mano che, esaurito il minerale, si procedeva oltre. Nei luoghi dove la consistenza del giacimento era maggiore, si sono impostati cantieri ampi, inclinati, a seguire la linea di deposizione del minerale. Sulla volta della prima sala si può notare la superficie di strato della roccia incassante, che doveva essere il riferimento delle maestranze minerarie del limite di scavo della parte superiore.

Come già esposto, dopo la prima sala la galleria si snoda in salita, lasciando ai lati varie diramazioni. In particolare, subito a destra, vi è una galleria ingombra di massi di crollo che conduce ad un articolato cantiere di coltivazione. E' costituito da ambienti piccoli e stretti a causa delle ripiene. Dato che la volta pare essere il limite superiore del giacimento, è chiaro che quello

che noi vediamo è lo stato dei cantieri al momento del loro esaurimento. I cantieri inferiori sono quelli ripienati ed è logico pensare che il lavoro venisse cominciato dal basso a salire verso l'alto, con un metodo abbastanza regolare assimilabile al metodo moderno a gradini diritti lungo la linea d'inclinazione dello strato, ripiando mano a mano le parti esaurite e i cunicoli di collegamento con la galleria di carreggio. Non è stato possibile esplorare se non in minima parte le zone totalmente ripienate, e quindi renderci conto del reale sviluppo della massa mineralizzata abbattuta. Inoltre è possibile che, utilizzando il metodo di risalita dal basso verso l'alto, potesse essere stato utilizzato anche il sistema contrario, cioè a gradini rovesci, o semplicemente attaccando la massa mineralizzata dalla parte superiore, lavorando sul piano della ripiena e continuando a riempire mano a mano che il cantiere avanzava verso l'alto. La tecnica di ripiando con i detriti di sterile le parti esaurite e abbandonate del giacimento è senza dubbio diffusa, e presumibilmente nelle miniere di ogni territorio e in ogni epoca. Il riempimento dei vuoti creati artificialmente, oltre ad evitare l'oneroso trasporto all'esterno dello sterile, permetteva di ricostituire in parte una certa perdita di stabilità, avvenuta all'atto dell'asportazione del materiale. L'ultima parte del cantiere, quella a 'gradini diritti', ha un'altezza media di un metro. I gradini hanno un'altezza di circa 60-70 cm e una pedata di 80 cm. La forma è irregolare e a sostegno della volta vi sono due pilastri a sezione subcircolare di circa un metro di diametro e altrettanto di altezza, posti ai lati della sala, ovvero -presumibilmente- nelle parti meno ricche di minerale utile.

L'abbattimento avveniva con l'utilizzo di strumenti a punta (punteruolo e mazzetta, e picco). La superficie di abbattimento è caratterizzata da distacchi di forma conoide di 2-3 cm di lato. Non pare, ad un primo macroscopico esame, che sia stato utilizzato il fuoco per migliorare l'abbattimento come, invece, è diffuso in altre parti dell'arco alpino (31). Infatti le pareti non presentano traccia di arrostitimento e non vi è la presenza di abbondanti resti di carbone di legna. Non si sono individuate tracce di strutture lignee che potevano servire a facilitare lo spostamento interno, allo stesso lavoro di abbattimento, oppure come armature di sostegno. Si notano invece, alla base di un piano inclinato, gli incavi di alloggio di strutture (presumibilmente assi di legno) che costituivano uno scivolo utilizzato nell'operazione di ripiando dei cantieri esauriti.

Considerazioni

Ad una prima analisi, quindi, la Grotta del Pallone



risulta essere una miniera di ferro, scavata "a seguire il filone", ovvero con un metodo di coltivazione preindustriale, probabilmente antecedente al XVI secolo. Mancano le gallerie a traverso banco (cioè nella roccia), che in questo caso avrebbero facilitato la ricerca e la fuoriuscita del minerale, e non vi sono tracce dell'utilizzo di materiali esplodenti per l'abbattimento, diffusi in Europa a partire dalla fine del XVI secolo (32). In ogni caso, tali considerazioni sono relative alle indagini fino ad ora condotte e non sono stati rinvenuti materiali datanti.

Lo sviluppo, le dimensioni, la morfologia e le infrastrutture fanno pensare ad una buona organizzazione del lavoro, dei tempi, e probabilmente all'impiego di un discreto numero di maestranze. In ogni caso, lo sfruttamento potrebbe essere avvenuto in più momenti, considerando quindi fasi di abbandono. La traccia di sentiero pensiamo rappresenti il momento di massima attività sia organizzativa che estrattiva della miniera. A questo proposito, tale viabilità si riesce a individuare fino a circa duecento metri dall'accesso e ad una quota inferiore di circa 50 metri. E' possibile che smottamenti del ripido versante ne abbiano cancellato l'ultimo tratto. Oppure, non è da escludere la presenza di un accesso inferiore, forse impostato sulla medesima supposta frattura generatrice, che s'interromperebbe in corrispondenza del primo salone, occultata dai massi di crollo. Ipotizzando la presenza di altre coltivazioni minerarie, occorrerebbe condurre un'accurata ricognizione dell'area, necessariamente con l'ausilio di corde e attrezzatura da discesa e risalita, data la pendenza e l'accidentalità del settore.

Storia delle ricerche speleologiche nella Ferrera

Una prima descrizione della Grotta Ferrera è di Domenico Vandelli, nel lavoro del 1763 intitolato: <<Saggio d'Istoria Naturale del lago di Como, della Valsassina, etc.>> in cui così si esprime: <<Nella sponda settentrionale della Valmeria vi è ampia grotta chiamata La Ferrera, il qual nome sembrerebbe indicare cunicolo di miniera di ferro: ma si riconosce essa grotta dalla natura formata: il suo piano è ineguale con alti risalti e profondissime perpendicolari sfenditure. A settentrione da strati esce acqua, che nelle dette sfenditure si perde. Nulla altro di particolare contiene che incrostamenti e stalattiti. Alcuni abitanti di Mandello asseriscono, che ristretta la grotta, si poteva camminare per alcune miglia sotto il monte, ma io non vi è ritrovata apertura alcuna di così lungo viaggio, forse si sarà chiusa la strada da caduti sassi>> (33).

Brevi menzioni sono successivamente riportate da altri studiosi dell'Ottocento. Verso la fine degli anni

Cinquanta, il Gruppo Grotte Milano con la collaborazione dello Speleo Club Universitario Comense e del Gruppo Speleologico Ligure "A. Issel", ne effettua il rilievo e uno studio più approfondito. I risultati sono pubblicati nel 1962 da Cappa-Cigna-De Michele-Parea, trattando i seguenti temi: descrizione della cavità (comprensiva dei dati catastali), ipotesi sulla genesi della grotta, studio litogenico delle stalattiti tubolari, osservazioni idrogeologiche, meteorologiche e biologiche, risultati di brevi saggi di scavo all'ingresso (34). Data l'esautiva trattazione degli speleotemi nel lavoro del 1962, nel presente contributo ci limiteremo a fornire una breve descrizione della grotta, focalizzando il discorso sulle osservazioni concernenti le tracce delle attività estrattive e di ricerca.

La Grotta Ferrera

Dati catastali (35)

Numero di catasto: 1502 LO LC

Denominazione: Grotta Ferrera

Sinonimi: Grotta della Ferrera, Grotta del Rame, Grotta Ponte Ferrera, Grotta dell'Acqua Bianca

Comune: Mandello Lario

Località: Val Meria

Cartografia: Tavoletta I.G.M. 1:25.000 Pasturo, F. 32

Coordinate: 3° 05' 54" - 45° 55' 59"; UTM: 32 TNR 27598686

Terreno geologico: calcare di Esino

Quota: 590 m s.l.m. (topografica)

Profondità: - 46 m

Lunghezza totale: 210 m

Sviluppo: superiore ai 300 m, considerando anche le diramazioni

Descrizione della cavità

La cavità si configura esternamente in un breve e basso androne, proseguendo con un tratto di galleria lungo 8 m, mediamente largo 5-6 m e alto 2.5 m, per aprirsi in un unico grande ambiente. Oblungo e con una leggera strozzatura centrale, il solo salone misura 170 m di lunghezza per 41 m nel punto di massima larghezza. La volta è quasi ovunque piatta, e nella parte centrale spiovente verso sinistra e inclinata di 30°-40°. Percolamenti d'acqua si riscontrano lungo il punto di giunzione tra la parete e la volta. Le concrezioni sono presenti quasi esclusivamente nella parte terminale (tavole n° 2 e n° 3).

Il piano pavimentale è caratterizzato da massi di varie dimensioni e da una sorta di 'dorsale' costituita da grandi porzioni di roccia distaccatesi dalla volta (che per comodità s'indicherà talvolta con il nome di 'placconi'), la cui superficie è uniformemente ricoperta di

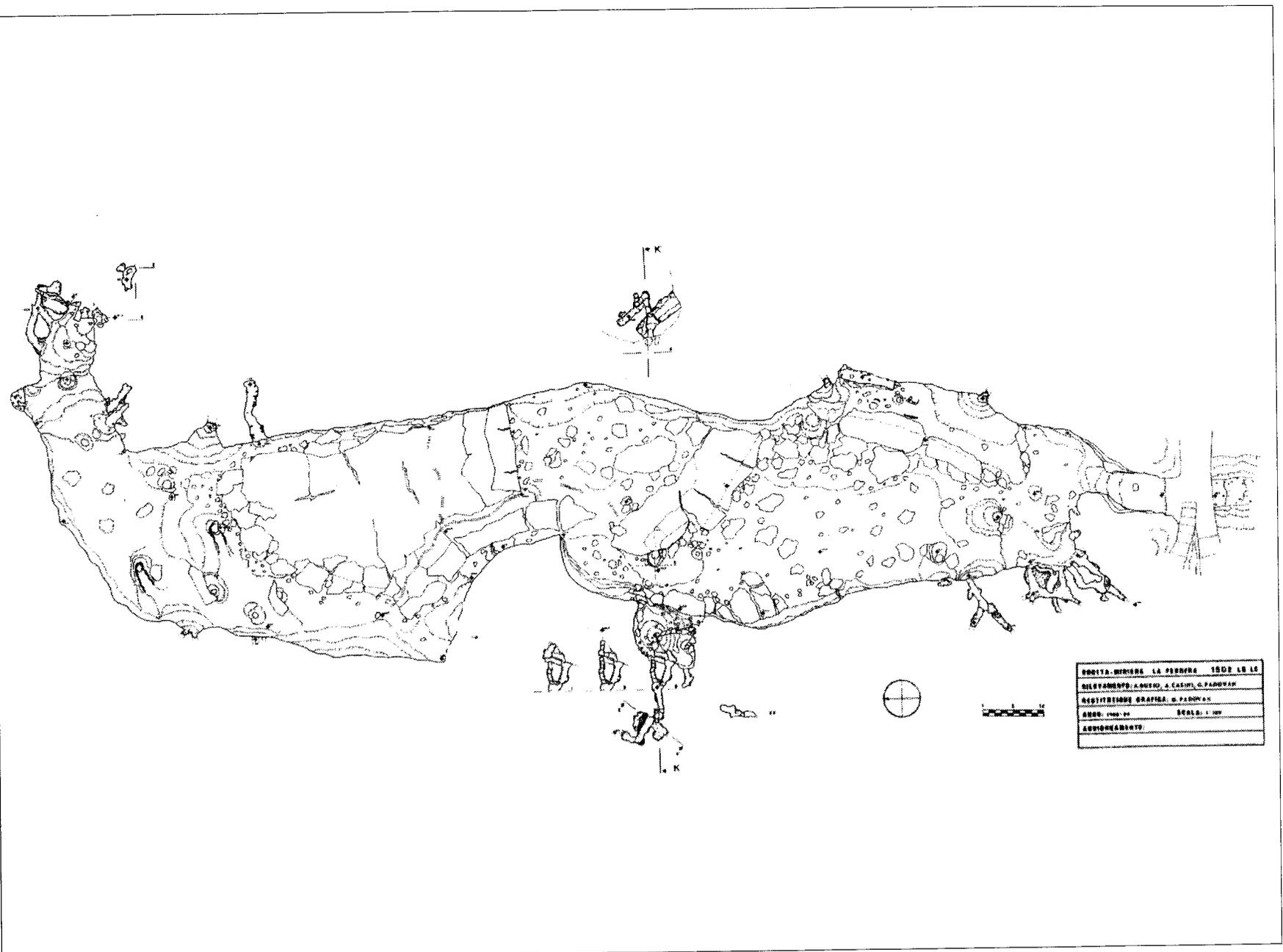
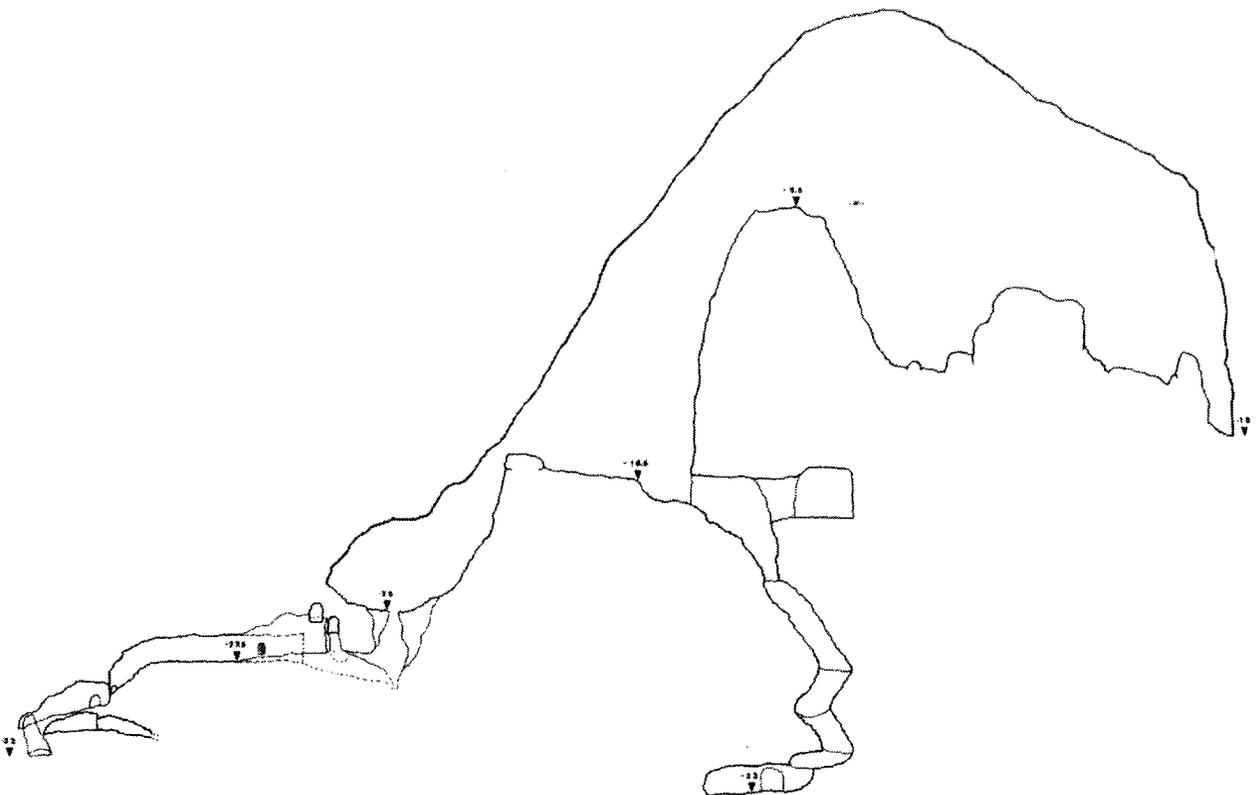
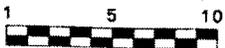


Tavola n° 2. Planimetria della Ferrera, scala 1:100.



BROTTA-MINIERA LA FERRERA 1502 LD LC	
RILEVAMENTO: A. BUZIO, A. CASINI, G. PADOVAN	
RESTITUZIONE GRAFICA: G. PADOVAN	
ANNO: 1998-99	SCALA: 1:100
AGGIORNAMENTO:	



SEZ: K K'

Tavola n° 3. Sezioni della Ferrera, scala 1:100.

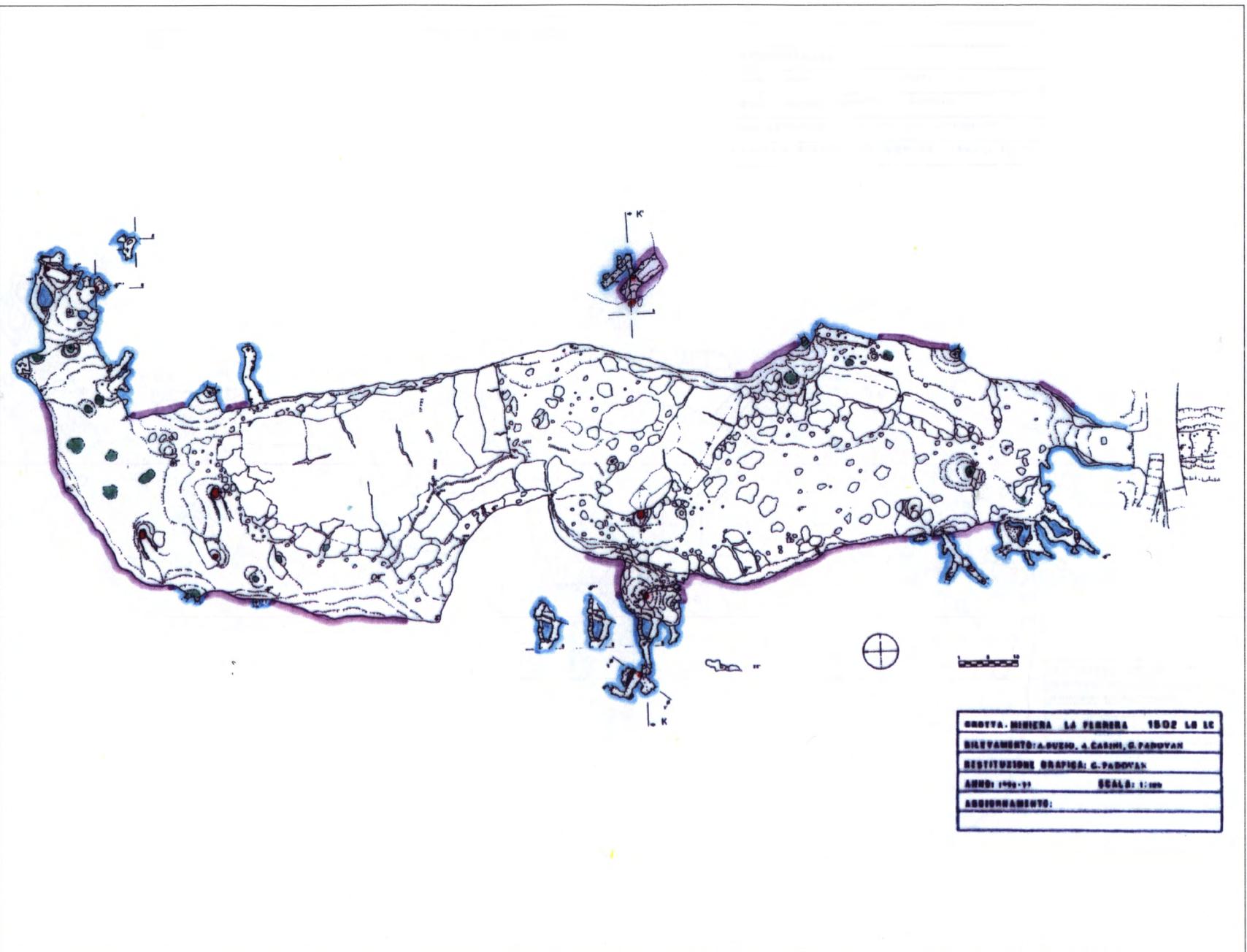


Tavola n° 4. Lilla: superfici interessate da attività di scavo. Azzurro: parti completamente artificiali. Rosso: accesso ad ambienti sub-verticali e verticali artificiali. Verde: probabili accessi a cantieri, obliterati.

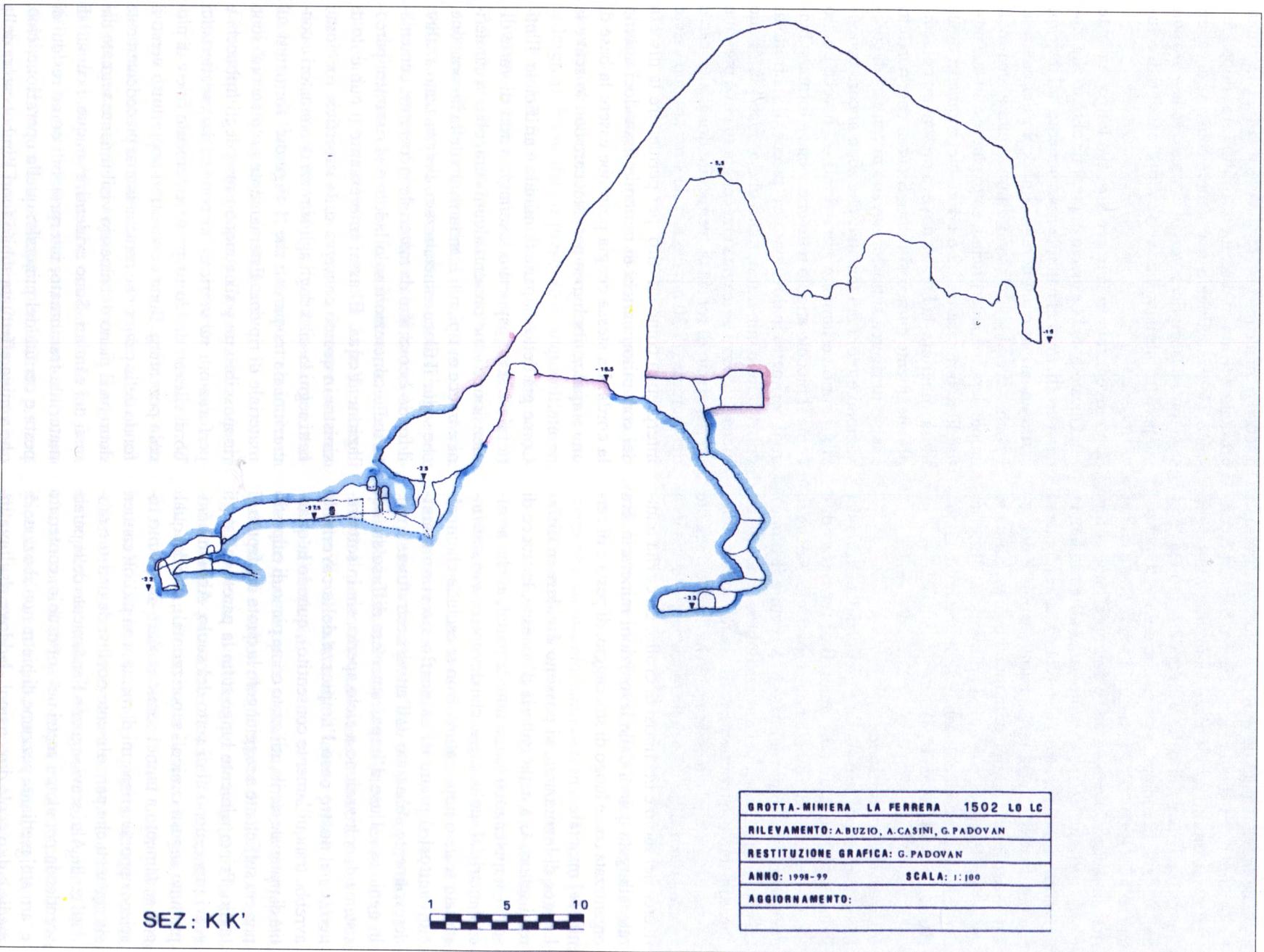


Tavola n° 5. Lilla: superfici interessate da attività di scavo. Azzurro: parti completamente artificiali.



argilla e movimentata da lunghe e profonde fratture. Nella parte terminale il piano è tendenzialmente convesso e costituito da pietrisco, cementato in larghe chiazze da un velo di calcare. L'andamento è a 'crateri'. Difatti, illuminando l'area con dei faretti per ottenere una visione d'insieme, ci si rende conto che vi sono numerose buche, larghe e poco profonde, a forma di cono rovesciato. Una prossima all'altra, hanno un bordo detritico rilevato, che talvolta va a confondersi con quello dell'adiacente. La parte terminale del salone è artificiale e impostata quasi ortogonalmente all'asse principale. Da qui si spingono all'interno altri cunicoli con piccoli cantieri. Si notano ovunque tracce di scavo (tavola n° 4).

Il sistema di coltivazione

La mineralizzazione è simile a quella della Grotta del Pallone ed è costituita da minerali di ferro (ossidi e idrossidi) di colore rosso e bruno-rossiccio. Anche in questo caso il sistema adottato è 'a seguire il filone'. La vastità dell'ambiente ha senza dubbio concesso un abbattimento relativamente facile delle masse mineralizzate 'a vista', il cui esaurimento ha indotto a seguire i piccoli filoni all'interno della roccia, nonchè alla loro ricerca nel suolo e nei massi di crollo. La cavità naturale, allargata quindi dalle lavorazioni minerarie, era organizzata come luogo di stoccaggio, di pesta e di cernita del minerale.

Le aree di lavorazione si possono dividere in differenti settori. Già dalla galleria d'accesso, le tracce di scavo si rinvengono lungo tutte le pareti, anche ad alcuni metri dal suolo, segno che devono essere state installate scale o impalcature. Non si esclude che in alcuni settori il piano di calpestio sia stato considerevolmente abbassato dall'attività estrattiva.

In ogni caso, l'uso d'impalcature era diffuso sia nel sistema di coltivazione a cielo aperto, sia in sotterraneo (e nel nostro caso l'ampiezza della caverna lo avrebbe tranquillamente consentito), quando la quantità di materiale sterile utilizzato come piano di calpestio non era sufficiente a raggiungere la quota del fronte di taglio. Principalmente lungo tutta la parete ovest gli scavi proseguono al di sotto del suolo. Abbiamo soprattutto angusti cunicoli suborizzontali, due dei quali con andamento a tunnel semicircolari -in quanto lasciano opportuni risparmi di roccia- con piccoli cantieri sia ripienati che parzialmente occlusi da detriti e modesti crolli. Altri scavi seguono l'andamento della parete scendendo per alcuni metri nel sottosuolo, contenuto e 'armato' mediante pezzame di pietre non sbazzate di medie e di piccole dimensioni -laddove risultava incoerente- realizzando vere e proprie fodere di muratura

a secco o, in alcuni casi, legata con argilla, che risulta presente nel sito in discreta quantità. Lo sviluppo residuo, alquanto limitato, non sempre consente di capire se si tratti di semplici lavori di ricerca o se la parte non più percorribile nasconda veri e propri cantieri di coltivazione.

Sono invece minori le tracce di scavo lungo la parete est. Questo potrebbe essere imputabile al fatto che modesti crolli, uniti al naturale assestamento del terreno, siano andati ad occludere gli imbocchi dei cantieri. I pochi accessi visibili sono difatti situati al centro di ampie depressioni artificiali, sotto parete e ad una profondità compresa tra i 2 e i 4 m. Nei momenti di attività mineraria, la Ferrera doveva presentare contemporaneamente numerosi fronti. Sicuramente non tutti i saggi di ricerca si trasformavano in cantieri di coltivazione e molti dei tentativi che sono ancora ben visibili sono certamente rimasti tali. E' invece chiaro come il piccolo angolo retto che viene a formarsi lungo il perimetro in direzione dei 'placconi' sia frutto di coltivazione mineraria, tanto che a poco più di due metri d'altezza è ricavata una cengia su cui è presente un risparmio di roccia di forma cilindrica, alto 1 m e del diametro di 30 cm circa. Tale struttura può essere interpretata come un 'tiro' per permettere la discesa dei contenitori carichi di minerale fissandoci attorno la corda. La stessa cengia potrebbe essere la base di una impalcatura lignea per attaccare con lo scavo la parete.

Come già detto, la parte terminale è artificiale. Il minerale è stato asportato lasciando vuoti di varie dimensioni e sono presenti alcuni cunicoli con cantierini e tracce di ripiena. L'andamento della lavorazione, che segue il filone mineralizzato, è organizzato a salire; il fondo è costituito da materiale incoerente, cementato dalle concrezioni solo laddove si riscontra percolazione d'acqua. E' assai interessante il cunicolo di sinistra in quanto conserva sulla superficie rocciosa i netti segni lasciati dagli agli attrezzi dei minatori e concrezioni sia trasparenti che 'lattiginose' formatesi sul materiale di ripiena. Esternamente ai 'placconi' sono riconoscibili un po' ovunque i resti degli imbocchi a perforazioni subvettrici, circondati dai caratteristici bordi rilevati di detrito, prevalentemente fine e di piccola pezzatura. Sono concentrati soprattutto verso il fondo della cavità, che come abbiamo precedentemente detto ha il piano di calpestio visibilmente segnato dai resti dei cantieri. Sono evidenti, ovunque, i cumuli di materiale frantumato, interpretabili come residui di pesta e cernita del minerale: quella operazione, cioè, che veniva effettuata subito fuori l'imboccatura della miniera per scegliere il minerale buono ed avviarlo al

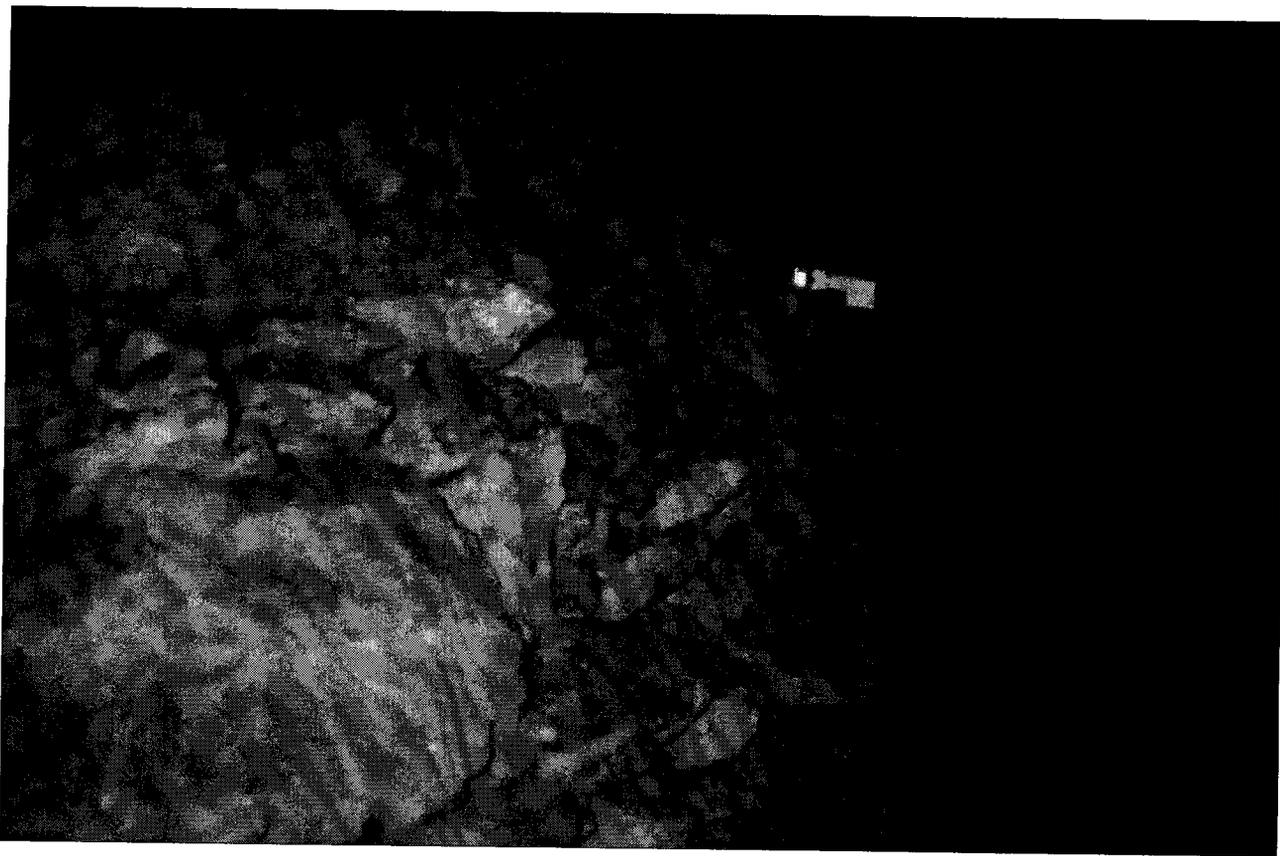


Foto n° 3. Lungo muretto a secco, composto da materiale di scarto, verso il fondo della Ferrera (foto A. Buzio).

successivo trattamento (lavaggio e trasformazione metallurgica). Forse, data la presenza di acqua all'interno della cavità, è possibile che venissero effettuate all'interno anche le operazioni di lavaggio (foto n° 3). Attorno e sotto i crolli si possono notare ulteriori scavi subverticali, sempre di ridotte dimensioni, e sovente non più percorribili a causa di cedimenti delle opere di contenimento e per l'occlusione di materiale franato dall'esterno (foto n° 4). In particolare, le imboccature di due 'pozzetti' sono protette da bassi e larghi muretti a secco, che si allungano a formare una sorta di corridoio d'accesso. (36). I 'muretti' sono a loro volta coperti da detrito fine, parzialmente cementato da veli di calcare e minuscole stalagmiti.

Esattamente in corrispondenza della strozzatura, a pochi metri dalla parete ovest, ai margini dei blocchi rocciosi, vi è l'imbocco a un cunicolo subverticale. E' servito da una sorta di corridoio con gli accessi alle estremità, caratterizzato da una serie di piccole e ordinate ripiene, che si sviluppa al di sotto di una grande lastra di roccia inclinata, che assolvendo la funzione di 'tetto' ha permesso la conservazione dell'intero cantiere. Il cunicolo si sviluppa per 11.5 m, per una profondità di circa 7 m. Gli ultimi 2 m sono in piano e lasciano lateralmente un diverticolo di 1.5 m, che

parrebbe un piccolo cantiere franato. Il tutto presenta numerose piccole opere di contenimento eseguite con perizia, ma al limite della stabilità. La consunzione del fondo, e in alcuni punti degli spigoli delle pareti, parrebbero indicare un lungo utilizzo. Di contro, dal momento che le uniche deboli tracce di scavo si possono rinvenire verso il fondo e nel diverticolo, emerge la perplessità che si possa trattare di un'opera di ricerca poi abbandonata. Non è da escludere l'eventualità che lungo il percorso siano state incontrate e asportate tasche di minerale, e che il lavoro proseguiva al di sotto del diverticolo.

In tutte queste opere sotterranee non sono presenti, sulle pareti o sulle volte, le tracce di alloggi per strutture lignee che avrebbero potuto migliorare la stabilità, in modo particolare durante l'avanzamento sotto i blocchi. Non è comunque escluso che venissero utilizzati alcuni puntelli 'volanti', nei luoghi più delicati e instabili, dei quali non ci è giunta alcuna traccia. Ulteriori tracce d'intervento si ritrovano all'interno delle profonde fenditure che attraversano i grandi blocchi, ma sono di difficile interpretazione, a causa di vari piccoli cedimenti e dalle deposizioni d'argilla. Il lavoro dentro e al di sotto dei blocchi è spiegabile con la necessità di raggiungere il piano di calpestio



Foto n° 4. Accesso a un cantiere con andamento quasi verticale, circondato da muretti a secco ricoperti da detriti (foto G. Padovan).

originario della grotta, oramai obliterato dall'imponente crollo, per ricercare l'eventuale deposito minerario. Inoltre, dato che la mineralizzazione si presenta diffusa e irregolare all'interno delle fratture nel calcare, gli stessi blocchi potevano contenere interessanti porzioni di mineralizzazione. Il metodo di abbattimento avveniva con attrezzi come scalpelli e punteruoli, battuti con la mazzetta. Sulle superfici sono presenti colpi puntiformi da punteruolo con punta piramidale piccola (circa 0.5 cm) e tracce di colpi di scalpello a punta piatta e larga dai 2 ai 4 cm. Sono presenti anche tracce parallele di 20-30 cm di lunghezza sia verticali che oblique, forse lasciate da un picco, o da un punteruolo a punta piramidale. Nell'ultimo cantiere, in direzione nord, si notano numerose tracce di un attrezzo a punta piatta e arcuata, larga 2.5 cm. Non si sono notati abbondanti resti di carbone di legna e tracce di arrostitimento delle superfici; si esclude pertanto l'utilizzo del fuoco (anche se l'ambiente grande e areato ne avrebbe consentito un uso efficace). Non sono visibili, in alcun luogo, tracce di fori da mina (fioretti) che segnalino l'utilizzo d'esplosivo nell'abbattimento. Questa ultima evidenza negativa è un importante *terminus ante quem* per la datazione.

La scalinata

Come si può osservare nel rilievo, salendo verso i grandi blocchi si notano alcuni brevi tratti di scalinata, mentre dalla sommità del crollo una analoga scalinata scende quasi senza interruzioni fino al termine della frana (37). Sempre scendendo, sulla destra se ne stacca un ulteriore breve tratto, in direzione dello stillicidio di maggiore entità presente nella grotta, che dà luogo a una piccola ma perenne cascata d'acqua. I gradini sono in lastre di roccia calcarea, piatti, dai bordi irregolari e larghi mediamente 50-60 cm, la cui pedata varia tra i 30 e i 40 cm (foto n° 5). L'altezza è sostanzialmente uniforme, compresa tra i 15 e i 20 cm. La parte discendente è in discreto stato di conservazione e solo in pochi punti ha ceduto; si possono contare 98 scalini. E' indubbiamente il percorso utilizzato dai minatori per raggiungere i cantieri e trasportare il materiale, nonché per raggiungere la fonte.

L'organizzazione del lavoro all'interno della grande cavità non poteva prescindere dalle "infrastrutture". In questo caso la presenza di molti fronti di lavorazione in tutte le direzioni e di varia entità, nonché la necessaria collocazione all'interno della caverna delle attività di pesta (e forse anche di lavaggio) del minerale,

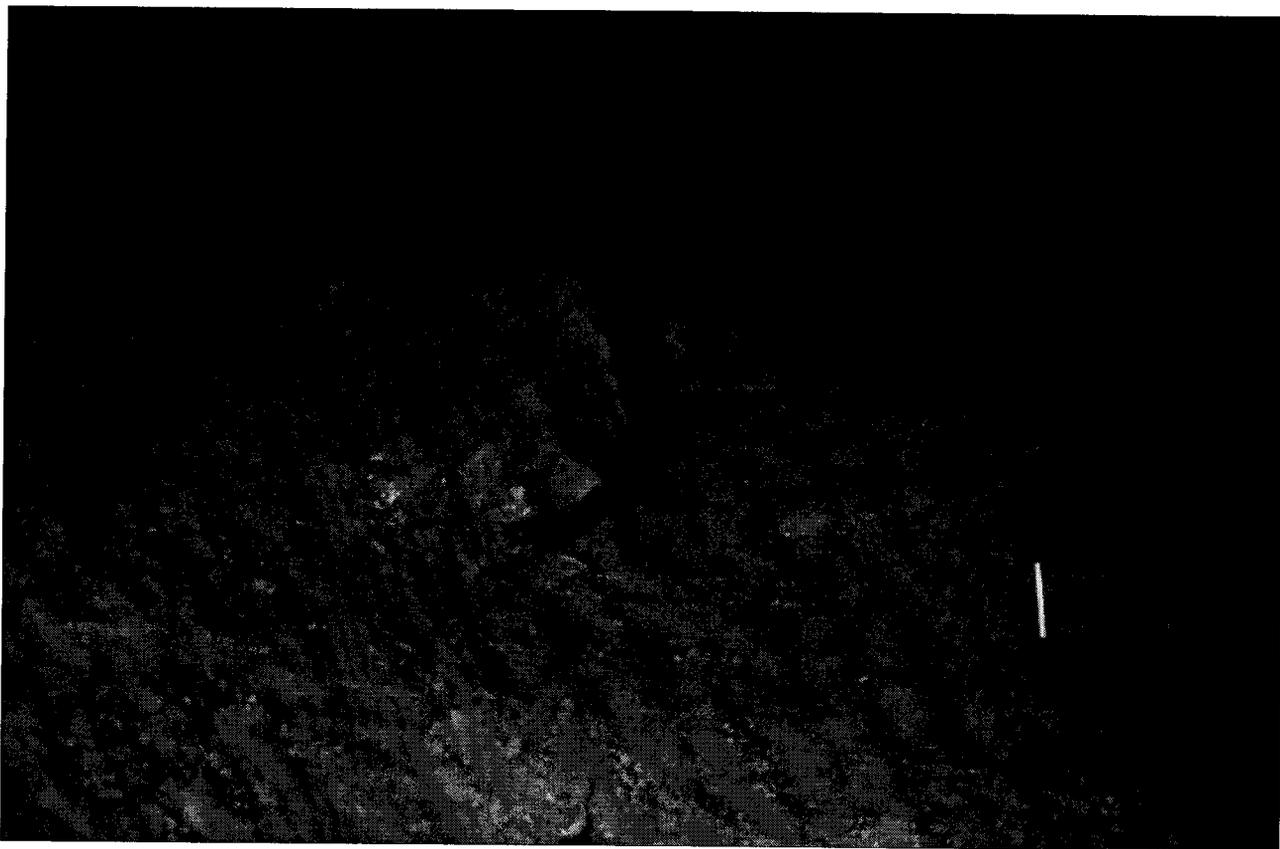


Foto n° 5. Gli scalini, che scendono lungo i 'placconi', ricoperti di argilla (foto G. Padovan).

hanno reso necessaria la realizzazione di una viabilità che doveva rendere agevole il passaggio soprattutto nella parte dei grandi blocchi dove il disagio di oltrepassare con un carico di minerale sulle spalle era maggiore.

Osservazioni

Nel lavoro di Cappa & C. (38) viene rilevato come la galleria d'ingresso si presenti 'anomala' rispetto alla restante cavità, anche a seguito dei risultati conseguiti mediante due sondaggi di scavo. L'osservazione è che il nicchione e la cavità interna fossero indipendenti, soprattutto perchè «nè all'interno durante numerosi sopralluoghi, nè all'imbocco durante lo scavo furono mai rinvenute tracce di morenico con elementi alpini», concludendo che «... lo sbocco della grotta all'esterno avvenne in tempi post-rissiani». A loro avviso, il collegamento si sarebbe creato a causa del grande crollo degli strati superiori. Occorre però osservare che le pareti della galleria conservano tracce di scavo, e per l'esattezza di 'coltivazione a gradini diritti'. Si può pertanto ipotizzare che il nicchione recasse tracce di un filone, il cui abbattimento abbia condotto a intercettare la retrostante sala. Oppure che -comunemente- a causa di fenomeni naturali si sia creato un

modesto varco, successivamente allargato artificialmente per asportare il minerale. La sistemazione dell'attuale strada ha lasciato verso valle un'alta massiciata, che ha modificato lo spazio antistante l'imbocco della grotta, probabilmente cancellando i resti della discarica. In asse con la galleria, a lato della massiciata, si nota un piccolo ma inciso canalone dai fianchi scoscesi, che parrebbe il naturale alveo di un corso d'acqua, che come tracciato non trova corrispondenza lungo il pendio al di sopra della cavità. Inoltre, la quota all'interno dell'alveo (come si può notare nella pianta) è pari a quella della cavità ai piedi della galleria d'accesso. L'impressione -da non scartare a priori- è che un tempo uscisse un corso d'acqua dalla Ferrera.

Riprendendo il lavoro di Cappa & C., a pag. 24 si legge: «... esistono molte indagini da proseguire, per esempio sulle caratteristiche dei depositi interni che, contrariamente ad una logica aspettativa, non hanno fornito sinora alcun reperto osteologico o di manufatti antichi». Anche in questo caso si trova spiegazione nel fatto che l'ambiente sia stato letteralmente 'stravolto' dai lavori di ricerca e di estrazione. E ben difficilmente si potranno rinvenire eventuali 'reperti', che non siano quelli lasciati da chi duramente vi lavorò.



Considerazioni

Innanzitutto generata da fenomeni naturali, la Ferrera rimane ampiamente interessata da attività minerarie. Per quanto riguarda il periodo di coltivazione anche in questo caso si può dire ben poco, se non ripetere le considerazioni espresse riguardo alla Grotta del Pallone. In via del tutto ipotetica si potrebbe pensare che in un determinato momento l'area sia stata globalmente interessata da una organizzata attività di ricerca e di sfruttamento. Tuttavia, non si escludono interventi più o meno sporadici in altri momenti. In generale, si può affermare che il sistema di coltivazione è "a seguire il filone", con gallerie irregolari ed estremamente anguste, quindi con un metodo di scavo riconducibile all'età antica o medievale, seppure siano presenti - in pochi casi - scavi intenzionali della roccia incassante (senza seguire la mineralizzazione) che presupporrebbero un diverso metodo di coltivazione, forse più recente. Questo potrebbe indicare una datazione ipotizzabile intorno al XV secolo. Anche lo scavare attraverso i grandi blocchi, con la sistemazione dei muretti a secco, non presente alla Grotta del Pallone, potrebbe rivelare, oltre che un diverso assetto naturale della mineralizzazione, un periodo differente di attività estrattiva.

Come già precedentemente detto, la totale assenza di tracce di fioretti escludono l'utilizzo dell'esplosivo e quindi cronologicamente l'attività estrattiva è sicuramente precedente la seconda metà del XVI secolo.

"... una busa di verso il lago"

<< E i maggior sassi scoperti che si truovno in questi paesi sono le montagne di Mandello, visine alle montagne di Leche e di Gravidonia. In verso Bellinzona a 30 miglia a Lecco, è quelle di valle Ciavenna; ma la maggiore è quella di Mandello, la quale à nella sua basa una busa di verso il lago, la quale va sotto 200 scalini e qui d'ogni tempo è diaccio e vento >> (Leonardo da Vinci, Codice Atlantico, f. 214 v.e.).

Per tradizione popolare si vuole che la <<busa di verso il lago>> sia la grotta Ferrera. E' indubbiamente situata nel Gruppo delle Grigne, ovvero identificabili anche come <<... la maggiore è quella di Mandello ...>>, ovvero la montagna di Mandello. Già nel Codice Atlantico, al foglio 573, si riporta: <<La Grigna è la più alta montagna ch'abbi questi paesi, ed è pelata>> (vedere nota 22). E' situata alle propaggini inferiori del massiccio (<<à nella sua basa >>), in direzione del ramo di Lecco del Lario (lago di Como), seppure non ci è parso di dover rilevare che <<qui d'ogni tempo vi è diaccio e vento>>, ma semplicemente che si trova in posizione defilata, 'in ombra'. In ogni caso

occorrerebbe effettuare degli studi climatologici riguardo al periodo in cui Leonardo visitò o transitò nella zona. Di contro, la <<busa>> potrebbe non essere questa: essendo l'area carsica e impervia, le grotte attualmente ignote devono essere ancora parecchie. L'unico dato che richiama il passo <<va sotto 200 scalini>> è la presenza delle rampe di scale osservate, e in particolare dell'ultima, che conserva un centinaio di gradini. Tenendo conto delle parti mancanti, la rampa discendente doveva contarne almeno 150 circa. E' invece il caso di rilevare che non si parla di attività mineraria. Si potrebbe supporre che questa fosse da tempo cessata, oppure che Leonardo non abbia visto la grotta e la sommaria descrizione gli sia stata riportata. Non crediamo che, qualora abbia visitato proprio la Ferrera, non ne sia rimasto colpito almeno dall'ampiezza. Leonardo conosce bene sia grotte che miniere e a tale proposito ricordiamo il passo riportato alla nota 22, dove menziona <<gli edificzi della vena dello rame e dello arzento>>. E per quanto riguarda le grotte, il Maestro ci dona una suggestiva e accorta descrizione di ciò che possa muovere l'uomo alla scoperta della natura e di quello che nell'animo si muova al cospetto dell'ignoto (39): <<E tirato dalla mia bramosa voglia, vago di vedere la gran copia delle strane forme fatte dalla artificiosa natura, raggiratommi alquanto infra gli ombrosi scogli, pervenni all'entrata d'una gran caverna; dinanzi alla quale, restato alquanto stupefatto e ignorante di tal cosa, piegato le mie reni in arco, e ferma la stanca mano sopra il ginocchio, e colla destra mi feci tenebre alle abbassate e chiuse ciglia; e spesso piegandomi in qua e in là per vedere se dentro vi discernessi alcuna cosa; e questo vietatomi per la grande oscurità che là entro era. E stato alquanto, subito salse in me due cose, paura e desiderio: paura per la minacciante e scura spilonca, desiderio per vedere se là entro fusse alcuna miracolosa cosa>> (Cod. Arundel 155 r).

Pur considerando le varie eccezioni, possiamo ragionevolmente supporre che la Ferrera sia la cavità menzionata, ma che della sua esistenza si sia tratta menzione da terzi.

Ipotesi di ricerca e note conclusive

Le tracce di attività mineraria per il momento conosciute nella Val Meria non sono sufficienti a permetterne un inquadramento storico e pongono, piuttosto che risolvere, alcune problematiche strettamente legate all'importanza del fattore minerario riguardo all'economia della valle.

L'analisi del metodo di coltivazione e di abbattimento non consente una precisa datazione delle attività minerarie



esaminate, anche se può dare importanti indicazioni al riguardo. E' necessario, quindi, proseguire il rilevamento geologico ed archeominerario e la documentazione di entrambe le attività minerarie (che risulta soltanto agli inizi). Si ritiene, inoltre, auspicabile per la continuazione della ricerca, oltre che l'esame al radiocarbonio di alcuni campioni di carboni da prelevare alla Grotta del Pallone, effettuare alcuni saggi di scavo archeologico all'interno di alcuni piccoli cantieri ripienati, nella galleria di carreggio ed infine all'esterno davanti alla 'bocca' di miniera della Grotta del Pallone. Una indagine di scavo all'interno della Grotta Ferrera potrebbe non essere altrettanto produttiva, data la continua presenza antropica che ha sconvolto in parte gli antichi depositi, anche se sarebbe possibile, in questo caso, documentare la lunga durata di uso della cavità fino ai nostri giorni.

Inoltre lo scavo archeologico potrebbe permettere di fare chiarezza sulle reali divisioni funzionali e sul funzionamento dell'attività mineraria in maniera più precisa rispetto ad un rilevamento basato su dati 'superficiali', ovvero senza l'utilizzo dell'indagine di scavo. Fondamentale, quindi, per la comprensione del sistema minerario della Val Meria, è l'inquadramento cronologico più preciso delle coltivazioni già individuate e prese in esame, l'individuazione di altre coltivazioni, la ricostruzione delle infrastrutture (viabilità, strutture di servizio) l'individuazione delle strutture di trasformazione metallurgica (forni di arrostitimento e di riduzione) e l'eventuale presenza di abitati abbandonati. L'asprezza della valle e i ripidi versanti dei monti non permettono di effettuare prospezioni di superficie tali da garantire una buona copertura del territorio, ma certamente una indagine più accurata anche attraverso l'analisi delle fonti documentarie può fornire importanti indicazioni in tal senso, in special modo per il periodo medievale e moderno, come del resto è già successo per altre aree oggetto d'indagine (40). Si può comunque aggiungere che le lavorazioni minerarie della Val Meria erano finalizzate all'estrazione del ferro. Sarebbe interessante riuscire, inoltre, a mettere in relazione questo territorio con eventuali 'correnti commerciali' di questo metallo, per poter meglio cogliere il peso economico di tale attività all'interno della valle e il suo rapporto con altri territori all'esterno. Certo è che anche la Val Meria deve essere a buon titolo annoverata tra le valli minerarie della Lombardia.

Per quanto concerne l'attività divulgativa, nell'ambito delle iniziative collaterali alla mostra organizzata dal Comune di Piombino "Leonardo a Piombino e l'idea della Città moderna tra Quattro e Cinquecento", si è tenuta a Piombino la conferenza "La Ferrera e le miniere

di Leonardo nella Grigna Meridionale" (20 febbraio 1999). Nel dicembre dello stesso anno tale conferenza è stata riproposta presso il Museo di Storia Naturale di Milano, ai soci del Gruppo Mineralogico Lombardo.

Note

1. BINI 1977. BINI, PELLEGRINI 1998.
2. BUZIO 1990. CARRIERI 1992. La grotta è stata scoperta nel 1987 dagli speleologi Annibale Bertolini e Gianluca Padovan, nei pressi della Grotta del Larice, cavità segnalata dal gestore del Rifugio Bietti, Sig. Gianola. Bertolini, già negli anni precedenti, aveva affermato l'importanza di estendere le indagini speleologiche anche al versante meridionale del Grignone, per meglio inquadrare il fenomeno carsico del massiccio.
3. BUZIO, FILIPAZZI 1992. Scoperta nel 1986 da Annibale Bertolini, tale grotta viene chiamata Cassiopea. Il nome è successivamente mutato per ricordare lo speleosub Paolo Trentinaglia, morto nel corso di un'operazione speleosubacquea nella Grotta dell'Elefante Bianco (VC).
4. Già conosciuto da tempo dagli alpinisti, l'accesso alla grotta è stato scoperto, dal punto di vista speleologico, dalle mogli di due speleologi del Gruppo Grotte Milano.
5. Si suppone che la risorgenza principale si trovi sotto il livello del lago di Como. Vedere utilmente PAVIA 1994.
6. Secondo Conato, Leonardo da Vinci avrebbe lasciato varie vedute delle Grigne; tali disegni sono oggi raccolti nel Codice Windsor. CONATO 1995. RECALCATI 1996.
7. Leonardo da Vinci, Codice Atlantico (f. 214 r.v.): <<A riscontro a Bellagio Castello è il fiumelaccio, el quale cade da alto più che braccia 100, dalla vena donde nascie, a piombo nel lago, con inistimabile strepido e romore. Questa vena versa solamente agosto e settembre>>.
8. CASELLA, COTURRI (a cura di) 1986.
9. CHIESA 1933.
10. SERVIDA 1948.
11. SERVIDA 1954.
12. FOCARILE 1960. FOCARILE 1960 a.
13. CIGNA 1960.
14. DE MICHELE 1961.
15. CAPPÀ 1964.
16. BINI, CAPPÀ, PELLEGRINI 1977.
17. SPELEO CLUB "I PROTEI" 1979. <<Un discorso a parte meritano quelle che abbiamo inequivocabilmente catalogate come miniere e quelle parti di cavità naturali allargate in alcuni recessi dalla mano dell'uomo. Non vorremmo cadere in una facile fantaspelologia ma, spesso e volentieri, queste opere hanno lasciato in noi una sensazione di stupore e, perchè no?, di disagio: cunicoli alti trenta-quaranta centimetri, a sezione semicircolare, larghi poco più del doppio, si snodano per alcune decine di metri per chiudersi improvvisamente a "cul de sac"; nicchie allargate a colpi di mazza e fioretto, ove è necessario compiere vere contorsioni per uscite e, infine, quel nerofumo untuoso, diffuso qua e là, che indica senza ombra di dubbio la precedente visita di un altro speleologo appartenente ad una "sottospecie" umana il cui salario non doveva senz'altro influenzare la quotazione del minerale estratto>>.
18. BOSCARDIN, DE MICHELE, SCAINI 1972, pp. 56-59. E' indicata sulla tavoletta I.G.M. 1:25.000, F° 32 I S.E. Lecco.
19. BOSCARDIN, DE MICHELE, SCAINI 1972, pp. 55-56. E' indicata sulla tavoletta I.G.M. 1:25.000, F° 17 II S.E. Premana.
20. BOSCARDIN, DE MICHELE, SCAINI 1972, pp. 64-68. Vedere la tavoletta I.G.M. 1:25.000, F° 32 II N.E. Pasturo.
21. Vedere in questi Atti il contributo: *Quadro delle evidenze sotterranee lombarde per una nuova lettura del paesaggio*.
22. Codice Atlantico, f. 573 -nuova numerazione-: <<In Valsassina, infra Vimogno e Introbbio a man destra entrando per la via di Lecco, si trova la Trosa, fiume che cade da uno sasso altissimo, e



cadendo entra sotterra e lì finisce il fiume. 3 miglia più in là si trova gli edifizii della vena dello rame e dello arzeno, presso una terra detta Pra Santo Petro, e vene di ferro cose fantastiche. La Grigna è la più alta montagna ch'abbi questi paesi, ed è pelata>>. Vedere utilmente TIZZONI 1993, pp. 311-329. TIZZONI 1995, pp. 66-68.

23. TIZZONI 1993, p. 311.

24. RASCHELLA' 1990. Si mette inoltre in evidenza il sistema di drenaggio riscontrato nelle gallerie.

25. TIZZONI 1990, pp. 229-236.

26. CASTELLETTI, CASTIGLIONI 1990.

27. Scoperta da Alberto Buzio, all'interno è stato trovato un pallone da calcio sgonfio. Non essendovi nelle vicinanze luoghi indicati con toponimi, è stata denominata "Grotta del Pallone".

28. La segnalazione è dello speleosub Roberto Barbierato, che notò il manufatto nel corso di una ricognizione all'interno della cavità alla fine degli anni Settanta.

29. MIRAGOLI 1987.

30. Dati tratti da MIRAGOLI 1987.

31. ANCEL 1994. BAILLY-MAITRE 1993. BAILLY-MAITRE, DUPRAZ 1994.

32. PIERRE 1993.

33. Citazione tratta da CAPPÀ, CIGNA, DE MICHELE, PAREA 1962, p. 21.

34. CAPPÀ, CIGNA, DE MICHELE, PAREA 1962. Un'anticipazione a tale lavoro è pubblicata negli Atti del V Congresso Speleologico Lombardo del 1959 (CAPPÀ 1959).

35. Dati tratti da CAPPÀ, CIGNA, DE MICHELE, PAREA 1962, p. 22

36. CAPPÀ, CIGNA, DE MICHELE, PAREA 1962, p. 26: <<Qua e là si notano le tracce di alcuni muretti costruiti durante gli eventi bellici del 1943-1945>>. Occorre notare che, dal punto di vista tattico e difensivo, tali opere non trovano motivo di esistere, in quanto -collocate a ridosso del 'placcone'- facilmente individuabili e colpibili.

37. In CAPPÀ, CIGNA, DE MICHELE, PAREA 1962, p. 26, vi è un accenno agli scalini: <<Da (K) si risale lungo una scalinata artificiale fino ai punti (Y) oppure (U), presso la parete più alta del banco crollato>>.

38. CAPPÀ, CIGNA, DE MICHELE, PAREA 1962, p. 30-32.

39. BUZIO, PADOVAN 1999. Lo scritto leonardesco è stato tratto da MARINONI 1980.

40. TIZZONI 1995.

Bibliografia

ANCEL 1994 =

B. AnceI, *Les mines d'argent des Gorges du Fournel*, Briançon 1994.

BAILLY-MAITRE 1993 =

M.C. Bailly-Maitre, *Les mines médiévales et modernes. Aspect techniques*, in *Archeologia delle attività estrattive e metallurgiche*, R. Francovich (a cura di), Firenze 1993, pp. 335-379.

BAILLY-MAITRE, DUPRAZ 1994 =

M.C. Bailly-Maitre, B. Dupraz, *Brandes en Oisan. La mine d'argent des Dauphins (XII-XIV s.)*, Isère, Lyon 1994.

BINI 1977 =

A. Bini (a cura di), *Natura in Lombardia. Le Grotte*, Regione Lombardia, Assessorato Ecologia e Beni Ambientali, Milano 1977.

BINI, CAPPÀ, PELLEGRINI 1977 =

A. Bini, G. Cappà, A. Pellegrini, *Ricerche sugli aspetti del fenomeno carsico profondo nel Gruppo delle Grigne (Lombardia): V*

- *Il carsismo nella zona del Bregai-Val laghetto (Circo di Moncodeno). Parte II*, in *Le grotte d'Italia*, serie IV, vol. VI, Società Speleologica Italiana, Bologna 1977, pp. 5-69 e tav. fuori testo.

BINI, PELLEGRINI 1998 =

A. Bini, A. Pellegrini (a cura di), *Geologia Insubrica. Il carsismo del Moncodeno*, Rivista di Scienze della Terra, vol. 3, n° 2, Milano 1998.

BOSCARDIN, DE MICHELE, SCAINI 1972 =

M. Boscardin, V. De Michele, G. Scaini, *Itinerari mineralogici della Lombardia*, Museo Civico di Storia Naturale, Milano 1972.

BUZIO 1990 =

A. Buzio, *L'abisso Orione nel Circo del Rifugio Bietti*, Il Grottesco, Bollettino del Gruppo Grotte Milano S.E.M.-C.A.I., Milano 1990, pp. 24-27.

BUZIO, FILIPAZZI 1992 =

A. Buzio, M. Filipazzi, *Grotte e abissi di Lombardia*, vol. 1, Milano 1992, pp. 1-204.

BUZIO, PADOVAN 1999 =

A. Buzio, G. Padovan, *L'ignoto anche sotto di noi*, No Limits world, anno VIII, n° 79, Milano 1999, pp. 146-153.

CAPPÀ 1959 =

G. Cappà, *Recenti ricerche del Gruppo Grotte Milano alla Grotta "La Ferrera" 1502 Lo-Co (Gruppo delle Grigne - Lombardia Centrale)*, in *Rassegna Speleologica Italiana*, Società Speleologica Italiana, anno XI, fasc. 3, Como 1959, pp. 90-92.

CAPPÀ 1964 =

G. Cappà, *Considerazioni generali sul fenomeno carsico del Gruppo delle Grigne con particolare riguardo alle forme sotterranee*, Universo, vol. 2, Milano 1964, pp. 197-226.

CAPPÀ, CIGNA, DE MICHELE, PAREA 1962 =

G. Cappà, A. Cigna, E. De Michele, G. C. Parea, *Ricerche sugli aspetti del fenomeno carsico profondo nel Gruppo delle Grigne (Lombardia). IV. - La caverna Ferrera di Mandello 1502 Lo*, in *Atti della Società Italiana di Scienze Naturali e del Museo Civico di Storia Naturale di Milano*, vol. CI, Milano 1962, pp. 20-42.

CARRIERI 1992 =

G. Carieri, *L'Abisso Orione*, in *Grotte*, Bollettino del Gruppo Speleologico Piemontese CAI-UGET, n° 108, Torino 1992, pp. 25-33.

CASELLA, COTURRI 1986 =

L. Casella, E. Coturri (a cura di), *Niccolò Stenone. Opere scientifiche. Traduzione integrale dai testi originali*, vol. II, Milano 1986.

CASTELLETTI, CASTIGLIONI 1990 =

L. Castelletti, E. Castiglioni, *Resti lignei del XII-XIII secolo della miniera "VIII Sfera"*, in *Le attività minerarie in Milano e la Lombardia in età Comunale, sec. XI-XIII*, AA. VV., Milano 1990, pp. 239-242.

CHIESA 1933 =

C. Chiesa, *Grotte e voragini di Lombardia*, tesi di laurea anno accademico 1932/33, cap. II, Milano 1933, pagine non numerate.

CIGNA 1960 =

A. Cigna, *Ricerche sugli aspetti del fenomeno carsico profondo nel Gruppo delle Grigne - II - Ricerche di meteorologia ipogea nel Gruppo delle Grigne*, in *Atti della Società Italiana di Scienze Naturali*, vol. 99, fasc. 1, Milano 1960, pp. 87-108.



CONATO 1995 =

L. Conato, *Ipotesi e suggestioni*, Mostra fotografica dei disegni vinciani e località lombarde, Catalogo della mostra, 1995, pagine non numerate.

DE MICHELE 1961 =

E. De Michele, *Osservazioni e misure sulle sorgenti del Gruppo delle Grigne (Como, Lombardia)*, Milano 1961, pp. 275-334.

FOCARILE 1960 =

A. Focarile, *Recenti ricerche del Gruppo Grotte Milano nelle Grigne (Lombardia centrale)*, in *Atti del IV Congresso di Speleologia Lombardo*, Rassegna Speleologica Italiana, Società Speleologica Italiana, anno 11, fasc. 3, Bologna 1960, pp. 88-89.

FOCARILE 1960 a =

A. Focarile, *Ricerche sugli aspetti del fenomeno carsico profondo del Gruppo delle Grigne. I - Le attuali conoscenze sul carsismo profondo del gruppo delle Grigne*, in *Atti Istituto Scienze Naturali*, vol. 99, fasc. 1, Milano 1960, pp. 275-334.

MARINONI 1980 =

A. Marinoni (a cura di), *Leonardo da Vinci. Scritti letterari*, Milano 1980, pp. 184-185.

MIRAGOLI 1987 =

M. Miragoli, *La Grotta del Pallone (ovvero una vecchia leggenda...)*, Il Grottesco, Rivista del Gruppo Grotte Milano S.E.M.-C.A.I., n° 48, Milano 1987, pp. 33-35.

PAVIA 1994 =

R. Pavia, *Idrogeologia del sistema "W le Donne-Grotta di Fiumelatte"*, in *Grotte di Lombardia*, Rivista dell'Ente Speleologico Regionale Lombardo, vol. 1, Milano 1994, pp. 23-27.

PIERRE 1993 =

F. Pierre, *Etude de l'apparition de la poudre noire dans l'évolution des techniques minières de percement*, in *Archeologia delle attività estrattive e metallurgiche*, R. Francovich (a cura di), Firenze 1993, pp. 413-423.

RASCHELLA' 1990 =

E. Raschella, *Considerazioni geolitologiche sulla miniera "VIII Sfera"*, in *Le attività minerarie in Milano e la Lombardia in età Comunale, sec. XI-XIII*, AA. VV., Milano 1993, pp. 237-238.

RECALCATI 1996 =

A. Recalcati, *La cresta Segantini di Leonardo*, Rivista della Montagna, n° 194, Torino 1996, pp. 44-53.

SERVIDA 1948 =

E. Servida, *Catasto speleologico delle Grigne*, Il Grottesco, Bollettino del Gruppo Grotte Milano S.E.M.-C.A.I., n° 8, Milano 1948, pp. 25-29.

SERVIDA 1954 =

E. Servida, *Catasto speleologico delle Grigne*, tesi di laurea anno accademico 1953/54, Università Cattolica del Sacro Cuore, Milano 1954.

SPELEO CLUB "I PROTEI" 1979 =

Speleo Club "I Protei", *Ricerche sugli aspetti del fenomeno carsico profondo nel Gruppo delle Grigne (Lombardia): VI - Il carsismo nelle zone marginali (Lecco, Ballabio, Abbadia Lariana, Mandello e Olcio)*, in *Atti del IX Convegno di Speleologia Lombarda*, Lecco 1979, pp. 29-40.

TIZZONI 1990 =

M. Tizzoni, *Le attività minerarie*, in AA. VV., *Le attività minerarie in Milano e la Lombardia in età Comunale, sec. XI-XIII*, Milano 1993, pp. 229-236.

TIZZONI 1993 =

M. Tizzoni, *A proposito della <<vena del rame e dello argento>> di Leonardo da Vinci*, Rassegna Vinciana, fasc. XXV, 1995, pp. 311-329.

TIZZONI 1995 =

M. Tizzoni, *Il comprensorio minerario e metallurgico valsassinese*, Materiali. Monografie Periodiche dei Musei Civici di Lecco, anni IX-X, Lecco 1995, pp. 1-99.



Appendice

“A Cosimo III Granduca di Toscana”

Serenissimo Padrone.

La grotta di Moncoden ha passato di molto ciò che io me n'aspettava, offerendomi particolarità mai prima né lette da me appresso altri, né con altra occasione venutemi in pensiero, e verificando all'occhio l'opinione, che la grotta sopra Gresta mi fece comprendere per via di ragione. Le particolarità principali consistono nella conformazione del ghiaccio, differentissima da quel che finora ho visto, ed in alcuni pezzi tanto simili alla conformazione del cristallo, che non più mi meraviglio, se molti hanno tenuto il cristallo per ghiaccio indurito, trovandovisi somiglianza, non solamente di trasparenza, ma anco di figura; e di simili apparenze mi lascerei facilmente tirare al medesimo sentimento, se due esperienze non me ne tenevano lontano, l'una negativa, del non aver io sentito essersi trovato cristallo nel ghiaccio di qualunque di quelle grotte, delle quali si ha notizia; l'altra affermativa, del trovarsi cristallo anche in quelli luoghi, dove il ghiaccio non arriva a finir l'anno, anzi dove mai non si fa ghiaccio.

Ma per tornare alla nostra grotta, vi si trova il ghiaccio parte nel mezzo della grotta in forma di colonne, e ciò in luoghi dove cascano continue goccioline d'acqua; parte lungo il masso nel lato opposto alla bocca, in tanta varietà di figure quanto sono varie sorti d'incrostamenti, e ciò in luoghi del masso sempre bagnati; parte nel fondo della grotta intorno alle colonne. Del resto non vi trovai acqua nel fondo della grotta, né ghiaccio di super- // ficie parallela all'orizzonte. Gli incrostamenti laterali, benchè sottilissimi, tenevano fortemente attaccati al masso, fino a tanto che il calore della mano o della fiamma gli staccava, e ve n'erano alcuni in forma di più goccioline lucidissime rapprese l'una accanto all'altra; altri in forma di colonnelle poste l'una sotto l'altra per linea dritta (conforme nel primo profilo l'un e l'altro si vede alle lettere f, c,) delle quali quelle che io viddi, erano tutte purissime senza veruna vescichetta, cosa altrimenti rara nel ghiaccio.

Le colonne di mezzo erano anch'esse quasi tutte composte di simili colonnelle, disposte in giro intorno all'asse, sicchè nella superficie delle colonne rappresentavano un grappolo d'uva (conforme si vede ne' due profili, uno fatto lungo l'asse, l'altro perpendicolare all'asse). Alcune di esse colonne erano come se con un cilindro fossero state perforate lungo l'asse (A), altre non erano vote, che nella parte superiore; lo sca-

vamento d'una non formava un cilindro, ma una figura composta quasi di più globi, posti l'uno sopra l'altro (B).

La situazione delle colonne nel mezzo della grotta fa una vista bizzarra (conforme si vede nel primo e secondo profilo della grotta, figure fatte a giudizio dell'occhio al lume d'una candela, non secondo l'esattezza d'una giusta misura essendo pericoloso il camminarvi sopra quelle croste inuguali del ghiaccio). Non v'era vento sensibile nella grotta, come sopra Gresta, né, accostando la candela a quelle fessure del masso, dove si poteva arrivare, fuvvi osservato moto veruno della fiamma; v'era nondimeno un freddo sensibilissimo a segno che in breve tempo mi si ghiacciavano i piedi; e la neve, ch'io stimo doversi trovare alla grotta di Gresta, si trova qui in quantità grandissima alla bocca della grotta. //

Arrivato alla grotta stracco da una strada piena non meno di spavento per le balze precipitose, e sotto e sopra essa strada, che di fatica per le salite difficili, e sopraffatto da tante novità, non mi ricordai di fare molte osservazioni, che ora mi vengono in mente, e che altrimenti forse vi avrei fatte, se fosse stato luogo più vicino all'abitato, e non un paese più frequentato da caprette e camozzi, che da uomini; con tutto ciò penso d'aver osservato tanto in queste due grotte di Gresta e di Moncoden, che, con fare alcune poche esperienze intorno al ghiaccio artificiale, si potranno determinare diversi dubbj intorno al freddo e caldo de' luoghi sotterranei. Almeno dalla grotta di Moncoden per ora veggo che si cavano le seguenti conclusioni:

1. Che non v'è caldo dentro la grotta, quando v'è freddo fuori di essa. Il che non solamente so dalla relazione de' pastori pratici del luogo, che tutti d'accordo chiamano il ghiaccio della grotta un ghiaccio eterno e, come eglino lo spiegano, un ghiaccio che v'è da che il mondo è mondo; ma inoltre lo concludo dalla neve, la quale non vi si troverebbe quando è caldo fuori, se, quando nevicava fuori, dentro vi fosse caldo.

2. Che il ghiaccio vi si fa anco la state; e ciò parimenti per due ragioni; la prima è la relazione degli'istessi pastori, che per i gran caldi conducono le pecore a queste montagne, e mancandovi la neve fuori, vanno pigliare il ghiaccio di questa grotta, non essendovi altr'acqua per il bisogno loro e quello delle pecore, se non quella che cavano dal ghiaccio e dalla neve, i quali asseriscono rifarsi le colonne dopo essere state portate via. La seconda ragione mi viene cavata dagli'incrostamenti del ghiaccio, i quali, benchè sottili, stanno tuttavia fortemente attaccati // al masso; il che



non si sarebbe in un luogo bagnato, se nell'istesso tempo non fosse nella pietra freddo bastante per ghiacciarla.

3. Che l'acqua che vi si ghiaccia, non vi viene copiosa, ma quasi insensibile, piuttosto portatavi dentro dall'aria, che condottavi per la fessura del masso; e ciò parte per sentirvisi cadere all'intervallo di pochi minuti le goccioline, parte per vedervisi un ingrossamento di colonne, che non può essere dall'istesse goccioline, le quali piuttosto tengono aperto lo scavo della colonna, dove cascano, che non attribuiscono all'ingrossamento di esse per il quale vi vuole un umido che s'attacca ugualmente per ogni intorno della colonna.

4. Che il freddo della grotta non viene dalla concentrazione del freddo interno per l'accrescimento del caldo esterno, ma dalla freddezza della neve, che, trovandosi vicino alla bocca, conserva le parti più interne alla grotta sempre fredde; né si trova incrostamento di ghiaccio sopra la neve in quel luogo, né l'istessa neve rassomiglia alla neve ghiacciata, anzi la di lei consistenza in ogni modo è simile alla consistenza della neve che si trova nelle cime de' monti la state ed in altri luoghi dove, fondendosi a poco a poco la neve, l'acqua di sotto vi trova il suo esito; conforme bisogna, che si faccia parimente in questo luogo, scemandovisi la neve, e non trovandosi per tutto dove vi si può arrivare né acqua né ghiaccio di superficie orizzontale; sicché nell'istessa grotta, mentre che si fonde la neve vicina alla bocca, si ghiaccia l'acqua lontana da essa bocca. A questo proposito dà grand lume una relazione de' pastori, che riferiscono, negli anni, quando v'è meno neve trovarsi a canto al legno, che serve di scala, una caverna profondissima tra il masso e il ghiaccio, e che buttatevi dentro una pietra si sente ruzzolare per // lunghissimo spazio di tempo. Il ghiaccio, che si conosce allora fare il fondo della grotta, è quello che chiamano un ghiaccio eterno, per trovarvisi egli ogni anno il medesimo, e per essere, secondo la loro opinione, di grandissima quantità. Ho sentito degli altri dire, che il fiume Latte abbi parte della sua acqua dallo struggimento di questa neve; ma comunque si sia di questo, certo è che dando il sole tutto lungo il giorno, eccettuate poche ore della mattina, sopra il pendio di questa montagna, non è maraviglia, se la neve ed ghiaccio vicino alla scala (k) si fondi dal riscaldamento della pietra tra (a) e (k) nel primo profilo, il che viene confermato dalla facilità, colla quale si sprofonda con un bastone lunghissimo la neve accanto alla scala k; il che non si farebbe, se l'acqua della neve vi si ghiacciasse.

Sarebbe da aggiugnervi delle altre riflessioni,

e l'istesse osservazioni e riflessioni finora addotte senza dubbio potrebbero con più ordine e chiarezza spiegarsi; ma essendomi nello scrivere scappato insensibilmente più tempo di quel che io m'era imaginato, prego Vostra Altezza Serenissima di scusarmi, se con questo ordinario non posso né ordinare altrimenti ciò che ho già scritto, né passare alla relazione della irregolarità dell'accrescimento e scemamento dell'acqua Pliniana, e dell'asciugarsi nell'inverno l'amplissima grotta, donde precipitoso esce tutta la state il fiume Latte, e di altre curiosità del lago, delle quali spero fra poco in persona fare la relazione a Vostra Altezza Serenissima cercando di valermi della prima occasione che mi si presenterà per Bologna. Una cosa sola non potrei tralasciare senza somma ingratitudine, cioè è il raccomandare a Vostra Altezza Serenissima gli uffizii resimi dal Signor Francesco Buondichi nel viaggio del lago, e per i meriti acquistati da lui appresso i cavalieri padroni di quei paesi, e per la sollecitudine colla quale egli m'ha procurato in ogni occorrenza ogni comodità possibile, assistendomi // da per tutto, anco nel visitare i più alpestri luoghi, con altrettanta curiosità che cortesia. Il Signor Canonico Settala si raccomanda alla protezione di Vostra Altezza Serenissima ed io con ogni umiltà, supplicandola a continuarmi la medesima ed a scusare i mancamenti d'una frettolosa scrittura, le auguro ogni desiderato contento e grandezza. Di Vostra Altezza Serenissima umilissimo, obbligatissimo servitore.

Niccolò Stenone

Milano a'19 d'Agosto 1671

(Tratto da: L. Casella, E. Coturri, *Niccolò Stenone, opere scientifiche. Traduzione integrale dai testi originali*, II vol., Firenze 1986).

Nota:

La Grotta sopra Gresta, di cui parla Stenone, è situata a nord-est del lago di Garda.

PROFILO FATTO PER LUNGO DELLA GROTTA

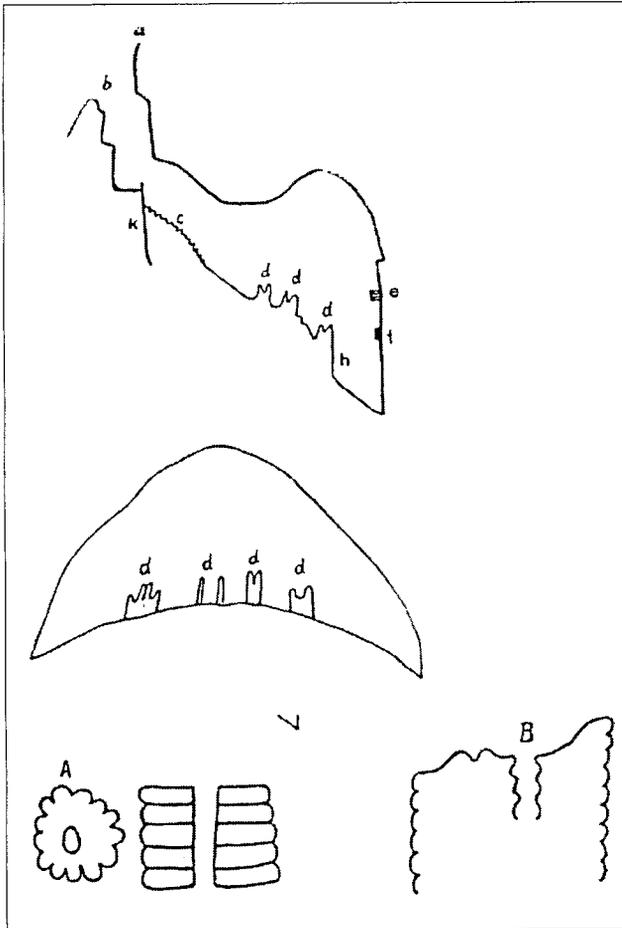
- a a. Pendio del monte volto al dimezzo tra settentrione e ponente.
- b. Bocca della grotta.
- c. Scalini fatti dalla neve.
- d d d. Colonne di ghiaccio.
- e. Colonnelle di ghiaccio attaccato al masso.
- d h. Il lato più lungo di una colonna alta 6 braccia.



- x. Legno lunghissimo che serve da scala, quando non v'è neve alla bocca, per ora quasi tutta coperta di neve a conto del quale i pastori dicono che vi sia una caverna profondissima tra il ghiaccio e il masso.

PROFILO FATTO PER IL TRAVERSO DELLA GROTTA

- d d d. Colonne di ghiaccio in mezzo della grotta, alcune sottili quanto un braccio, altre grosse più d'un uomo





Italo Riera

Risorsa idrica e fenomeno insediativo: qualche appunto*

Sommario

L'acqua è una necessità biologica. In ogni epoca e presso ogni cultura il fattore acqua risulta determinante: non esiste insediamento senza di esso. Trattazione riguardante lo sfruttamento delle risorse idriche e lo sviluppo della tecnologia idraulica nel passato.

Abstract

Water is a biological need. In every age and culture the factor water is determinant: there is no settlement without water. Treatment concerning the exploitation of water resources and the development of hydraulic technology in the past.

L'acqua è necessaria al ciclo biologico di tutti gli esseri viventi, i quali, per inciso, ne sono costituiti in una misura che varia fra il 55 e il 95 % circa (1).

Se l'acqua è dunque un'imprescindibile e costante necessità biologica, ne consegue che in ogni epoca, in ogni cultura, in ogni ambiente essa costituisce una causa determinante degli insediamenti e/o della creazione di punti-tappa, a seconda che l'uomo adotti forme di vita stanziali o nomadi.

Benché vada tenuta presente l'oscillazione della soglia minima di disponibilità *pro capite* dell'acqua a seconda dell'adattamento ai vari ambienti delle singole popolazioni umane -riflettiamo solo alla macroscopica differenziazione della presenza d'acque nel Settentrione e nel Meridione d'Italia, per non citare casi più estremi- e benché talora si assista anche al voluto allenamento alle privazioni di singoli gruppi, vuoi per esigenze militari -si rammenti, ad esempio, il ritratto sallustiano di Catilina, che 'aveva un fisico incredibilmente resistente ai digiuni, al freddo, alle veglie' (La congiura di Catilina, V, 3) vuoi per scelte religiose -andiamo agli anacoreti delle Meteore o agli Esseni di Qumran- vuoi per i più disparati motivi, del resto

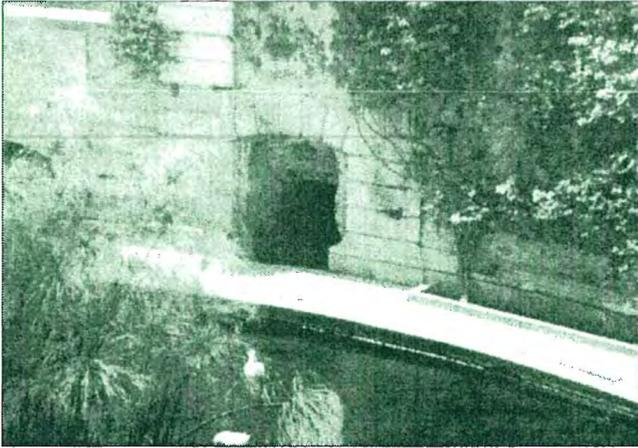
sempre contingenti, la disponibilità di acqua, *in situ* o comunque reperibile, è da sempre uno dei fattori di cui si è tenuto conto nella scelta dei luoghi di insediamento.

Pensiamo a tutti i casi in cui la sorgente o le sorgenti che hanno reso possibile uno stanziamento vengono avvolte da una protettiva tela di racconti mitici: la siracusana *Aretusa*, la *Perseia* di Micene, il *Fons Iuturnae* di Roma, le corinzie *Peirene*, *Glaukes*, *Lerna*. O ancora pensiamo ad uno degli epiteti omerici di Argo: *polydipsion*, 'piena di sete' (Iliade, IV, 171), e ad Aristotele, quando sostiene che una città <<... deve soprattutto disporre, sul proprio territorio, di acqua abbondante e di sorgenti>> (Politica, VII, 11, 3).

Porrei dunque un postulato che credo si possa riassumere così: esiste acqua senza insediamento, ma non può esistere insediamento senza acqua.

Posta questa necessaria premessa, ci si può ora addentrare nella vera e propria questione, che -per formazione- affronto ovviamente dal solo punto di vista antichistico, tacendo per forza di cose tutti gli aspetti, pur interessantissimi, inerenti i periodi successivi. Mi risulterebbe impossibile, più per la scarsità dei dati in mia conoscenza che per altri motivi, tracciare un quadro 'esaustivo' delle forme con cui l'acqua è stata cercata, trasportata, conservata, usata, smaltita nel corso dei secoli e dei millenni. Credo pertanto che sia più opportuno cercare di portare il nostro ragionamento su

* Il presente contributo è e vuole essere solo un tentativo -sicuramente immaturo, ma, credo, ormai non più prematuro- di focalizzare la questione epistemologica insita nei moderni approcci 'scientifici' alla realtà multiforme dell'idraulica antica. Per i riferimenti di fondo, soprattutto di carattere bibliografico, rimando per comodità a: RIERA 1994.



Siracusa. Sistemazione attuale della Fonte Aretusa, ad Ortigia. La presenza di tale sorgente d'acqua dolce fu certo uno dei principali motivi che pesarono sulla scelta del sito per la fondazione della nuova colonia corinzia (foto I. Riera).

quelle che possono essere -per grandi cenni- le linee di sviluppo, i vari stadi dell'uso dell'acqua; e qui mi viene in mente che stiamo assistendo in questo torno di tempo ad un'ennesima variazione delle modalità di rifornimento dell'acqua potabile: dal rubinetto (acqua pubblica/servizio) alla bottiglia in PET (acqua 'privata'/bene commerciabile), con connotazioni d'uso interessanti anche come segnale sociologico.

Non si indulga, perciò, come sarebbe forse automatico, nel riconoscere ad alcune culture uno stadio 'arcaico' di utilizzo della risorsa idrica, ad altre uno stadio 'avanzato'; si osservi invece che soltanto la necessità induce a mutare gli schemi di approvvigionamento, in questo caso idrico, e che perciò, nella maggioranza dei casi, un mutamento dei sistemi di rifornimento idrico sottende un avvenuto mutamento dei livelli medi e quindi delle esigenze di vita.

Questa fase -diciamo così- 'istruttoria' del mio discorso può apparire prolissa, ma, in effetti, la mia intenzione non è quella di enumerare una serie di soluzioni tecniche dell'idraulica antica; vorrei invece cercare di focalizzare il rapporto esistente fra soluzione tecnica e stadio culturale, sul piano generale. Prima di fare questo però, ritengo comunque opportuno ricordare alcuni dati di principio in relazione con l'idraulica antica, senza tenere in conto i quali si rischia, senza meno, un'errata prospettiva di lettura:

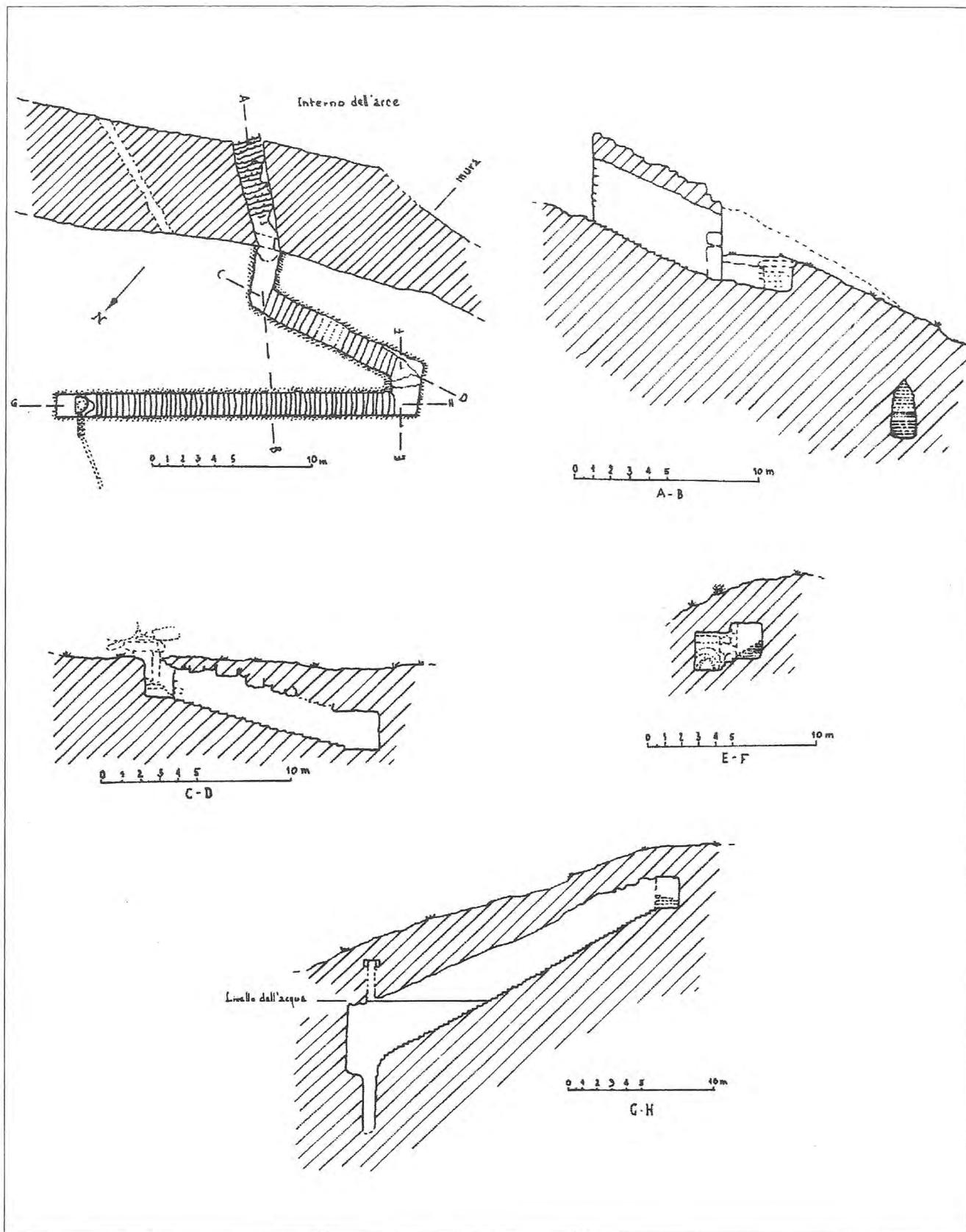
- dal punto di vista idrologico, se i criteri e i parametri di scelta delle acque possono differire, talora notevolmente, rispetto ai canoni odierni, dobbiamo tener presenti le diverse e più favorevoli condizioni ambientali dell'antichità, in cui l'occasione più frequente - anche

se non certo l'unica - di inquinamento delle acque era di carattere biologico, danno, questo, che in genere non coinvolge le falde e le riserve. Inoltre tale tipo di inquinamento era solitamente conseguenza di eventi eccezionali, collegati con morie di bestiame o con deleterie attività umane, come la guerra e le sue stragi: si pensi all'esempio mitico dello sterminio di Troiani operato nello Scamandro 'bella corrente' da Achille, che, furibondo, 'l'acqua arrossava di sangue' al punto da suscitare l'irata reazione del fiume-dio (Iliade, XXI, 7-283), e, per fare un triste accostamento contemporaneo, si ricordino le acque del Piave 'rosso di sangue del nemico altero' dalla Gola di Vas fino alle Grave di Papadopoli, dopo la Battaglia del Solstizio del 1918, o la catastrofe ecologica provocata nel sistema lacustre Kivu-Tanganica, letteralmente intasato da decine di migliaia di cadaveri di Ruandesi, periti nella recente guerra civile;

- dal punto di vista idraulico va invece tenuto costantemente presente che, tranne in casi particolari e circoscritti, l'idraulica antica sfrutta sempre ed esclusivamente il principio di caduta dei gravi per il trasporto e il deflusso delle acque e che quindi tutte le applicazioni tecniche sono basate sulla maggiore o minore consapevolezza di questo fenomeno fisico e delle sue manifestazioni.



Ercole presenta ad Euristeo, nascosto nel pythos, il cinghiale d'Erimanto. Particolare di una coppa a figure rosse di Onesimo (500-490 a.C.) conservata al British Museum di Londra. (Da Charbonneaux J., Martin R., Villard F., La Grecia arcaica, Milano 1978, fig. 393, p. 344).



Micene - Planimetria e sezioni della Fonte Perseia, la principale risorsa idrica della famosa cittadella preistorica dell'Argolide. Il sistema, completamente sotterraneo, permetteva di accedere alla fonte, posta fuori dalle mura, al coperto dall'eventuale insidia nemica. (Ridisegnato da KARO 1934, tavv. XII-XIII).



Lasciò lì il morto, poi che gli tolse la vita, / disteso sul greto, lo inzuppava l'acqua nera. / Anguille e pesci intorno a lui si affannavano' (Iliade, XXI, 201-203). Soldato morto presso l'argine del Piave a Fossalta, il 22 giugno 1918 (foto Archivio Riera).

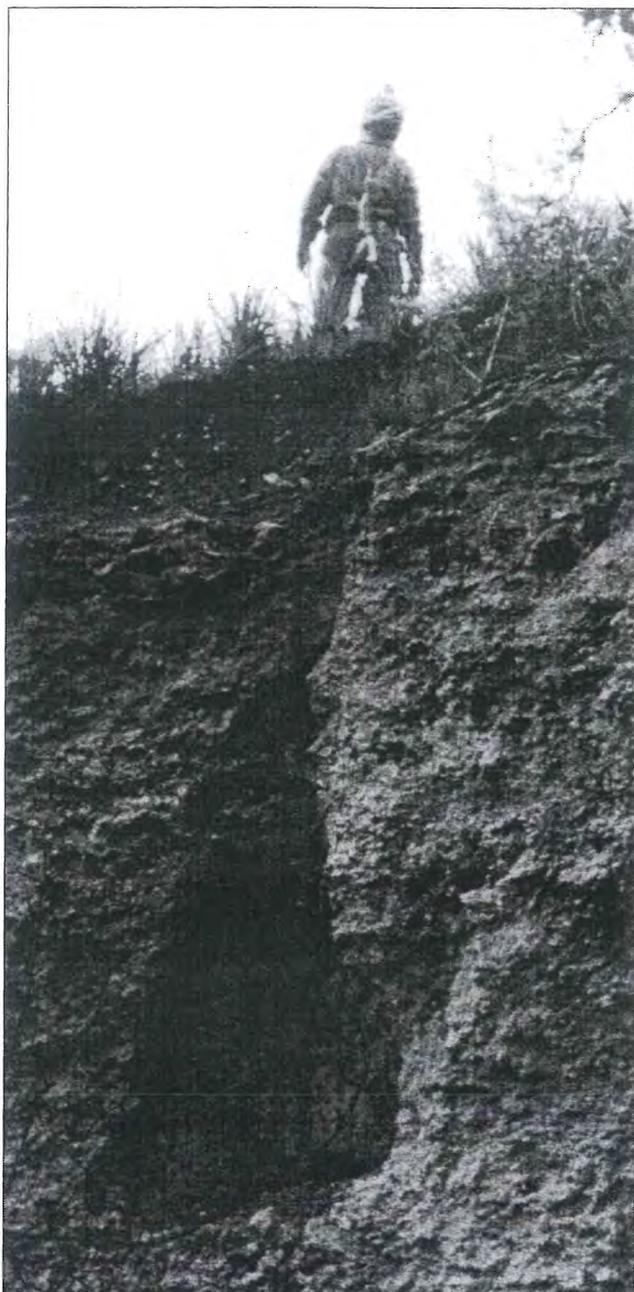
Mi pare possibile, a questo punto, definire alcune 'fasce d'età' -se mi si passa l'immagine- relativamente alla cultura idraulica; mi auguro però, nel contempo, che la banalizzazione del processo storico che sono costretto ad introdurre per spiegarmi non venga presa alla lettera: evidentemente la realtà delle cose non può essere così manichea! Potremmo dividere la storia 'idraulica' dell'antichità in tre stadi:

1. sfruttamento delle risorse idriche senza modifiche

del loro stato ambientale o con lievi modifiche;

2. sfruttamento delle risorse idriche nel quadro di insediamenti afferenti ad entità etno-politiche autonome o comunque slegate da contesti di forte accentramento amministrativo: mappatura puntiforme;

3. sfruttamento delle risorse idriche nel quadro di insediamenti afferenti ad entità etno-politiche fortemente accentrate dal punto di vista politico-amministrativo: mappatura a rete.



Cisterna a bottiglia. Denominazione: Pozzo in Sezione. Numero di catasto: CA 01072 LA VT. Ubicazione: Civita di Tarquinia (VT) (foto G. Padovan).

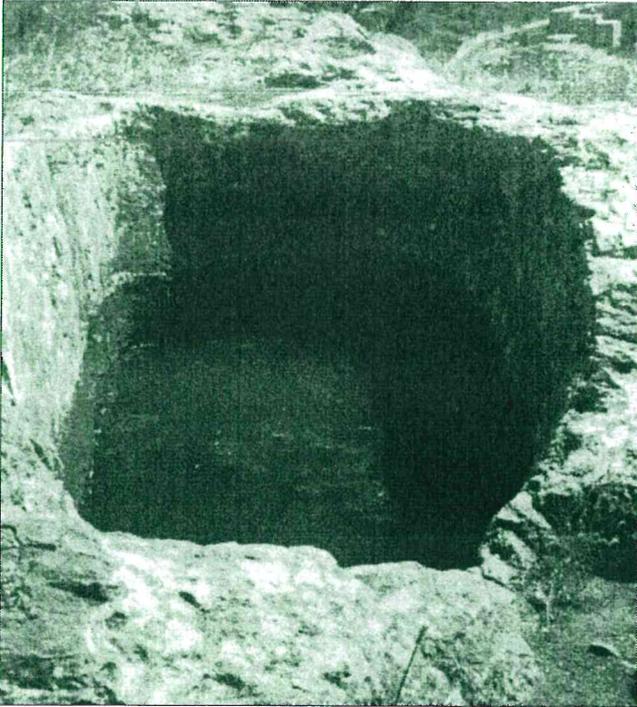
Va da sé che ognuna di queste tre situazioni coesiste e interagisce in ogni tempo -la schematizzazione può essere valida ancor oggi- anche all'interno di singoli ordinamenti socio-politici ed amministrativi.

Parlando dell'area mediterranea, in ogni caso, è rilevabile un graduale sviluppo dallo stadio 1 allo stadio 3 a partire dalle manifestazioni socio-politiche più 'primitive' per arrivare a quella più 'compiuta', che è identificabile, almeno dal mio punto di vista, nell'im-



Plátanos (Ftotide, Grecia). Alle vasche naturali prodotte dal torrente si recavano fino a poco tempo fa le donne di questo paese sperduto fra i Monti Vardoussia a lavare i panni (foto I. Couropoulos).

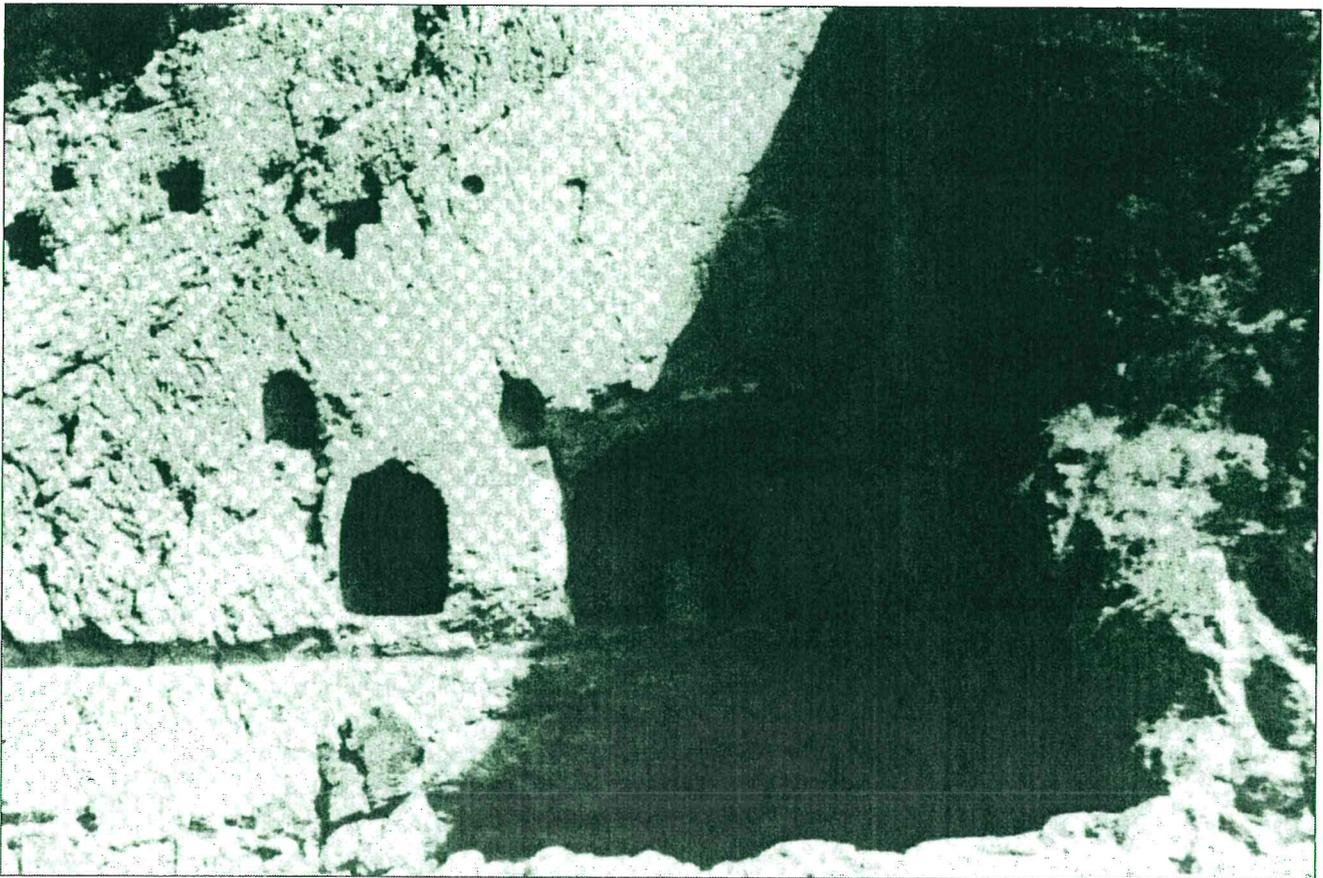
pero di Roma. E' mia ferma opinione però che la linea di discriminazione fra le varie tendenze non assuma, e tengo a sottolinearlo, alcun carattere 'etnico' o 'culturale' in senso stretto, concezione per la quale una popolazione data non sarebbe 'culturalmente' in grado di produrre sistemi idraulici più sviluppati di quelli che produce. Questa della fissità culturale è una posizione che, per quanto superficiale, ha trovato e sembra trovare tuttora fautori: pensiamo, per fare un esempio, al rigido schema evolucionistico, cui in pratica raramente si ammette deroga, che vede nei popoli iranici gli *euretès*, i primi ritrovatori delle tecniche cunicolari, portate al massimo grado di perfezione e di rigore teorico dai Greci e realizzate su vasta scala -quasi 'clonate'- dai Romani, anche in questo, manco a dirlo, debitori degli Etruschi. Non che in queste posizioni non ci sia evidentemente un fondo di verità; ma bisogna sottolineare più fortemente e in modo migliore i contesti, per capire anche meglio, forse, i motivi della tendenza a creare questi fili genealogici, sempre insita e quasi connaturata al nostro lavoro di archeologi. I tre stadi di evoluzione si caratterizzano, macroscopicamente, non tanto o non solo per la presenza di un certo tipo di manufatti, quanto per la loro minore o maggiore interrelazione. In quello che abbiamo defini-



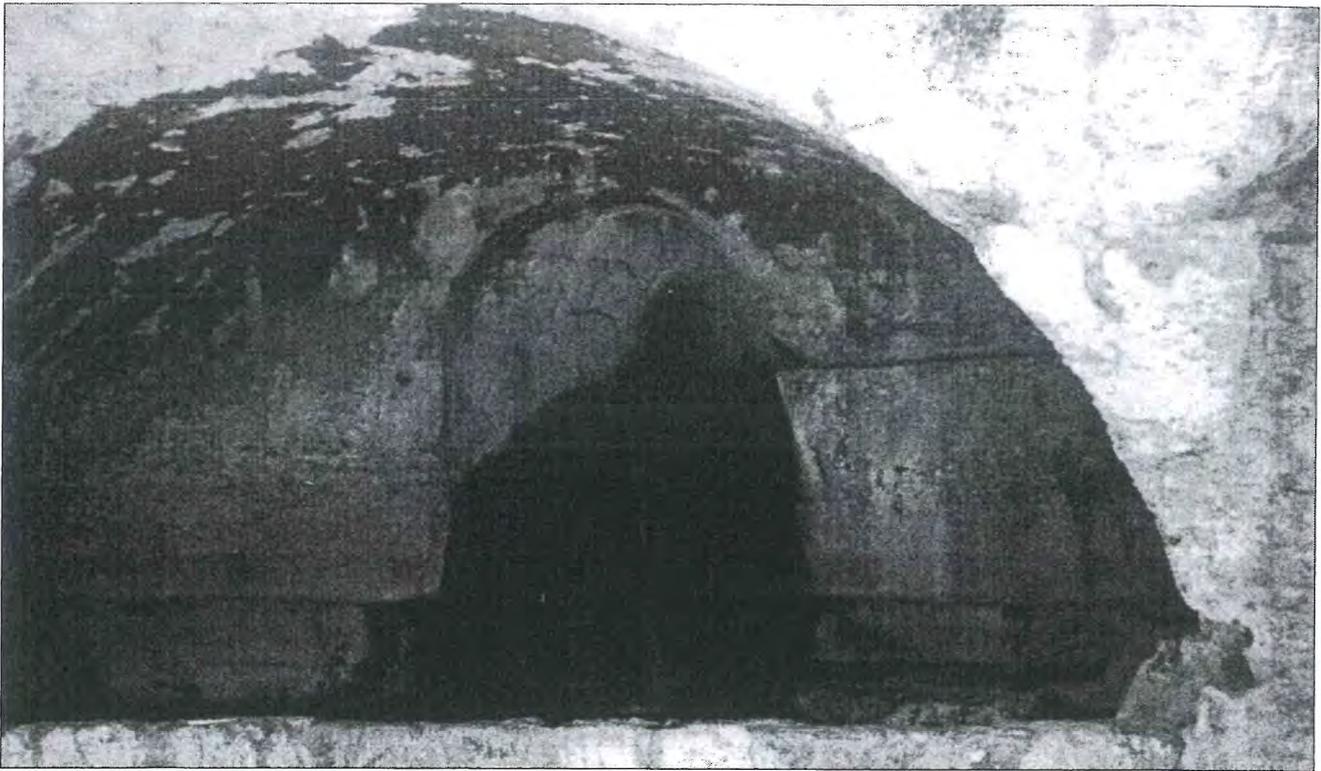
Rocca di Cefalù. Invaso tagliato nella roccia viva (foto I. Riera).

to come primo stadio, situazione in cui una primitiva agricoltura appare ancora affiancata all'economia di raccolta o ad attività di allevamento nomade e seminomade, la principale risorsa idrica è costituita, qualora possibile, dai fiumi. In questo senso sono caratteristici gli insediamenti pre-protostorici dell'Europa centrale: in Romania, in Serbia, in Polonia sono numerosissimi i siti identificati di questo tipo; ma pensiamo peraltro anche a città più vicine: a Mantova o a Padova, per esempio, o a Milano stessa, 'città d'acque' difese e alimentate da fiumi.

In questo tipo di insediamenti l'acqua viene attinta e conservata in recipienti più o meno grandi, *idrie, dolia, pithoi* che dir si voglia: uno stadio che viene dipinto chiaramente, *mutatis mutandis*, in alcuni versetti biblici che io trovo personalmente drammaticissimi: «Così dunque dice il Signore: da questo riconoscerai che sono il Signore; ecco, con la verga che ho in mano percuoterò l'acqua del fiume, e diverrà sangue. I pesci, che sono nel fiume, morranno; le acque diverranno putride e sarà un tormento per gli Egiziani che bevono l'acqua del fiume» e ancora «Disse il Signore a Mosé: "Dì ad Aronne: Prendi la tua verga e stendi la mano sulle acque dell'Egitto, sui fiumi, rivi,



Delfi (Grecia). Resti della Fonte Castalia, presso il tèmenos di Apollo (G.c. Aristide Riera).



Siracusa. Lo sbocco dell'acquedotto del Paradiso nel Ninfeo sopra il teatro (foto I. Riera).

stagni ed ogni conserva d'acque, che divengano sangue e sia sangue in tutto l'Egitto, tanto nei vasi di legno quanto in quelli di pietra">> (Esodo, 7, 17-19). Siamo alla fine del XIV-inizi XIII secolo a.C. Si può notare che la differenza di ceto sociale sottesa nel passo 'tanto nei vasi di legno come in quelli di pietra' riposa non tanto sulla qualità e differenziazione del servizio 'idraulico', quanto sulla mera differenza dei materiali per la stessa tipologia di contenitori.

Benché ci siano alcuni spiritosi archeologi -francesi- che sono convinti che gli sviluppi del *pithos* ceramico abbiano portato alla costruzione delle cosiddette cisterne ipogee a bottiglia, che sarebbero quindi dei *pithoi* dalle dimensioni terrificanti, credo che non si possa veramente stabilire un ordine cronologico di priorità di scoperta per tre dei manufatti idraulici base: cisterna, pozzo e canale di derivazione.

Le cisterne a cielo aperto, probabilmente, in origine non sono che adattamenti del corso di sorgenti e torrenti. Con la creazione di piccole dighe e l'approfondimento dei punti di ristagno ci si garantiva una comoda profondità di attingimento.

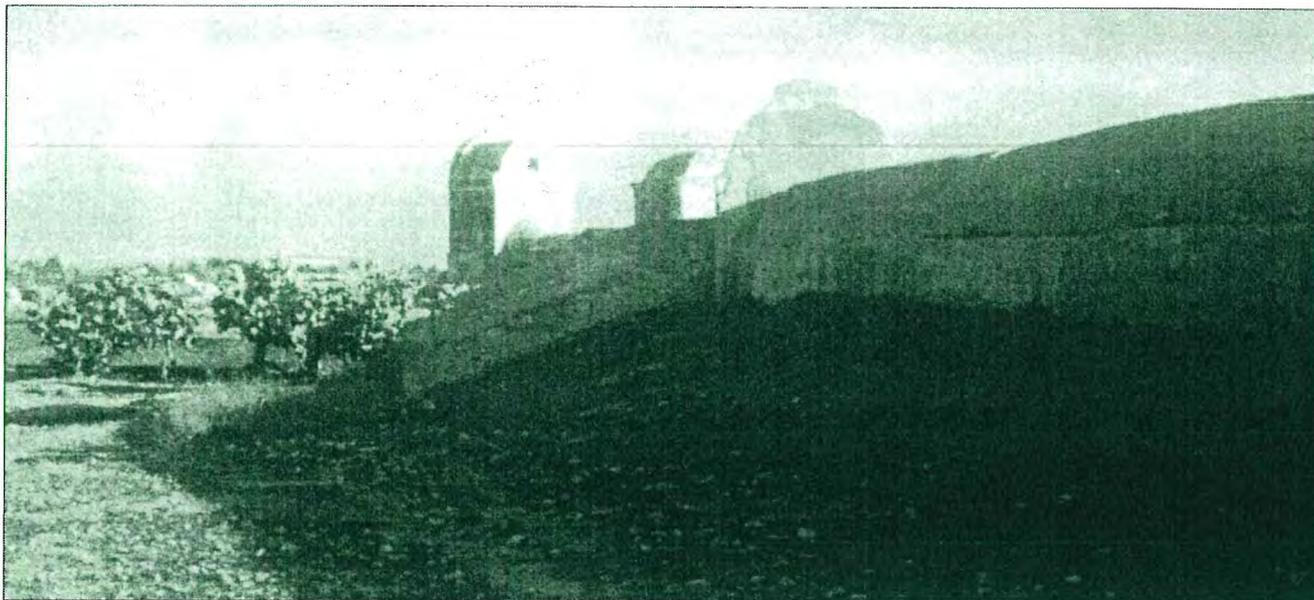
Fatti del genere sembrano documentati in siti che godono di un'ininterrotta frequentazione, con le stesse dinamiche, dalla preistoria ad oggi: è il caso della sorgente el-Khazali, nel giordano Wadi Rum, meta e motivo di discordia per numerose cabile beduine, dove

una missione italiana ha studiato centinaia di graffiti rupestri che testimoniano l'importanza del luogo nel tempo (2).

Imparata l'arte essa si è poi diffusa e le cisterne, che nell'organizzazione insediativa più arcaica sono generalmente comunitarie, concorrono a dare impulso alla sedentarizzazione. Perciò potrebbe non essere un caso che per l'ambito palestinese si sia riscontrato un boom demografico, nell'XI secolo a.C., contemporaneamente alla comparsa dell'intonaco idraulico. La forma delle conserve non ha in questa sede molta importanza; basti dire che la cisterna ipogea si sviluppa probabilmente in un secondo momento, sia per motivi di sicurezza (difesa da uomini e animali), sia per motivi di funzionalità (evaporazione, inquinamento da polveri, ecc.).

Un certo collegamento si potrebbe istituire invece fra l'invenzione dei pozzi freatici e quella dei canali di derivazione, subaerei o ipogei, che ampliano e collegano in rete i singoli manufatti. E certo le necessità della razionalizzazione dell'agricoltura devono avere avuto parte in questo; ma siamo a questo punto già agli albori di un'altra fase di sviluppo della scienza idraulica, collegata con lo specializzarsi delle tipologie di insediamento.

Resta forse da dire che, per chiarire meglio il contesto di questi primi passi dell'idraulica, in queste organiz-



Zona di Cartagine (Tunisia). Porzione dell'antico acquedotto romano di Carthago rimaneggiata per gli usi moderni dall'amministrazione francese; l'antica infrastruttura percorreva oltre centotrenta chilometri per portare acqua alla colonia (foto I. Riera).

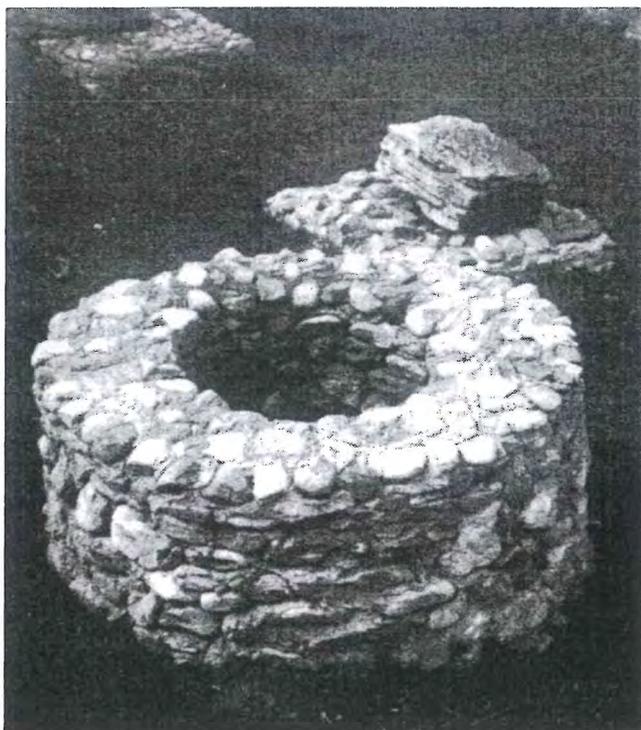
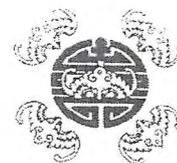
zazioni primitive, pre-urbane, non sembra esistere il concetto di rete fognante.

Per quanto riguarda il secondo stadio, quello che definirei dell'economia 'arroccata', assistiamo al sorgere di apprestamenti idraulici che sono specchio fedele della realtà socio-politica che li ha prodotti: è il caso delle sorgenti difese e/o derivate in cunicolo; emblematici i casi delle rocche micenee e di Sion. In una situazione di crescita demografica, con un conseguente aumento della produzione agraria, cresce il bisogno di controllare le risorse vitali, che danno il potere dei singoli sui molti, di un popolo sull'altro, e perciò, nel clima di incertezza connaturato a questa geopolitica puntiforme, si sente la necessità di arrivare ad un'appropriazione sicura, definitiva, garantita dell'acqua. Le sorgenti vengono nascoste (Atene, Micene, Tirinto, Gerusalemme, Gabaon, Uxellodunum, Amida ...) o dichiarate tabù e quindi, in un certo senso, 'sovrannazionali' (Sardegna, Malta, Delfi, Delo). Lo spirito di questi tempi ci è tramandato da Eschine (Sull'ambasciata infedele, 115), quando racconta di essere risalito fino alla fondazione del santuario di Delfi e alla prima riunione degli Anfizioni (almeno VIII secolo a.C.) e di aver letto i loro giuramenti, per i quali si impegnavano, fra le varie cose, a non intercettare né in guerra né in pace le acque sorgive che rifornivano le singole città, pena sanzioni gravissime.

Deve essere stata proprio la necessità delle singole comunità di cautelarsi rispetto all'esterno, unitamente ai problemi creati dallo sviluppo dell'urbanistica, delle

attività produttive e di trasformazione, con il conseguente mutare degli standards di vita, ad aguzzare gli ingegni e a far progredire l'idraulica verso realizzazioni come quelle degli acquedotti e delle cloache greche, delle cisterne puniche, delle reti cunicolari etrusco-italiche. E' sintomatico che manufatti considerati come paradigmatici, quali l'acquedotto di Eupalino di Megara a Samo, gli acquedotti di Siracusa e di Atene, di Pergamo e di Olinto, per non citare che questi, nascano all'interno e nell'ottica di fenomeni politici 'chiusi' come le città-stato, specie in fase tirannica. Del resto lo stesso era già avvenuto nei palazzi minoici, dove erano già in funzione sifoni, parabole, elementi prefabbricati, sfiati, ecc. Per questo forse è bene considerare meglio il contesto in cui nascono i qanat, gli acquedotti ipogei iranici, che sono generalmente posti dai più alla base dello sviluppo delle tecniche idrauliche antiche.

Siamo in realtà già al terzo stadio di sviluppo, caratterizzato dall'economia espansiva; non è forse un caso che Polibio (Storie, X, 28) colleghi l'insorgere di questa tecnica con l'affermarsi dell'impero medo e persiano: i qanat sono infatti acquedotti di grande estensione, che implicano l'impegno di risorse ingenti, ma soprattutto -almeno per l'area persiana- presuppongono il controllo sicuro del territorio, che ne permette la pianificazione (3); non è un caso nemmeno il fatto che tale tipo di struttura politica, con le sue embrionali forme di autonomia locale (satrapie) si affermi in una terra che da secoli aveva dominato l'acqua, trasfor-



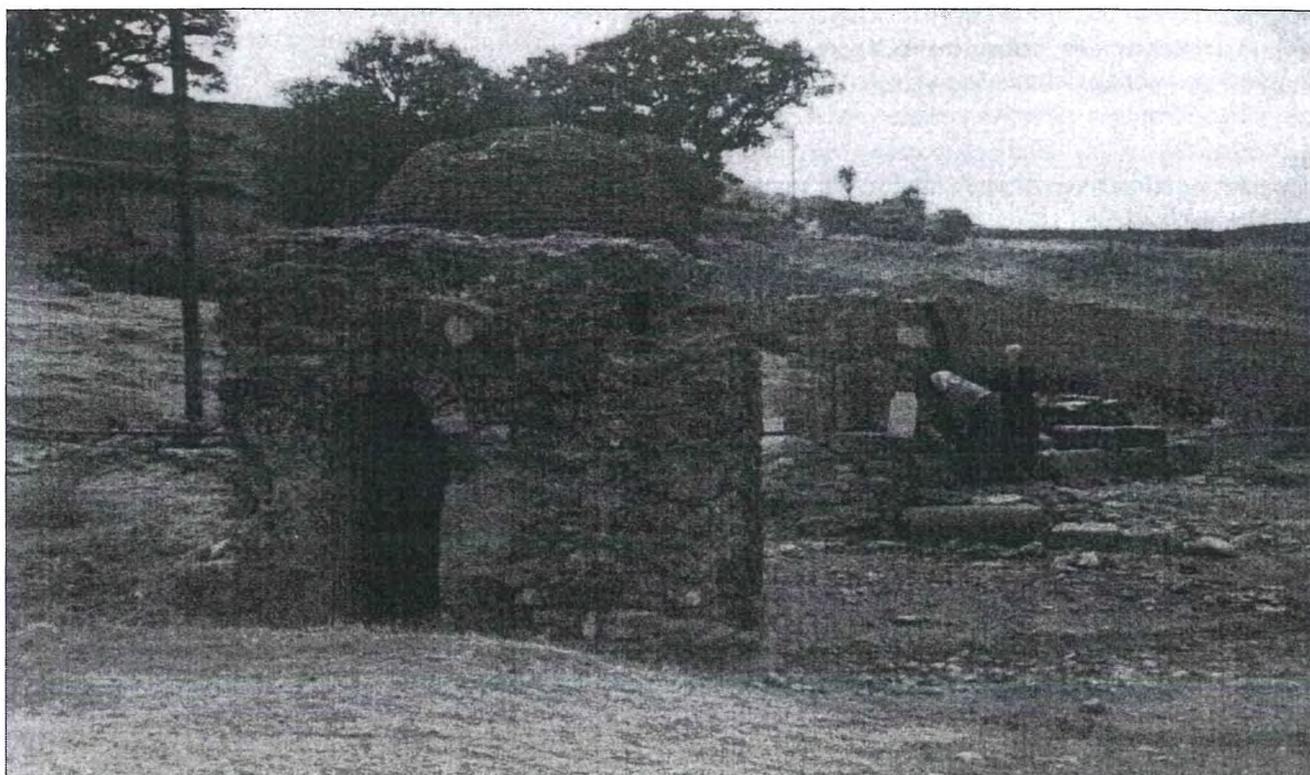
*Colonia Ulpia Traiana Sarmizegetusa (Romania).
Un pozzo nell'area dell'antica città (foto I. Riera).*

mandola in strumento di controllo del territorio e della produzione, permettendo l'accumulo e l'accentramento di grandi risorse.

Mi sembra perciò che la caratteristica di questo terzo stadio sia data dalla capacità del potere centrale di assumere -talora, semplicemente, di non ostacolare- la realizzazione di grandi opere (grandi per arditezza e ampiezza di progetto e non per mole, evidentemente); e grandi opere vanno certo considerate le reti di distribuzione collegate alle reti di smaltimento e le grandi conserve: è chiaro che siamo ormai arrivati a parlare di Roma.

A questo riguardo quello che tengo a sottolineare è che, a mio avviso, la grandezza di Roma nel campo dell'idraulica non sta tanto nell'aver fatto questa o quella scoperta, questa o quella ardita costruzione, ma è invece nell'aver creato un'ossatura infrastrutturale adattabile e perciò universale, utilizzando in fin dei conti tecniche e tipologie già ampiamente rodute.

Il vero discrimine infatti non lo vedo nell'aver costruito acquedotti lunghissimi, con ponti canali altissimi e bellissimi, con tecniche e soluzioni sempre 'issime'; lo vedo invece nell'aver operato scelte razionali nell'uso dei materiali e delle tipologie di



Pressi di Troia (Turchia). Donne intente a riempire d'acqua taniche di plastica ad una vecchia fonte d'epoca ottomana, che probabilmente adduceva acqua al hamam in primo piano. L'immagine è stata scattata dalla grande strada di collegamento Canakkale - Izmir, a pochissimi chilometri dai frequentatissimi scavi di Ilio (foto I. Riera).



intervento, tali da permetterne la codifica e l'applicabilità ad ogni contesto, così come avveniva per tutte le altre manifestazioni di quella cultura, *in primis* per le strade.

E' nell'aver creato l'istituzione 'acquedotto' (4) in quanto tale, con i suoi magistrati, i suoi quadri e i suoi corpi di controllo, e non nella mera applicazione delle tecniche, per quanto evolute, che si distingue il senso di quella che non esito a definire 'rivoluzione idraulica romana', che è dunque più filosofica che tecnica.

Non si tratta, a questo punto, di fare del 'patriottismo disciplinare', per dirla con Filippo Coarelli, né di procedere con rigido determinismo alla creazione di categorie interpretative puramente teoriche. Si tratta invece, in ultima analisi, di recuperare il valore 'misto' del rapporto uomo/acqua, di sceverare gli aspetti di fruizione 'naturale' (necessità) dell'acqua da quelli del suo utilizzo 'simbolico' (volontà), che prevedono, per fare un esempio, che ogni casa, anche facoltosa, di Pompei fosse comunque dotata di cisterna propria, nonostante l'acquedotto augusteo arrivasse anche in quella città; che i legionari di Traiano, grande costruttore e manutentore di acquedotti, dovessero attingere acqua di fiume nei pressi del proprio *castrum* come i 'barbari' Daci che combattevano e così via.

Credo insomma che solo la ricerca, l'individuazione, la chiarificazione del 'contesto' ci faccia acquisire maggiori probabilità di intendere i manufatti antichi (e non solo) nella loro effettiva realtà e non come una proiezione materiale delle nostre categorie estetiche e di pensiero (interferenza quest'ultima, del resto, comunque inevitabile).

Note

1. MANACHINI, ISOLANI 1994, p. 29.
2. BORZATTI VON LOWENSTERN, PINNA 1977.
3. Le facili generalizzazioni, in questo più che in altri casi, sono peraltro pericolosissime. Rimando perciò al contributo di Maurizio Tosi, di prossima pubblicazione negli Atti del Convegno Internazionale di Ravenna "In binos actus lumina", dove, alla luce di ricerche protratte nel tempo, l'Autore suggerisce che, almeno in area sud-arabica, l'origine delle reti cunicolari sia espressione di volontà e intendimenti interni alla famiglia o al gruppo di famiglie e che, semmai, l'apporto del 'potere' si manifesti maggiormente sul piano della mediazione. Vedere utilmente TOSI c. s.
4. Intendo il termine nella sua accezione latina di 'servizio di approvvigionamento idrico', *aquae ductus*.

Bibliografia

- BORZATTI VON LOWENSTERN, PINNA 1977 =
E. Borzatti Von Lowenstern, G. Pinna, *Wadi Rum*, Milano 1977.
- MANACHINI, ISOLANI 1994 =
P. L. Manachini, B. Isolani, *L'acqua è un alimento?*, in *Lecture d'acqua, Homo Edens - Regimi, miti e pratiche dell'alimentazione nel Mediterraneo*, a cura di O. Longo e P. Scarpi, Padova 1994, pp. 29-51.
- RIERA 1994 =
I. Riera (a cura di), *Utilitas necessaria. Sistemi idraulici nell'Italia romana*, Milano 1994.
- TOSI c. s. =
M. Tosi, *Protohistorical Oasis of Arabia: Methods of Detection and Survey*, in *Atti del Convegno Internazionale "In binos actus lumina. Metodologie per lo studio della scienza idraulica antica"*, Ravenna 13-15 maggio 1999, c. s.



Dario Gallina

L'acquedotto di Mompiano (Brescia). Auspici di uno studio speleologico

Sommario

Anticamente la città di Brescia era servita dall'acquedotto di Lumezzane e da quello di Mompiano. Il contributo tratta di quest'ultimo, andando a individuare la storia, la tecnica costruttiva e il tracciato. Le prospettive future auspicano l'individuazione di alcuni tratti poco noti, come la congiunzione tra il condotto romano e quello longobardo, nei pressi del monastero di San Salvatore - Santa Giulia.

Abstract

In ancient times the town of Brescia exploited the aqueducts of Lumezzane and Mompiano. This work is based on this last aqueduct, by reconstructing the history, the structural technique and the plan. The future perspectives hope to locate some tracts still unknown, as the junction between the roman duct and the lombard one near the monastery of San Salvatore - Santa Giulia.

Gli antichi acquedotti di Brescia tra ricerca storica e favola popolare

"*Brexia è fornida di fontane, campane, et putane*" (1). Così nel 1483, icasticamente, il nobile veneziano Marin Sanuto nel resoconto del suo viaggio attraverso la terraferma veneziana conclude la descrizione di Brescia; e non si trattava di un'esagerazione proverbiale per il gusto della battuta o della rima. Lasciando infatti da parte le chiese e le prostitute, che esulano dai nostri scopi e che comunque sappiamo essere state effettivamente e tradizionalmente numerose a Brescia, l'esaltazione dell'approvvigionamento idrico cittadino costituisce un vanto fondato, che ha lasciato molte tracce nella storiografia e nella letteratura locale (2).

Se quindi l'abbondanza di fontane era evidente e gradita a tutti, assai carente era invece la conoscenza sia di come fossero stati costruiti i condotti che anticamente giungevano in città (tanto da pensare a miracolosi interventi del demonio), sia della loro datazione (tanto da assegnarli ad epoche quasi mitologiche) (3), sia degli aspetti più propriamente idrogeologici (tanto da immaginarsi fantasiosi collegamenti tra il lago d'Iseo e le fonti di Mompiano) (4). Anche Ottavio Rossi, che all'inizio del XVIII secolo ne diede la prima immagine (5), fu poco aderente al vero, essendo suggestionato dal modello costituito dagli acquedotti su arcate della campagna romana (figura n° 1). Un passo

della Brescia antica (1658) di Gian Battista Nazari esprime in modo eloquente i dubbi e le difficoltà dell'argomento, e persino l'ironia che circondava chi si occupasse degli antichi acquedotti bresciani (6): "*Chi negarà adunque che questa nostra Città non sia antichissima? Considerando l'origine sua, la quale fu tanto antica per Cidno figliolo di Liguro? Ma molti si ritrovano, li quali volendo ricercare il principio delle cose antiche, ciò pigliano gran fatica; si come ancora quelli li quali vanno investigando il principio della Edificazione di quell'acquedotto, il quale appare di sopra S. Bernardo, nel monte fuori della città, et ellino non sapendo più oltre, né potendo stabilirsi nel-*



Figura n° 1. Un particolare del sito di Brescia antica immaginato da Ottavio Rossi (ROSSI 1693).

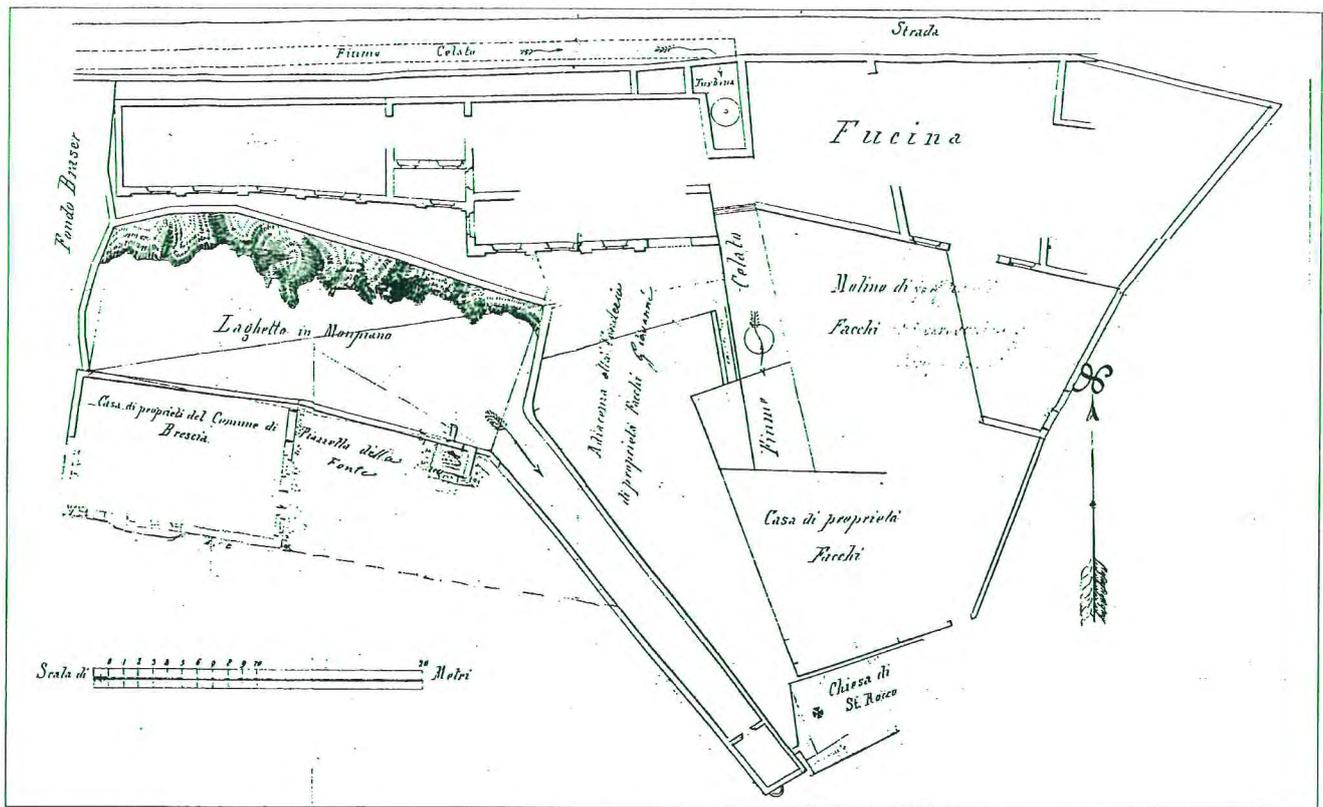


Figura n° 2. La pianta delle fonti di Mompiano all'inizio del XX secolo (ASBs, Comune di Brescia, Ufficio Tecnico, busta 59).

l'animo, dicono molte menzogne d'esso acquedotto, cioè, che fosse fabricato dal Demonio in una notte, & che conduceva Oglio, & Sale per incantesimo; qual cosa è più tosto da ridere credendolo, che credendolo farsene meraviglia; conciosia ch'io ritrovo (secondo il Capriolo) (7) che esso acquedotto fu fabricato da Herculeo Massimiano Imperatore, il quale ha il suo principio vicino alla terra di Pregno in Val Trompia; quantunque voleno alcuni l'abbia nell'Alemagna".

La gestione pubblica dell'acqua nel basso medioevo

Al di là delle incertezze degli storiografi e delle fantasie popolari, le autorità pubbliche hanno costantemente rivolto la loro attenzione a preservare il patrimonio costituito dalle fonti. Tra i molti esempi possibili di questo scrupolo, gli Statuti viscontei del 1385 contengono numerose disposizioni al fine di tutelare l'approvvigionamento idrico della città. Qui il cunicolo di Mompiano è infatti oggetto di meticolosa attenzione, sia per quanto riguarda la pulizia dell'acqua presso le fonti, sia per quanto attiene all'integrità del cunicolo, sia in merito alle frodi compiute da chi otteneva l'acqua abusivamente. Che l'acqua delle fonti di Mompiano dovesse essere difesa dalle lordature degli animali è provato dal divieto di fare abbeverare le mucche e di

attingere acqua con secchi sia dalle bocche comprese tra Mompiano e la città (il che sembra indicare che in questo tratto mancavano dei partitori in piena regola come quelli cittadini), sia presso il cosiddetto "pelaghetto delle fonti" (8), che rimase a cielo aperto fino al 1901 (figura n° 2). Oltre a ciò, un giudice appositamente nominato era tenuto da un lato a controllare una volta al mese lo stato di manutenzione esterna del cunicolo, a farne riparare le lesioni e a punire con una multa di 20 soldi (40 nel caso si trattasse di un comune) chi lo avesse danneggiato; dall'altro par di capire che, due volte all'anno, egli dovesse anche compiere un'ispezione all'interno dell'acquedotto con il consueto duplice scopo di mantenerlo e di reprimere le lordature con 20 soldi di banno (9). Le sanzioni per chi forava il condotto o lo danneggiava al deliberato scopo di cavarne acqua per l'irrigazione, diminuendone così la quantità che giungeva in città, erano sensibilmente maggiori (100 soldi) (10) probabilmente in ragione della grande massa di acqua rubata. La gestione dell'approvvigionamento idrico non era questione di poco momento, se anche il podestà e i giudici delle chiusure dovevano giurare di occuparsene con scrupolo e di far rispettare tutte le prescrizioni statutarie, pena la perdita di 25 lire del loro salario (11).



Gli antichi acquedotti bresciani: topografia e tecnica costruttiva

Non è mia intenzione di dar ragione qui delle ipotesi critiche che gli studi storiografici, topografici e archeologici hanno raggiunto negli ultimi anni a proposito del complesso problema degli acquedotti bresciani (12). Mi limiterò pertanto a richiamare i dati essenziali della questione, per dedicare poi la mia attenzione alle caratteristiche costruttive dell'acquedotto di Mompiano, e delle sue derivazioni.

A Brescia si è raggiunta da alcuni decenni (13) la precisa consapevolezza che nell'ambito cittadino sono presenti due diversi acquedotti antichi (figura n° 3): l'acquedotto di Lumezzane (il cui nome originario è verosimilmente Aqua Salsa (14) e quello di Mompiano. L'Aqua Salsa, datata all'età augusteo-tiberiana sulla scorta soprattutto dell'epigrafe CIL, V, 4307 (*Augustus ... et ... Tiberius ... aquas in coloniam perduxerunt*) (15), è nota con buona precisione nel suo tratto extraurbano che si estende per circa 20 km a partire

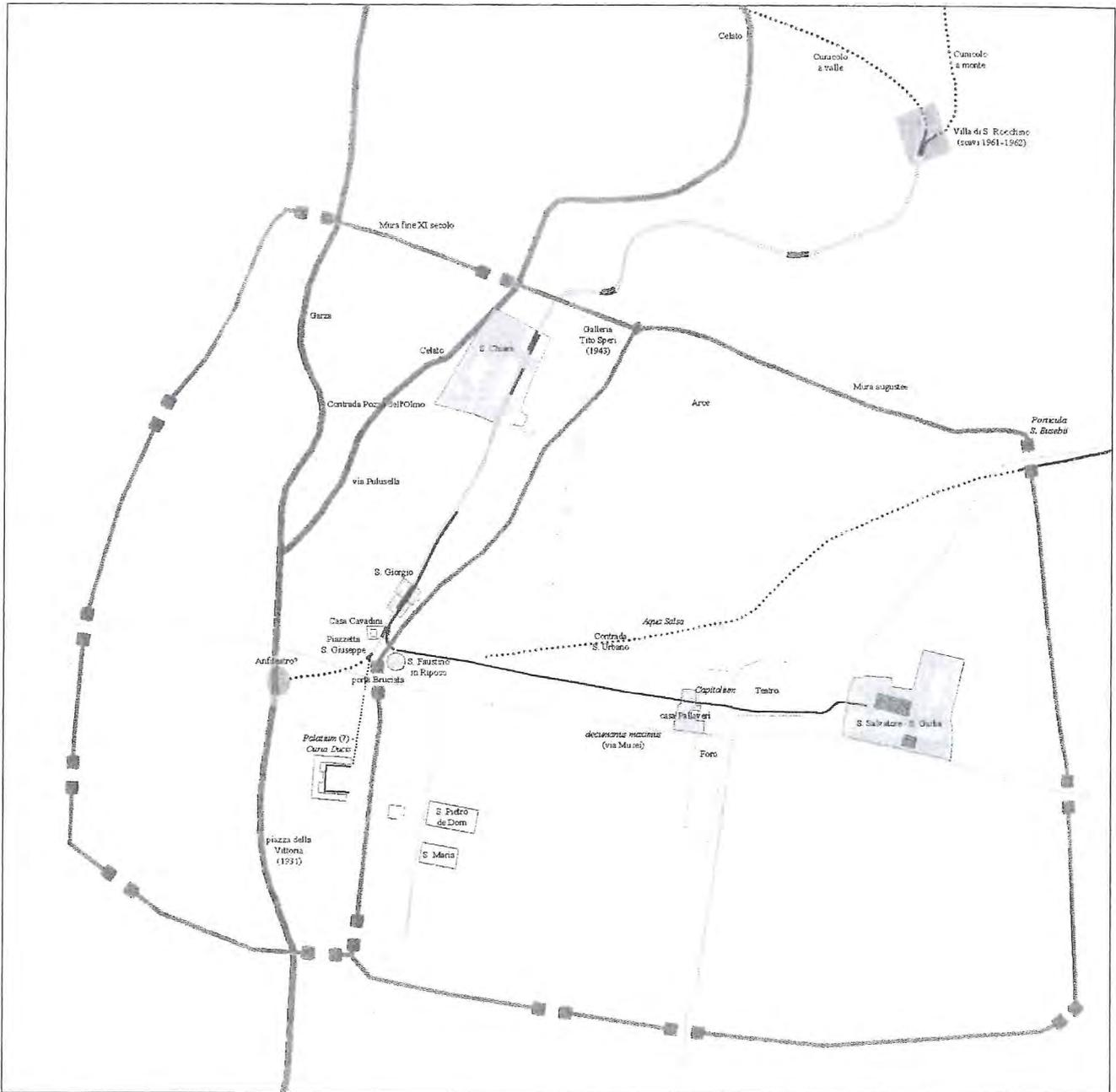


Figura n° 3. Il percorso degli antichi acquedotti bresciani in prossimità della città: in rosso la parte romana dell'acquedotto di Mompiano, e in viola il tratto longobardo; in verde l'Aqua Salsa (acquedotto della Valtrompia).

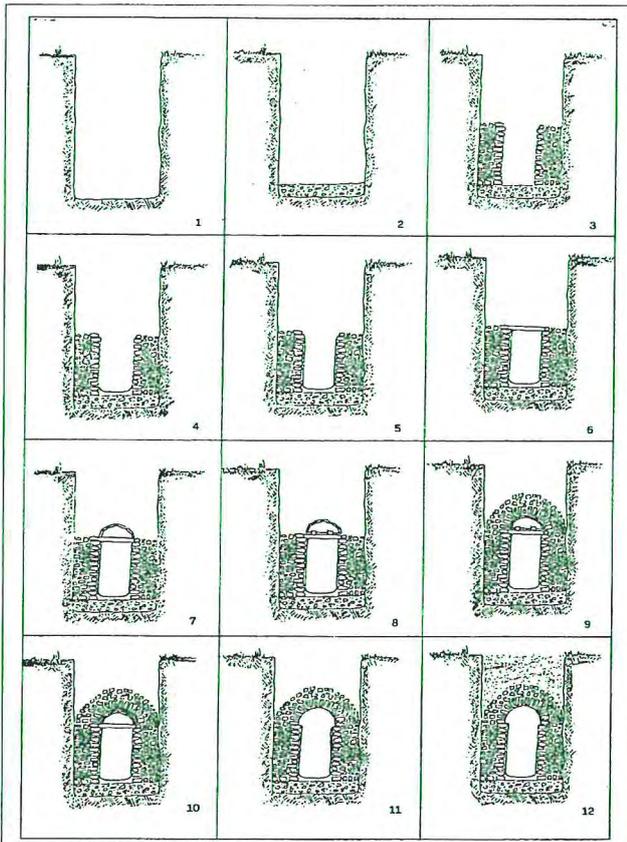


Figura n° 4. Schema costruttivo di un cunicolo realizzato in trincea (da BOTTURI - PARECCINI 1991).

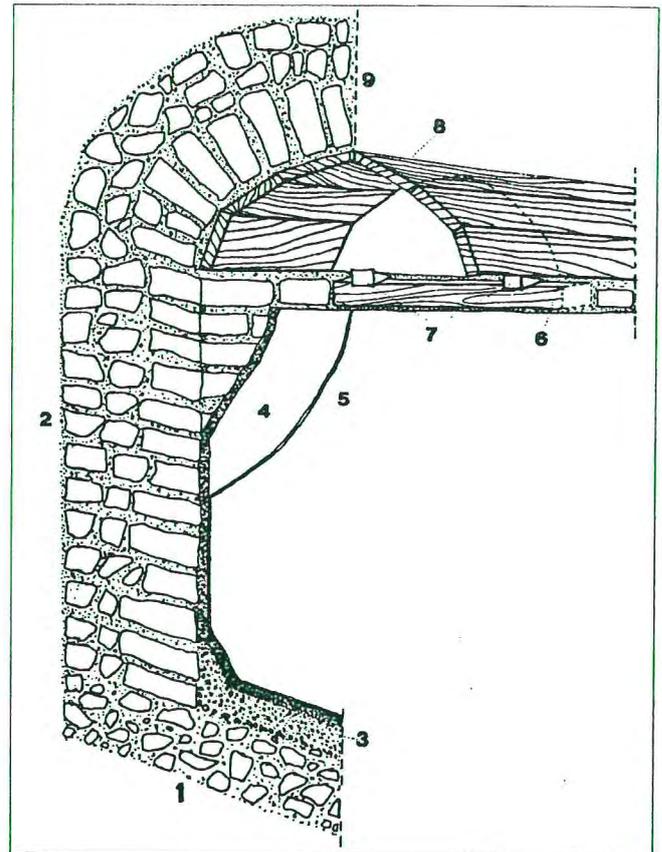


Figura n° 5. Un particolare dello schema costruttivo di un cunicolo (da BOTTURI - PARECCINI 1991).

dai pressi di Lumezzane in Valtrompia. Correndo sulla sinistra orografica del Mella, l'acquedotto passa attraverso i borghi di Pregno, Codolazza, Costorio, Concesio, Terzago. Seguendo poi le falde del colle di

S. Giuseppe, il condotto giunge in località Fontane pochi metri al di sopra delle fonti dell'acquedotto di Mompiano e, correndo alle pendici del monte Maddalena, entra in città nei pressi dei resti romani delle mura e

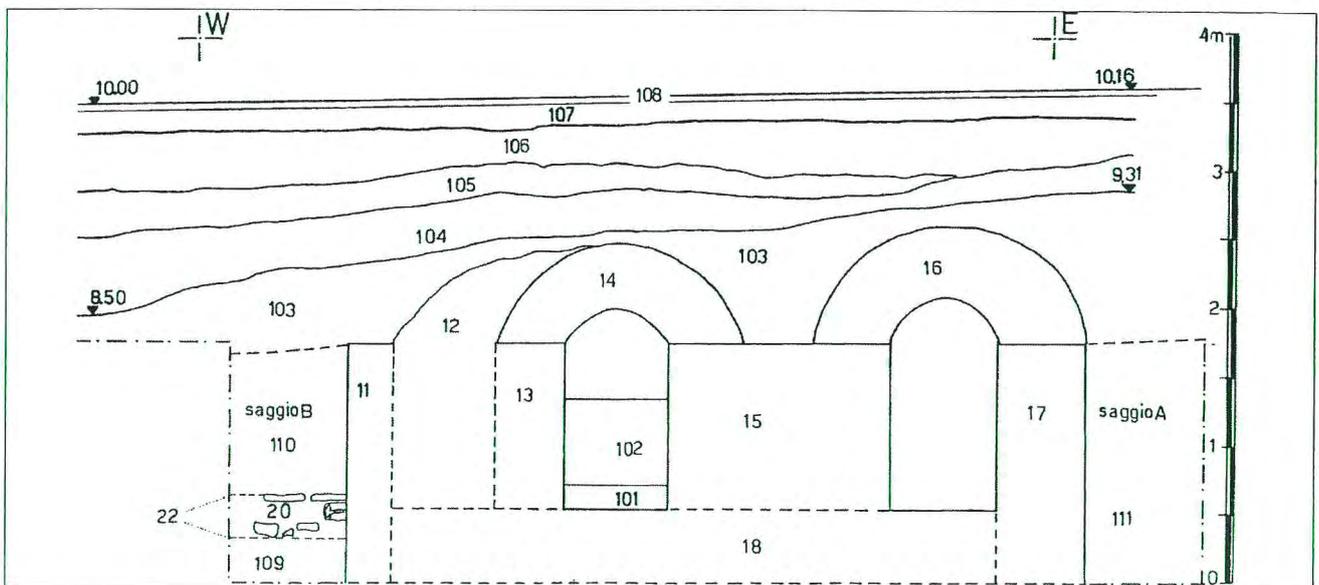


Figura n° 6. Sezione del doppio cunicolo dell'acquedotto di Mompiano presso via Pusterla (da BOTTURI - PARECCINI 1987).

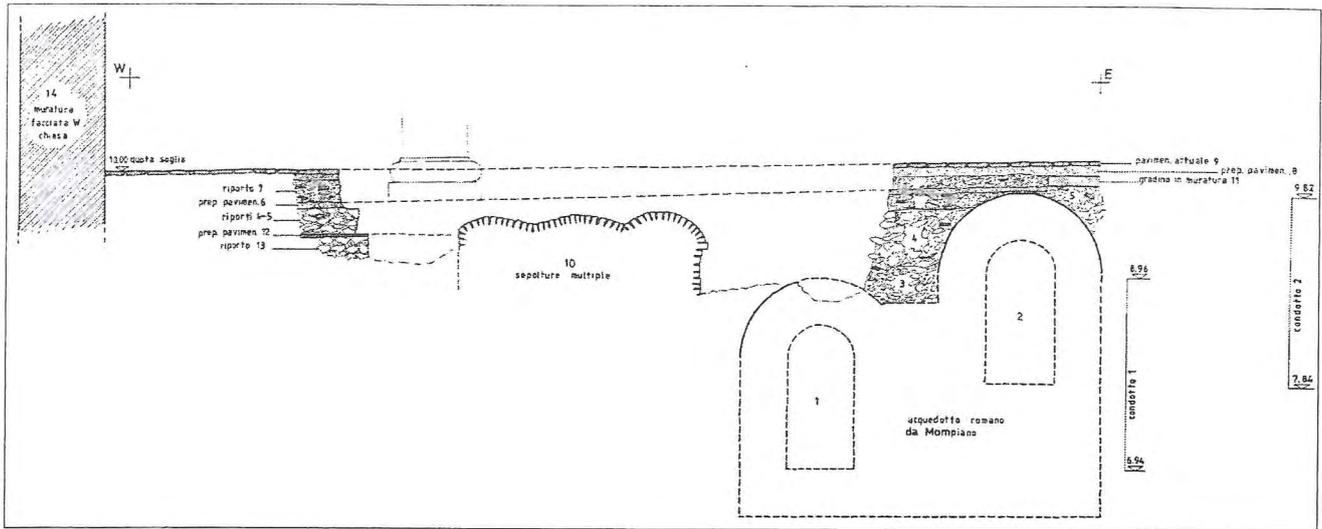


Figura n° 7. Sezione rilevata presso la chiesa di S. Giorgio (Archivio Topografico della Soprintendenza Archeologica della Lombardia - N.O. di Brescia).

della porta situata in via Brigida Avogadro (porta che nel medioevo era detta *porticula S. Eusebii*), all'estremo N-E del colle Cidneo (16). Quanto al suo percorso *infra moenia* vi sono solamente minimi cenni (17), che del resto paiono ben accordarsi con il più prevedibile

dei percorsi: dal punto di entrata nelle mura, il condotto doveva scendere (diagonalmente da est verso ovest) lungo il crinale meridionale del Cidneo -attuale contrada S. Urbano-, per poi diramarsi nella città con tubazioni secondarie che seguivano le linee di massi-

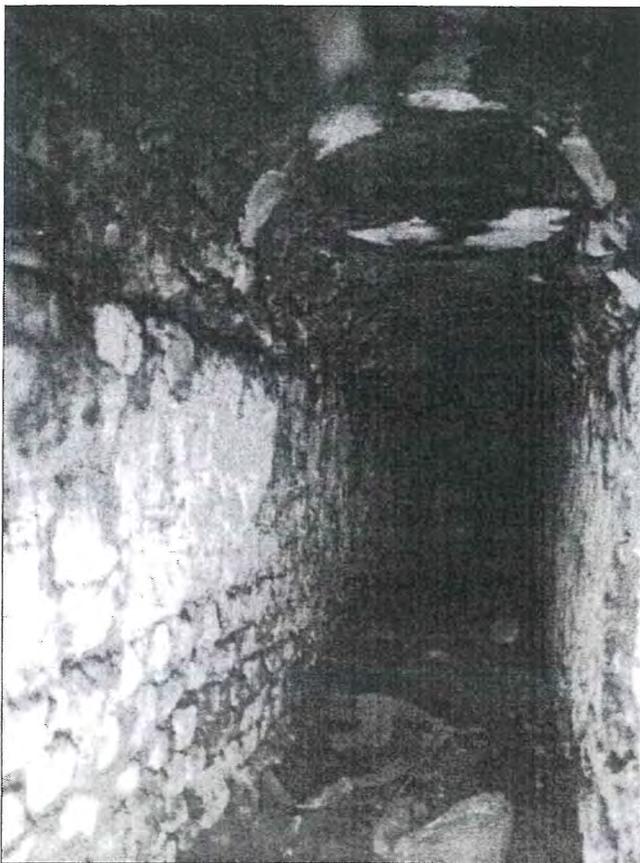


Figura n° 8. L'interno del cunicolo a valle dell'acquedotto di Mompiano presso casa Cavadini (foto D. Gallina).

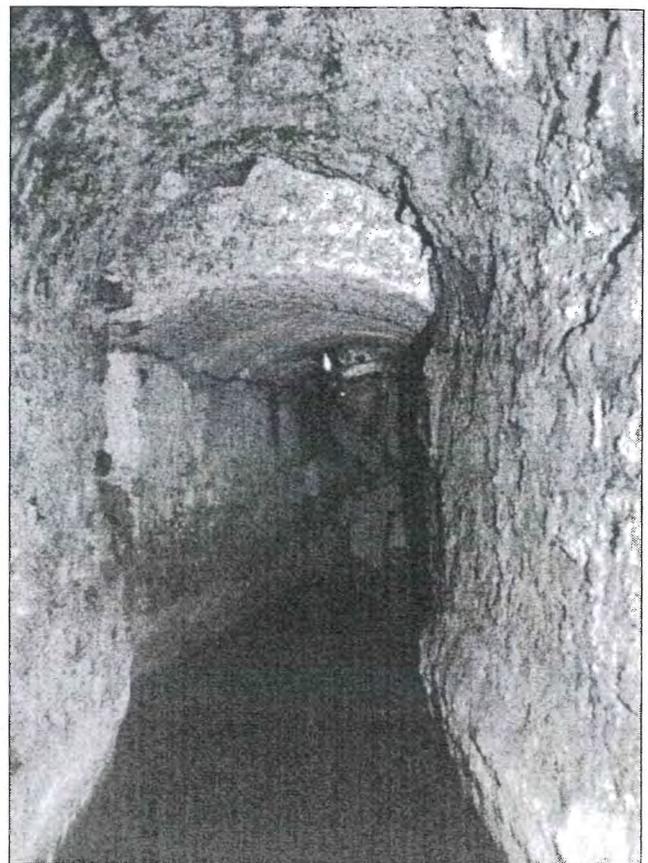


Figura n° 9. Il punto di ingresso del condotto a monte entro il perimetro urbano romano (foto D. Gallina).



ma pendenza, cioè sull'esempio del partitore di via Brigida Avogadro (18). Si trattava pertanto di un sistema di distribuzione dell'acqua che prevedeva una serie di partitori primari dislocati lungo il fianco del condotto principale, invece del più diffuso sistema che si dirama da un solo *castellum aquae* (19). I pareri sulla cronologia dell'abbandono dell'acquedotto di Lumezzane sono discordi, e spesso è stata sostenuta la sua durata almeno fino al basso medioevo. Quest'ultima convinzione è in realtà il frutto di un errore topografico che, a dispetto delle acquisizioni archeologiche, è duro a morire (20), e secondo il quale i due acquedotti di Lumezzane e Mompiano vengono uniti a formarne uno solo. In passato, spesso sono stati infatti assegnati all'acquedotto di Lumezzane tratti pertinenti invece all'altro acquedotto, e viceversa, per due ordini di cause: vicinanza topografica e, soprattutto, confusione cronologica. Di conseguenza, anche la documentazione scritta (soprattutto statutaria) che si riferisce all'acquedotto di Mompiano è stata erroneamente attribuita a quello di Lumezzane.

La procedura costruttiva del cunicolo dell'Aqua Salsa è stata ben schematizzata da Botturi e Pareccini (figura n° 4): dopo lo scavo di una trincea larga 1.50 - 1.80 m e profonda quanto richiesto dalle linee di pendenza

dell'acquedotto, si gettava sul fondo una platea di malta e pietrame spessa tra i 20 e i 30 cm. Poi si innalzavano i piedritti del cunicolo, in abbondante malta e pietrame, e impiegando per la faccia interna pietre a spacco posate in modo più regolare. Alla sommità dei piedritti si realizzavano in seguito dei fori accoppiati, posti a circa 1.5 m di distanza e con sezione tra gli 8 e i 15 cm, destinati a sorreggere la centinatura lignea sulla quale si gettava la volta (figura n° 5). Prima dell'edificazione della volta si provvedeva peraltro a intonacare a più riprese il fondo e i fianchi del cunicolo, man mano con intonaci più fini, sino alla stesura di un velo di impermeabile cocchiopesto. La volta, del medesimo spessore di piedritti, veniva messa in opera su una centina lignea, e spesso l'intradosso reca tuttora l'impronta delle tavole che la costituivano. Ne risultava quindi un condotto largo all'interno circa 0.60 m, e alto 1.20 - 1.35 m. Ad opera finita l'acquedotto veniva per lo più interrato, ma lasciando comunque visibili in superficie i pozzetti di ispezione.

Il secondo acquedotto cittadino, quello di Mompiano, la cui costruzione è ancora imprecisata cronologicamente ma che ritengo plausibilmente del pieno impero se non della tarda antichità, capta l'acqua presso Mompiano, borgo sito a nord di Brescia; è lungo

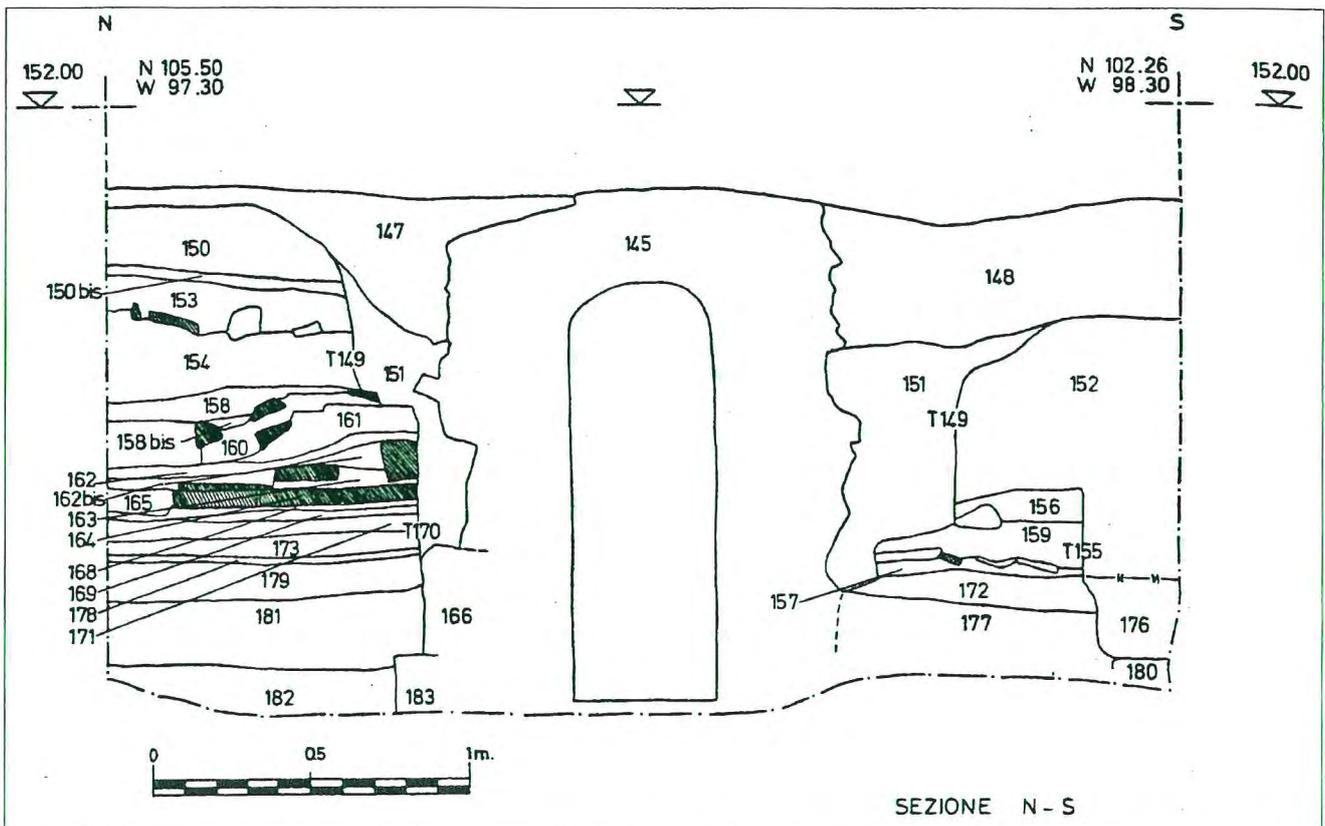


Figura n° 10. Sezione del tratto longobardo dell'acquedotto di Mompiano presso casa Pallaveri (da ROSSI 1988-89).

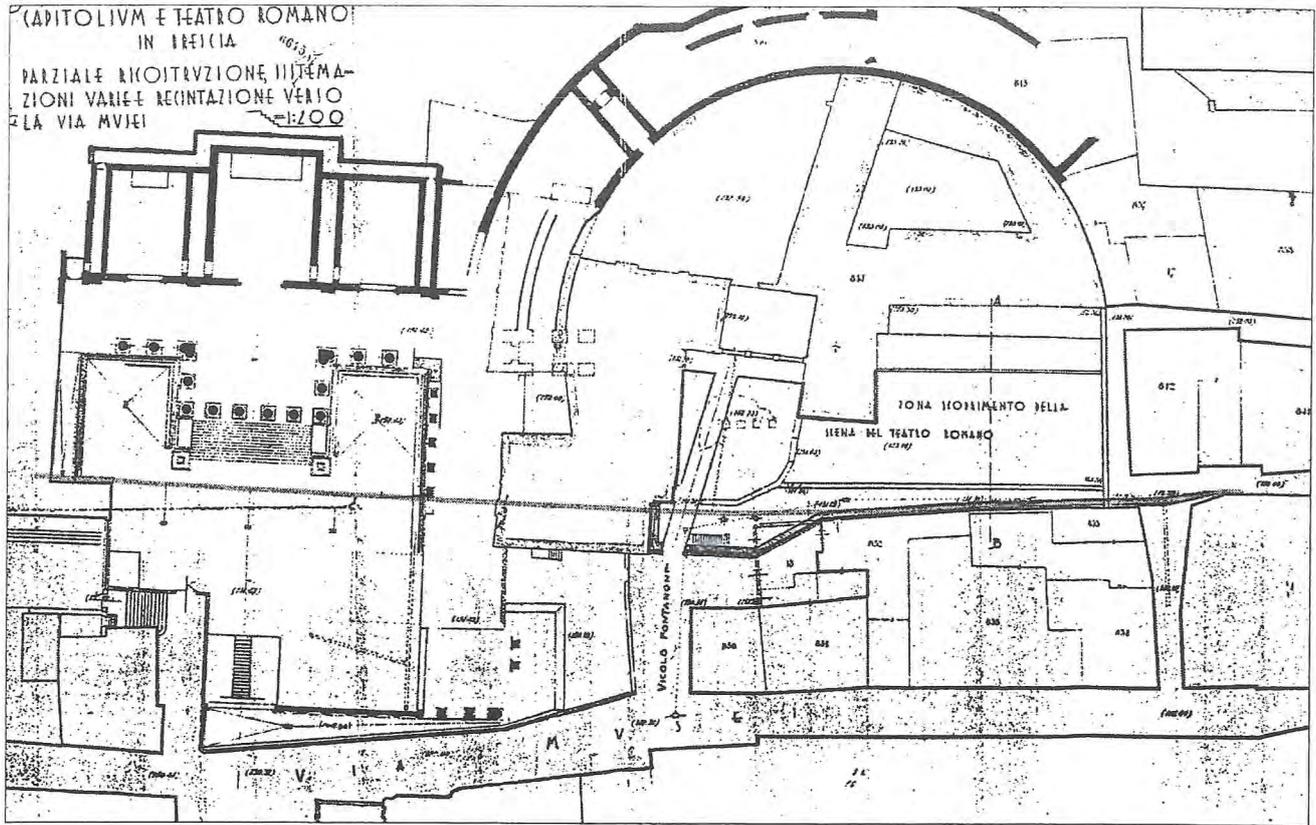


Figura n° 11. L'acquedotto di Mompiano (evidenziato in grigio) nell'area capitolina (Archivio dei Musei Civici di Brescia).

circa 5 km, e in buona parte del suo percorso è costituito da due condotti paralleli. Anche in questo caso, l'analisi delle fasi costruttive del doppio condotto è stata svolta da Botturi e Pareccini (21): (figura n° 6): dopo l'erezione del muro di rinforzo ovest (US 11) e del piedritto est (US 17) del cunicolo a monte, si gettava un'ampia fondazione in calcestruzzo (US 18), cui faceva seguito l'innalzamento dei piedritti dei cunicoli (US 13 e 15), all'interno dei quali veniva poi steso l'intonaco di rivestimento all'interno dei condotti, infine coperti dalle volte (US 14 e 16) e da una gettata di calcestruzzo (US 12) che saturava lo spazio risultante tra il muro US 11 e il piedritto US 13.

Ben rintracciabili nel suburbio occidentale di *Brixia*, i due cunicoli percorrono il quartiere medievale del Carmine, sito ad occidente del colle Cidneo, parallelamente alle vie S. Chiara e Gasparo da Salò. All'altezza di porta Bruciata il solo condotto a monte curva poi verso oriente all'altezza di Porta Bruciata e, procedendo poco a nord di via Musei (*decumanus maximus* del reticolo stradale romano), termina nel monastero di S. Salvatore - S. Giulia.

Se il percorso, la destinazione, e la funzione dello speco a monte sono ben noti poiché rimase in uso sino al 1902, lo stesso non si può dire del condotto a valle

anche poiché fino ad ora sembra che non fosse presente presso le fonti di Mompiano. Dello speco a valle quindi, che probabilmente veicolava acqua di fiume tratta o dal Garza o dal Celato, possiamo solo ipotizzare il punto di inizio, poiché è stato materialmente rintracciato solo a partire da via S. Rocchino, poco a nord del colle Cidneo. Correndo parallelamente al condotto a monte sino all'altezza di piazzetta S. Giuseppe, il cunicolo a valle segue un andamento altimetrico diverso già a partire dalla chiesa di S. Giorgio (figura n° 7), presso casa Cavadini (figura n° 8) si separa dallo speco a monte e certamente non entra nel perimetro urbano romano (figura n° 9). Su dove terminasse, e a quale scopo, ho recentemente dettagliato alcune ipotesi prima solo abbozzate (22).

Tornando al cunicolo a monte, cioè a quello che sino all'inizio del XX secolo garantì l'approvvigionamento idrico di Brescia, le parti nelle quali deve essere considerato sono indubbiamente due: dalle fonti a porta Bruciata, e da qui al convento di S. Salvatore. Questa seconda parte è l'unica datata stratigraficamente (alla metà dell'VIII secolo (23); vd. figura n° 10), e ad essa si riferiscono alcuni notissimi documenti longobardi di età desideriana (24), che attestano l'intervento del monastero di S. Salvatore nella sua costruzione.

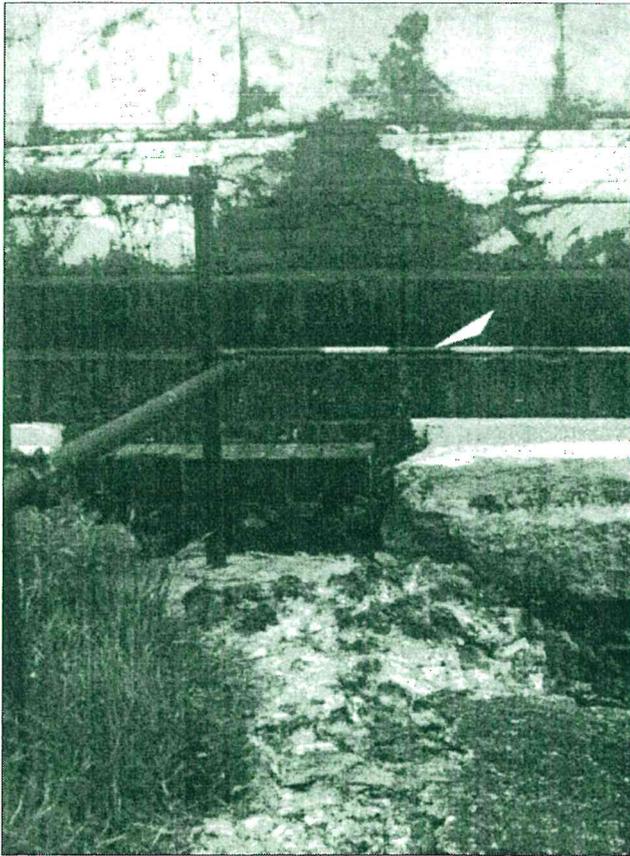


Figura n° 12. Il punto in cui l'acquedotto longobardo (di cui è visibile qui l'estradosso) fora l'ala porticata orientale del tempio capitolino di età flavia (foto D. Gallina).

L'acquedotto longobardo, di dimensioni ridotte (130 x 45 cm) rispetto a quello romano, attraversa l'area forense tagliandola da W verso E (figura n° 11), correndo a poca distanza dalla scalinata che conduceva al *Capitolium* flavio e, forando le ali porticate del tempio (figura n° 12), passa poi in fregio alla cavea del teatro per terminare - come detto - , dopo una brusca doppia curva (figura n° 13), all'interno del monastero di S. Salvatore - S. Giulia (figura n° 14).

L'interno del cunicolo a monte dell'acquedotto di Mompiano

Ad eccezione dei tratti di acquedotto rinvenuti e documentati nel corso degli scavi archeologici, fino ad ora sono stati esplorate dall'interno solo alcune centinaia di metri del cunicolo a monte di Mompiano (25). In particolare, è possibile addentrarvi a partire da vicolo S. Giorgio n. 8 dove l'acquedotto, tagliato perpendicolarmente dall'ingresso moderno dell'abitazione, è facilmente accessibile sia verso nord sia verso sud da due portelli. In direzione nord il condotto è percorribile sino all'altezza di via Pulusella, dove fu tagliato

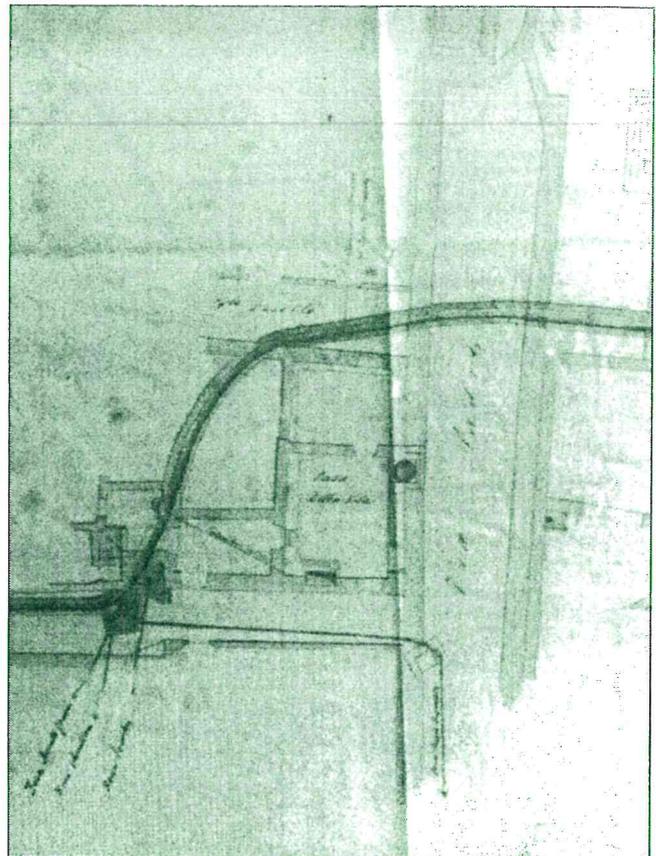


Figura n° 13. Il tratto terminale dell'acquedotto longobardo, tra via Piamarta e il monastero di S. Salvatore - S. Giulia, in un rilievo ottocentesco (ASBs, Comune di Brescia, Ufficio Tecnico, busta 159) (foto D. Gallina).

(figura n° 15) negli anni '40 del secolo scorso dall'escavazione di una delle gallerie di servizio, poi usate come rifugio antiereo (26), della galleria Tito Speri (figura n° 16). Dirigendosi invece verso meridione, si sottopassano le fondazioni romaniche della chiesa di S. Giorgio e si giunge all'altezza delle mura di piazzetta S. Giuseppe - porta Bruciata, dove è possibile tornare a cielo aperto grazie a un antello che dà all'interno di un cavedio. Da qui in poi il cunicolo raccoglie acque nere e scarichi abusivi, e pertanto la nostra esplorazione, condotta con un'attrezzatura inadeguata a tali difficoltà, non si è spinta oltre per ovvi motivi. Nel tratto compreso quindi tra porta Bruciata e via Pulusella si è potuto osservare che il condotto, a dispetto delle innumerevoli manutenzioni e disposizioni legislative di tutela del carattere pubblico dell'acqua che si sono avvicinate nel corso dei secoli, è stato assai spesso preso di mira dalle frodi dei privati: sono presenti infatti tanto dei salassi lungo la parete occidentale, quanto dei fori praticati nella volta per estrarre l'acqua dal cunicolo a mo' di pozzo, come testimoniano i segni dello sfregamento delle corde con le quali



Figura n° 14. Il punto estremo conservato dell'acquedotto di Mompiano, negli ambienti a sud della chiesa di S. Giulia (foto D. Gallina).

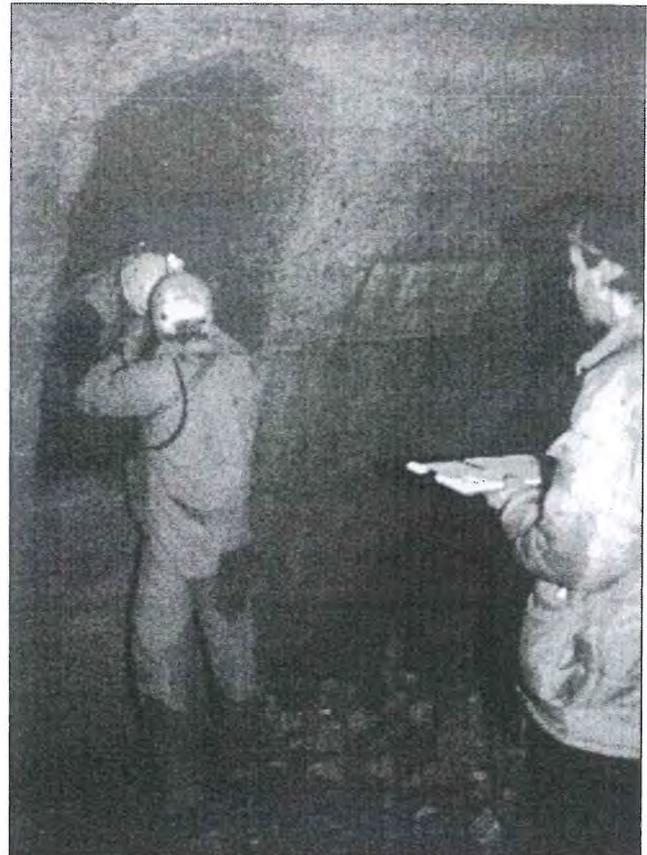


Figura n° 15. Il ramo a monte dell'acquedotto di Mompiano, tagliato dalla galleria di via Pulusella realizzata nel corso della II guerra mondiale (foto D. Gallina).

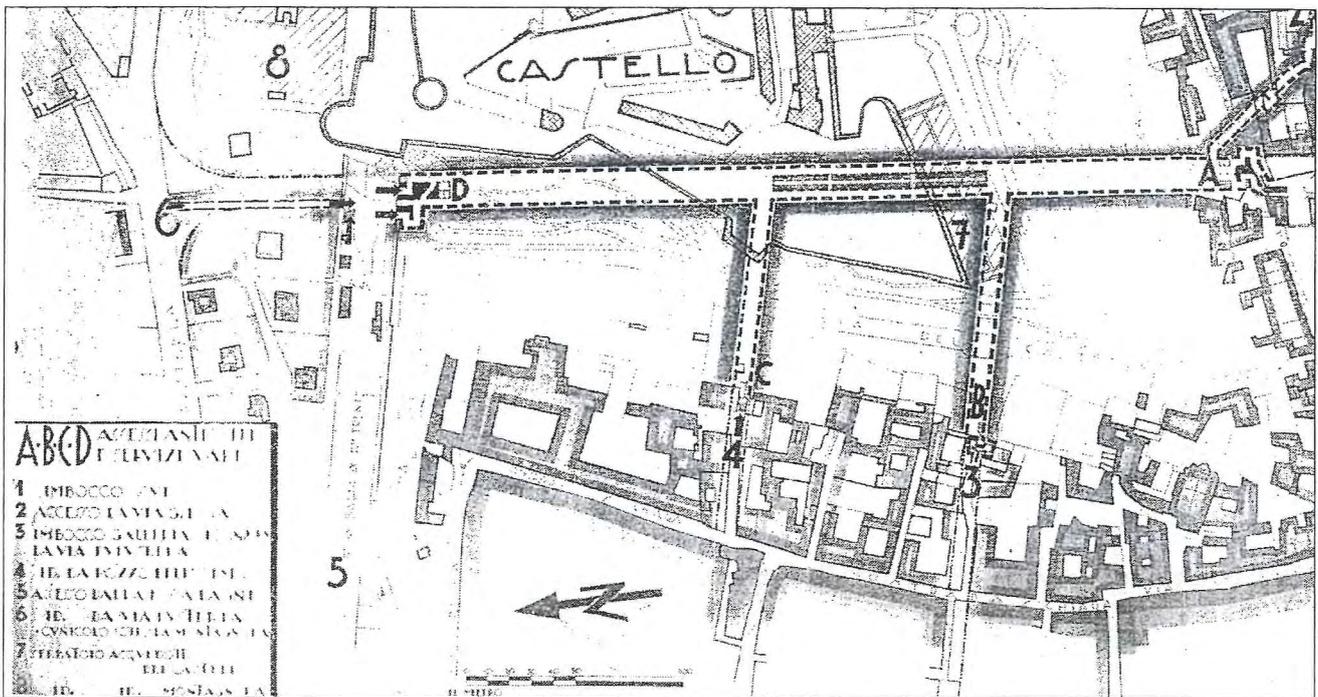


Figura n° 16. La galleria Tito Speri e le sue diramazioni di servizio (da COMUNE DI BRESCIA 1951).



Figura n° 17. L'interno del cunicolo a monte dell'acquedotto di Mompiano, a sud di piazzetta S. Giorgio (foto D. Gallina).

si calavano i secchi. Anche il fondo del condotto, che dovrebbe essere mantenuto il più possibile liscio per facilitare lo scorrimento dell'acqua, è invece spesso divenuto rugoso a causa del calcare che vi si è depositato (figura n° 17), o è persino così accidentato da far pensare a un crollo della volta lasciato *in situ*, e cementato poi dal calcare (figura n° 18).

La distribuzione dell'acqua

Se quanto detto finora riguarda la conduzione dell'acqua da Mompiano alla città per mezzo del canale maestro, vediamo ora alcuni esempi di come l'acqua venisse distribuita alle varie utenze.

Nel suo assetto originario è assai probabile che vi fosse un'unica grande camera partitoria (*castellum aquae*) appena dentro il perimetro urbano romano, ed è stato suggestivamente ipotizzato che esso sia da ravvisare nella struttura circolare della chiesa di S. Faustino in Riposo (27), di struttura romanica ma testimoniata documentariamente già nella seconda metà dell'VIII secolo.

L'area di porta Bruciata (l'antica porta *Mediolanensis*), dove il cunicolo a monte dell'acquedotto di Mompiano

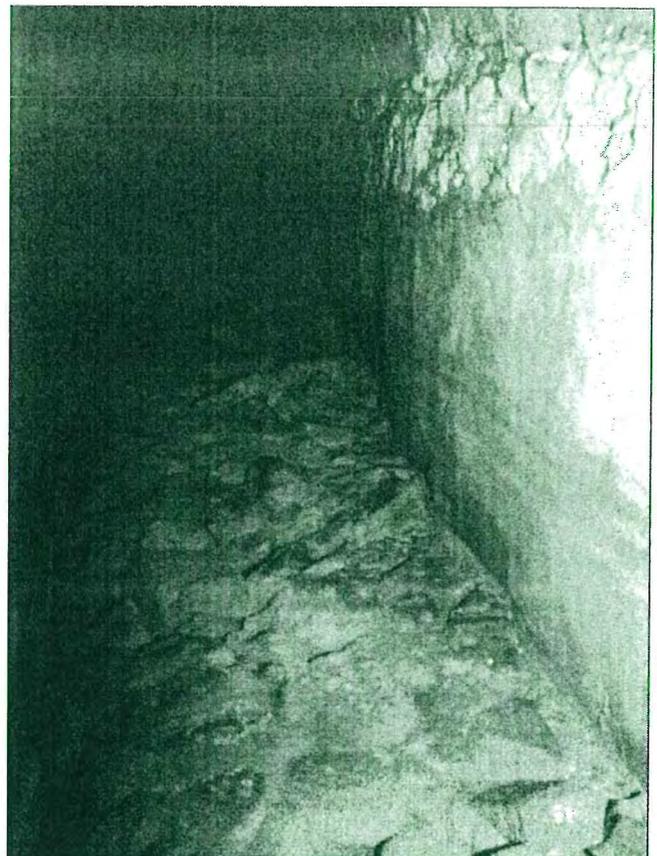


Figura n° 18. Il fondo del cunicolo, dove il calcare ha inglobato anche un crollo della volta (foto D. Gallina).

sottopassa le mura di piazzetta S. Giuseppe, è infatti altimetricamente il punto più alto di Brescia, città che sin dall'età romana presenta una sensibile pendenza da nord-ovest verso sud-est (28). Da qui pertanto, sempre scorrendo a pelo libero, l'acqua poteva raggiungere per mezzo di canalizzazioni, di tubazioni e di partitori secondari anche i quartieri meridionali della città e alimentare le numerosissime fontane cittadine.

Con lo sviluppo dei quartieri artigianali ad occidente della cinta romana, sorti lungo i corsi d'acqua usati come forza motrice delle manifatture, e che furono inglobati in una nuova cerchia fortificata (29) negli ultimi decenni del XII secolo a riprova della loro importanza, l'approvvigionamento di acqua potabile fu ottenuto secondo un nuovo schema distributivo: dopo aver distrutto il condotto a valle, ormai inutile, si forava il fianco occidentale del cunicolo a monte e da lì si estraeva l'acqua, che veniva distribuita grazie a vasche di partizione (figura n° 19).

Molte di queste strutture sono giunte a noi, e possono essere raffrontate con le fonti documentarie che le elencano a scopi fiscali e amministrativi.

Tra di esse riportiamo come esempio la bocca e il

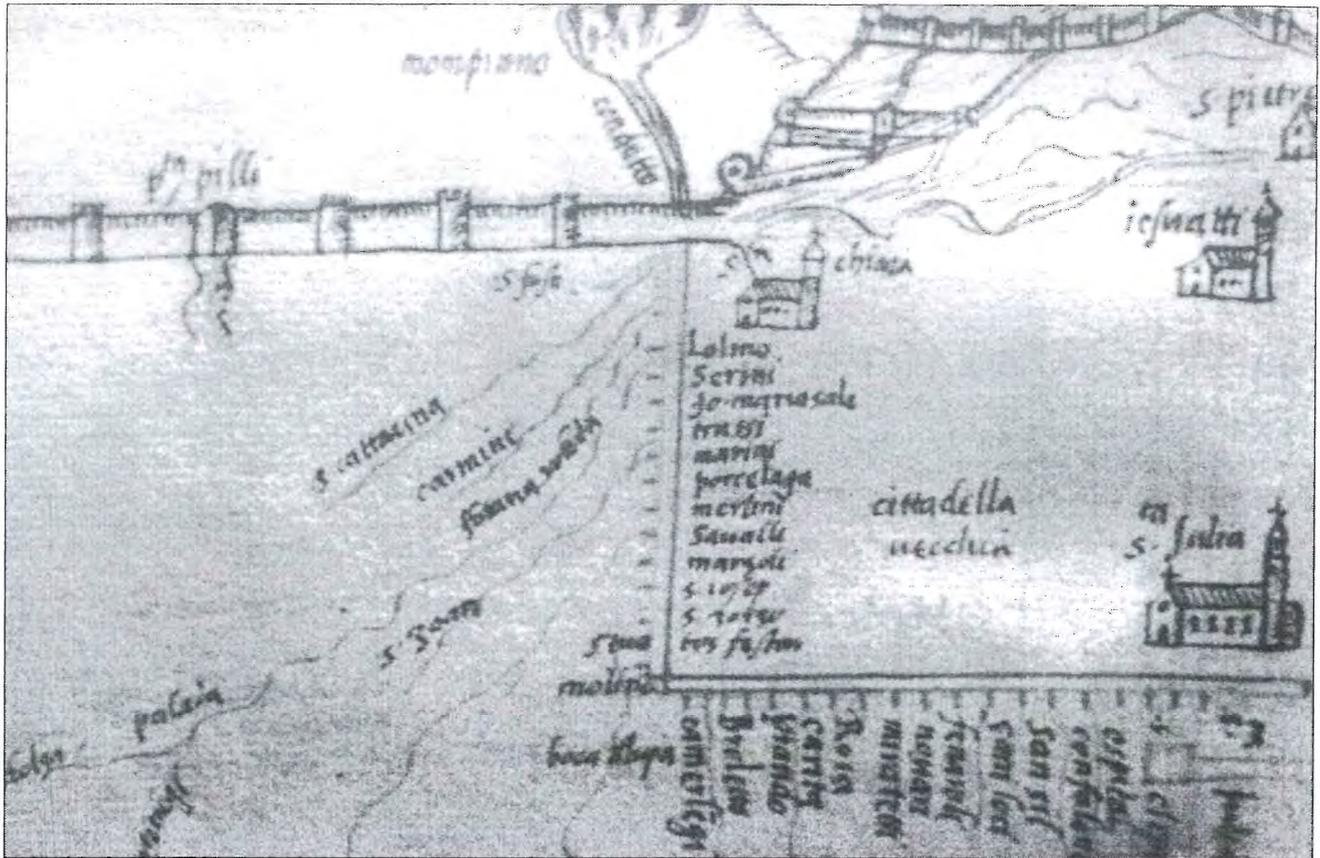


Figura n° 19. L'acquedotto di Mompiano nel Libro di tutte le fontane di Cristoforo Ragni (ASBs, ASC 1001).

partitore del convento di S. Chiara, documentato nel corso di recenti scavi archeologici (30) (figura n° 20), che risulta già nella cosiddetta relazione tecnico-fiscale del 1339 (31), così come nel *Libbro de tutte le fontane di Brescia così pubbliche che private* di Cristoforo Ragni (32) del 1561.

Se poi andiamo a verificare la situazione dei partitori di S. Chiara all'inizio del XIX secolo, grazie alla minuta descrizione (33) compiuta dall'architetto Vincenzo Berenzi (34) e ai rilievi compiuti pochi decenni più tardi da Giambattista Chizzola (35) (figura n° 21), vediamo come la rete di distribuzione dell'acqua si fosse via via estesa, articolata e complicata.

La stessa continuità d'uso ed evoluzione di una presa d'acqua si può rilevare anche per la bocca a meridione della chiesa di S. Giorgio, presso l'attuale casa Cavadini in via Gasparo da Salò 40.

Qui, nel cortile settentrionale e a pochi metri di distanza dal noto mosaico termale tardoantico conservato nelle cantine dell'edificio (36), si trova un altro partitore (figura n° 22) del quale abbiamo più descrizioni: da quella del 1339 (37) a quella del fontanaro Ragni (38), dal Berenzi (39) al rilievo del Chizzola (figura n° 23).

Auspici per uno studio speleologico dell'acquedotto di Mompiano

Se da un lato crediamo di aver raggiunto, sulla base della documentazione d'archivio, degli scavi archeologici e degli studi topografici, una conoscenza sommaria ma attendibile e sufficiente dell'acquedotto di Mompiano, d'altra parte sono ben altri i risultati che un'indagine sistematica e attenta all'interno del cunicolo potrebbe produrre. In primo luogo sarebbe opportuno individuare, indagare e rilevare il condotto anche nel tratto compreso tra le fonti e la città medievale, dove cioè finora non è stato compiuto alcun sopralluogo dentro gli spechi, e dove il rinvenimento più recente risale allo scavo di via S. Rocchino del 1961. Quanto alle esplorazioni condotte tra l'ex convento di S. Chiara e porta Bruciata, dovranno divenire da episodiche e preliminari a programmate e analitiche, comprendendo il rilievo in dettaglio dell'andamento del condotto, delle sue bocche e dei suoi partitori, e delle sue caratteristiche costruttive. Particolare importanza dovrà poi avere lo studio dell'acquedotto da porta Bruciata al monastero di S. Salvatore - S. Giulia, nella speranza di individuare il punto di sutura tra il condotto romano e quello longobardo. All'interno del

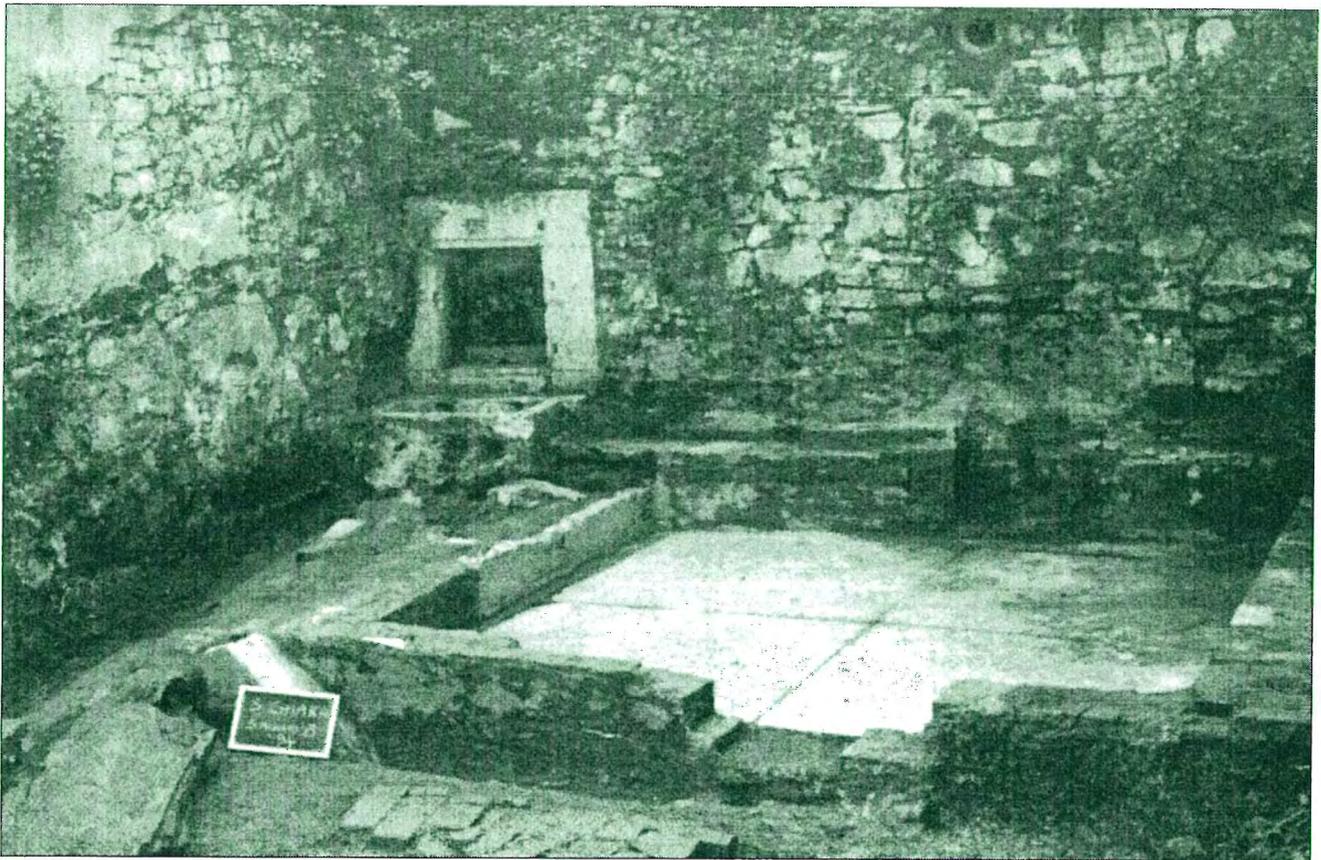


Figura n° 20. Il partitore di S. Chiara messo in luce negli scavi archeologici del 1995 (foto D. Gallina).

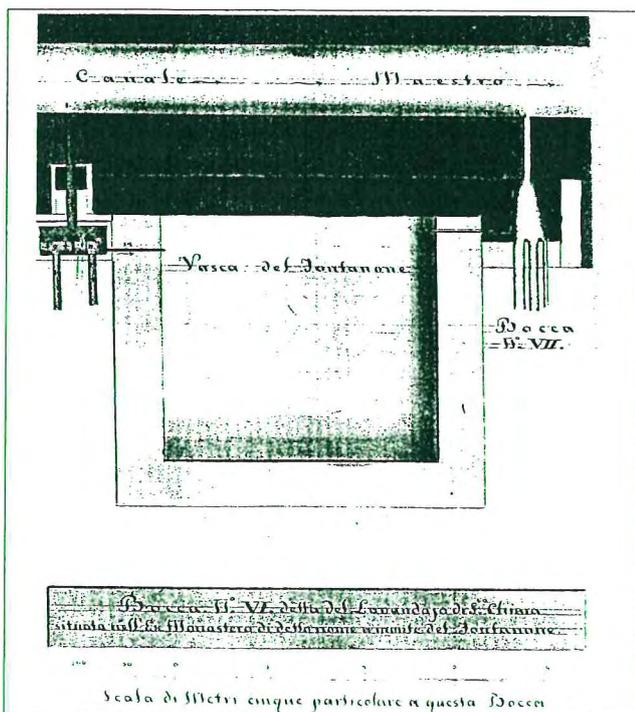


Figura n° 21. Il partitore di S. Chiara nel rilievo ottocentesco del Chizzola (Archivio dell'Azienda Servizi Municipalizzati).

monastero giuliano andranno poi esaminati e compresi anche i cunicoli che si diramano al di sotto della chiesa rinascimentale e si spingono verso nord, ben evidenti in una planimetria d'archivio (40), e dei quali è stato compiuto solo un sopralluogo preliminare.

Ritengo pertanto che uno studio speleologico dell'acquedotto di Mompiano, per non disperdersi inutilmente nei rivoli dell'entusiasmo personalistico e acritico e - per contro - per non arenarsi nelle secche dell'elefantismo burocratico del "progetto totale", dovrà poggiare su basi ben definite e adeguatamente proporzionate: se da un lato dovrà avvalersi della direzione scientifica da parte della Soprintendenza Archeologica al fine di avere un chiaro indirizzo scientifico e metodologico, dall'altra è chiaro che per lo più sarà svolto in prima persona dagli speleologi; se da una parte dovrà essere coordinato da un archeologo al fine di porsi programmaticamente degli obiettivi di conoscenza storica, dall'altro non dovrà trascurare la sua gestione odierna (entro la quale trova posto anche la bonifica dell'acquedotto dagli scarichi abusivi), per la quale l'Azienda dei Servizi Municipalizzati di Brescia ha già mostrato il più sincero interesse.

Con i margini di speranza e di entusiasmo propri delle

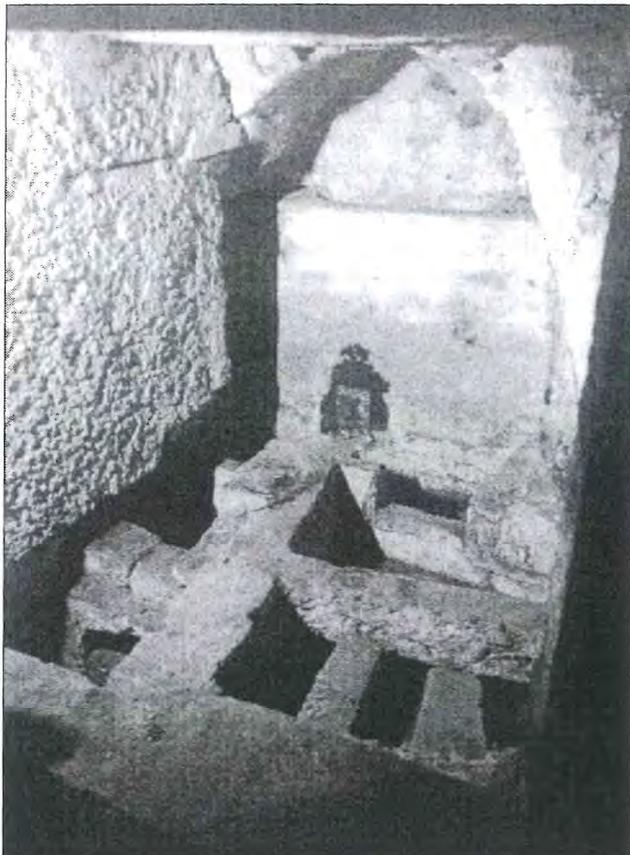


Figura n° 22. Il partitore di casa Cavadini (foto D. Gallina).

ricerche tutte da fare, ritengo infine che un approfondito confronto tra le evidenze archeologiche, le indagini e il rilievo speleologico, e le fonti documentarie e cartografiche potrebbe condurci alla ricostruzione pressoché completa della rete distributiva cittadina dell'acquedotto di Mompiano a partire almeno dal XIV secolo.

Note

- MARIN SANUTO 1483, p. 73.
- Il punto più alto di questo orgoglio municipale è dato dal poeta neoclassico Cesare Arici (ARICI 1833) che diede alle stampe un poemetto (L'origine delle fonti) nel quale si esaltava l'abbondanza e la salubrità delle acque di Mompiano, mentre sappiamo da un lato che le fonti di Mompiano hanno il notevole difetto di alternare momenti di abbondanza a magre che possono evolvere nella completa siccità, e dall'altro che il vecchio condotto di Mompiano fu sostituito alla fine del XIX secolo a causa del suo totale degrado e dissesto.
- VALLABIO 1677, pp. 9-10: "Il Condotto, che anticamente menava l'acqua nella Città di Brescia, qual al presente in più luoghi è rotto, come si può vedere, massime sotto S. Urbano aveva il suo principio alle Mesane Terra Bresciana, dove al presente è un loco chiamato li Salini, non perché menasse il Sale, come dice il volgo, ma perché a farlo fare gli andò grande spesa, & costò (come si dice) salato 1970 anni, avanti l'Incarnazione di Giesù Christo".
- RONCALLI 1724, pp. 157-158, dove discutendo dell'origine delle fonti di Mompiano egli afferma che "[...] nilque aliud habuimus

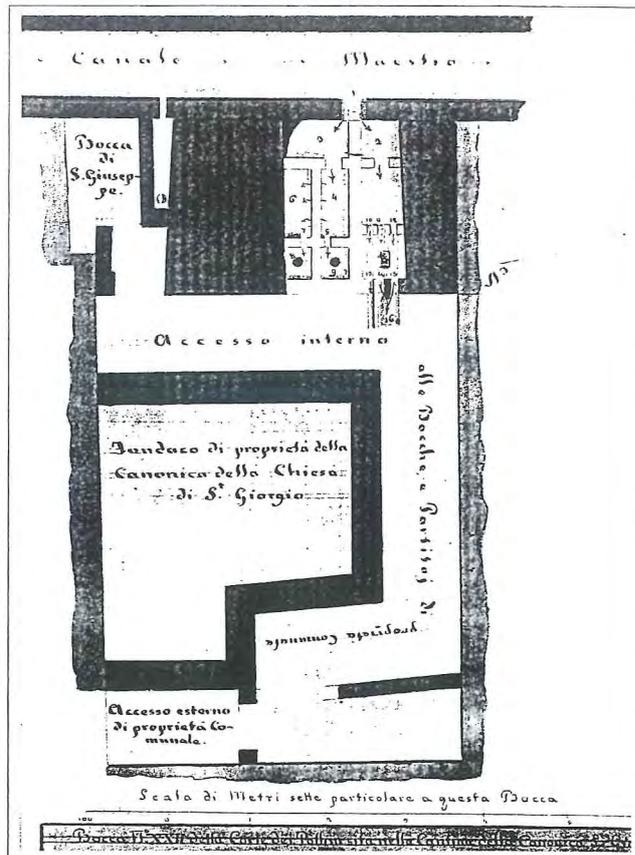


Figura n° 23. Il partitore di casa Cavadini nel rilievo del Chizzola (Archivio dell'Azienda Servizi Municipalizzati).

peculiare, nisi quod multis ab hinc annis, dum milio onerata navis Sebinum lacum transfretabat, auctis repente procellarum fluctibus omnia a vorticosis quibusdam barathris, ubi vulgo dicitur (cornu de Trenta Passi) fuerint absorta, penitus irrita sedulitate onus, et cadavera perquirendi; post nonnullos a naufragio dies coepit Mompianensis lympa notabilem milii quantitatem secum vehere, adeo ut re adstantibus incolis observata protinus obstupescerent, tantumque mysterium detegere frustra niterentur. Evanuit tamen divinandi molimen, quando scitum infortunium, quod in sinuosis Sebinis lacus gurgitibus passa fuerat memorata navis. Unde in antea apud huiusce facti memores, et credulos immutabilis opinio stetit, et adhuc viget Mompianensem scaturiginem a Sebinio lacu, licet 22 miliaribus (scilicet ubi navis demersa est) discontinuato, per subterraneos siphones suas aquas mutuari. Quae utrum vera sint, aut vero simillima, curiosorum, et posteritatis iudicium esto. Hoc unum scio, quod cum, non obstante praeterita siccitate, a saxeis, sibique invicem propinquis scatebris perpetuo exundaverint lectissimarum lymparum surculi, coniectare de certo cogimur, ab amplissimo, nec unquam desituro promptuario fuisse suppeditas, adeo, ut, quae ob nivium liquamina, aut pluvias sperari possunt aquarum additamenta, per imos telluris meatus decidua, augmento solum aquarum Mompianensium inserviant, et si etenim in nostro supposito originem fontium a solis pluviis, et nivibus derivemus, nihilominus ultro fateamur a paludibus, stagnis, et lacubus aquas posse per subterraneos siphones alio influere, quinimo etiam emergere, dummodo non tollatur naturale aquarum libramentum. Quae profecto lex nec corrui, nec labefactatur, si Sebinis undis Mompianum humectaretur, quandoquidem in humiliori loco, respectu lacus consitum est; quibus quidem, et noviter deficientibus, ad minorem pari lege, sed iugem reducitur aquarum



*emersio, hoc est ad illam, quae sepulti, longique itineris diametro respondet, quamque amplissimum aliquod receptaculum suppe-
ditat, et viarum refracta declivitas sinit interfluere". Cfr. PEREGO
- GRANDONI 1833, p. 66.*

5. ROSSI 1693, p. 13.

6. NAZARI 1658, pp. 48-49.

7. Cfr. CAPRIOLO 1505, II, col. 17 (= f. 11v).

8. ASBs (= Archivio di Stato di Brescia), ASC (= Archivio Storico
Civico) 1045, f. 132 v. "*DE NON ABEVERANDO BESTIAS AD
BUCCAS CUNNICULI DE MOMPIANO. Item statutum et ordi-
natum est quod nulla persona dare debeat bibere vel aberare
aliquas bestias ad buccas cuniculli inter civitatem Brixie et ter-
ram de Mompiano, nec in loco ubi nascitur fons cuniculli, cum
situllis vel sine situllis vel alio vase, banno soldorum decem pla-
netorum pro quolibet et qualibet vice, et quilibet sit accusator et
habeat medietatem banni".*

9. ASBs, ASC 1045, f. 133r: "*DE FACIENDO VIDERI CUN-
NICULUM DE MOMPIANO. Item statutum et ordinatum est quod
dictus iudex teneatur quolibet mense ire et videre cuniculum aque
fontium venientis a Mompiano Brixiam, et videre si in ipso cu-
nicullo aut aqua ipsius cuniculi commissum fuerit aliquid contra
forma statutorum, et providere ipsi cunicullo et aque ipsius cu-
niculli in Mompiano et a Mompiano inferius in omni loco, facien-
do ipsum cuniculum aptari et conzari nisi in illis locis in quibus
consueverunt fieri fontes vel consuetum est accipi aqua; et si in-
venerit aliquem fregisse dictum cuniculum in aliquo loco, con-
demnare debeat ipse iudex ipsum contrafacientem in soldis vi-
ginti planetorum pro quolibet vice; et si invenerit dictum cuni-
cillum esse fractum supra terrenum alicuius communis, et ille
cuius esset terrenum non aptaret illum infra terciam diem, con-
demnare debeat ipsum commune in soldis quadraginta planetor-
um quotiens contra hoc factum esse inveniretur. Et similiter
teneatur temptare et inquirere bis in medio anno (scilicet in primo
mense introitus sui regiminis, et postea in quarto mense) bona fide
per totam civitatem (scilicet per omnes partes per quas cuni-
cillum vadat) ne aliqua putredo possit cuniculum vel aquam
ipsius cuniculli devastare aut putridire, et si invenerit aliquem
vel aliquos contrafacientes bannum soldorum viginti planetorum
unicuique auferatur".*

10. ASBs, ASC 1045, f. 133r: "*DE PENA IMPOSITA EXTRA-
HENTIBUS AQUAM DE IPSO CUNNICULO. Item statutum et
ordinatum est quod nulla persona audeat vel presumat extrahere
vel accipere aquam de cuniculis aquarum venientium a Mompiano
et a Priegno ad civitatem Brixie occasione adaquandi terras et
possessiones vel alia aliqua causa, nec frangere nec devastare
aliquem dictionum cuniculorum in aliquo loco, nec facere aliquod
impedimentum in aliquo eorum, quo minus illa aqua possit labi
per ipsos cuniculos ad civitatem Brixie, nec facere nec ponere ali-
quam immundiciam in dicta aqua nec aliquo dictionum cuniculo-
rum, et si qua fractura facta esset in aliquo dictionum cuniculo-
rum, per aliquem vel per aliquos, teneantur possidentes iuxta dic-
tam fracturam reaptare et reducere eam in eo statu in quo erant
dicti cuniculli quando fuerunt facti infra decem dies, sub pena et
banno soldorum centum planetorum cuilibet contrafacienti in quoli-
bet capitulo predictorum; et quilibet sit accusator et habeat me-
dietatem banni; et dictus iudex quolibet mense teneatur et debeat
predicta diligenter inquirere".*

11 ASBs, ASC 1045, ff. 133v-134r: "*DE SACRAMENTO DOMINI
POTESTATIS SEU IUDICUM CLAUSORUM SUPER CONSER-
VATIONE AQUARUM FONTIUM. Item statutum et ordinatum est
quod quicumque fuerit per tempora potestas seu rector communis
Brixie vel iudex clausorum teneatur et debeat iurare et facere quod
cuniculum, per quem aque fluunt et labuntur seu veniunt a Mompiano
et a Priegno ad civitatem Brixie, conserventur et manentur et
defendantur illesa per totum et sine aliqua fractura vel ruptura, et
curare et facere quod aque possint et debeant venire et fluere per
ipsa cuniculla et quodlibet eorum ad civitatem Brixie, et quod nul-
la persona vel universitas audeat vel presumat accipere nec*

*extrahere aliquam aquam de ipsis cuniculis vel altero eorum,
nec frangere in aliquo loco aliquod dictionum cuniculorum, nec
ponere nec poni facere aliquam immundiciam vel aliquod turpe
nec aliquod impedimentum in aliquo dictionum cuniculorum, nec
devastare nec turpidare aquam dictionum cuniculorum, nec facere
aliquid in dictis cuniculis vel altero eorum nec prope illa vel
aliquod eorum propter quod aqua turpidetur vel possit guastari,
et quilibet persona et universitas contrafaciens condempnetur in
soldis decem in denarijs numeratis quotiens contrafecerit, et quili-
bet inde possit esse accusator et denunciator, et habeat medietatem
banni et condempnationis. Et insuper teneatur et debeat potestas
seu rector vel iudex clausorum compellere quemlibet habentem
terram vel possessionem aliquam apud dicta cuniculla vel al-
terum eorum reficere et aptare omnem fracturam et rupturam fac-
tam et fiendam in dictis cuniculis vel altero eorum apud suam
terram vel possessionem infra quindecim dies ex quo hoc denun-
ciatum vel requisitum vel inventum vel cognitum fuerit. Et si in lo-
co pertinente communi Brixie vel alicui communi [vel] universi-
tati districtus Brixie fractum vel guastatum fuerit vel frangeretur
vel guastaretur aliquod predictorum cuniculorum, teneatur et
debeat potestas seu rector communis Brixie vel iudex clausorum
infra quindecim dies ex quo sciverint vel ei denunciatum seu re-
quisitum fuerit illud facere bene refici et aptari, videlicet in locis
pertinentibus communi Brixie, expensis illius communis et in ali-
js locis existentibus in terris et territorijs alicuius terre districtus
Brixie, expensis illorum vel illius communis vel communium in
quorum vel cuius territorio ruptum vel guastatum erit, et potestas
seu rector vel iudex clausorum teneatur et debeat predicta inquirere
et temptare seu facere inquire et temptari per aliquem sue curie
vel militie singulis mensibus. Et predicta omnia observare et ob-
servari facere sacramento toto tempore sui regiminis, et hoc ca-
pitulum sit precisum et precise debeat observari, salvis semper
et ratis manentibus alijs statutis et capitulis statutorum continentium
de dictis cuniculis et aquis et quolibet eorum. Et quod quilibet
rector communis Brixie vel iudex clausorum teneatur et debeat
sacramento preciso, de quo absolvi non possint consilio vel aren-
go vel aliquo modo, servare et servari facere omnia statuta et ca-
pitula statutorum communis Brixie continentia de cuniculis aque
venientis a Mompiano ad civitatem Brixie, et curare et facere quod
omnia que continentur in ipsis capitulis compellantur et fiant, alio-
quin perdant de suo salario libras vigintiquinque planetorum".*

12. BOTTURI - PARECCINI 1991; GALLINA 1996.

13. Il primo studio preciso sulle acque tradotte in città si deve al
Ruffini (RUFFINI 1923), il cui contributo rappresenta l'inizio degli
studi moderni, anche se spesso è più citato che compreso.

14. BOTTURI - PARECCINI 1991, p. 26.

15. A rigore, non esiste una prova archeologica che l'acquedotto
di Lumezzane sia romano, perché mancano del tutto i necessari
riferimenti stratigrafici. Anche nel punto dell'entrata nella cerchia
muraria, presso la porta di S. Eusebio in via Brigida Avogadro, non
è mai stato indagato, nonostante l'estrema vicinanza, il rapporto
tra mura/porta ed acquedotto. La tecnica costruttiva non è che un
indizio, e non una prova di romanità: infatti, l'unico tratto scava-
to stratigraficamente dell'acquedotto di Mompiano (ROSSI 1988-
89), e accertato di età longobarda, è - all'apparenza - di struttura e
tecnica edilizia del tutto simile a quella dell'acquedotto di Lumezzane.
Appare quindi lecito desumere che la tecnica edilizia, la capacità
costruttiva altomedievale non differisca da quella (presunta) au-
gustea, quanto meno per le strutture pubbliche di questo tipo.
Semplificando forse eccessivamente il problema, a favore della
datazione augustea dell'acquedotto di Lumezzane depone casomai
l'impegno economico che l'imponenza dell'opera richiedeva (20
km. circa di percorso) e la "normalità" della dotazione di una con-
dotta d'acqua per una città ormai divenuta colonia (vd. CIL, V,
4307), quadro che contrasta con la diffusa difficoltà altomedievale
di mettere in opera grandi lavori pubblici di matrice non religiosa.
16 Il passaggio dalle falde della Maddalena al Castello (ora per-
corso da via Turati) era possibile grazie al Goletto, l'originario



dosso roccioso che venne tagliato dai Veneti nel 1517-20 per assicurare un maggiore isolamento della rocca del Castello (vd. GUERRINI 1959).

17. DA LEZZE 1610, III, pp. 390-391; VALLABIO 1677, p. 9.
18. BOTTURI - PARECCINI 1991, p. 44; e ATS (= Archivio Topografico della Soprintendenza Archeologica della Lombardia, Nucleo Operativo di Brescia), relazione 28/12/1988.
19. La correttezza di questa ricostruzione è stata dimostrata dal recente scavo di alcuni ambienti in Casa Pallaveri, lungo il lato occidentale del Foro, dove è stata rinvenuta, parzialmente asportata, una fistula plumbea centenaria che discendeva dal colle con forte pendenza e in senso N-S, e che divenne inutilizzabile probabilmente già nella tarda antichità (F. ROSSI, L. DE VANNA 1998, in stampa. Ringrazio gli autori per le anticipazioni che mi hanno fornito).
20. ROBECCHI 1996.
21. BOTTURI - PARECCINI 1987.
22. GALLINA 2000.
23. Lo scavo è stato condotto in Casa Pallaveri, lungo il lato occidentale del tempio capitolino romano; vd. ROSSI 1988-9.
24. CDL, II, 151, 152, 153 e 158; III, 39.
25. Il sopralluogo più esatso è stato condotto il 7 febbraio 1995, dal sottoscritto con Andrea Breda e Tino Pacchiani del Nucleo Operativo di Brescia della Soprintendenza Archeologica della Lombardia, coadiuvati dallo speleologo Matteo Rivadossi che si è adoperato con l'entusiasmo che lo contraddistingue anche per un'indagine così inferiore alla sua competenza e abilità, e di questo lo ringrazio. Il tratto longobardo dell'acquedotto di Mompiano è stato percorso da Andrea Breda nel 1992 (CARTA ARCHEOLOGICA DI BRESCIA, scheda n. 358/f).
26. COMUNE DI BRESCIA, 1951, pp. 12-15
27. Ringrazio Gianni Botturi per aver discusso con me questa sua ipotesi.
28. BROGIOLO 1984, p. 53.
29. BREDA - GALLINA 1998.
30. VENTURINI 1994.
31. Il testo, edito per primo da monsignor Paolo Guerrini (GUERRINI 1922), è stato poi integrato e corretto in FRATI - GIANFRANCESCHI VETTORI 1980 (ma alcune mende rimangono): "*Anchora uno canò de li fontani chi è in del monaster de Santa Chiara de la città de Bresa, che serf al monaster in part, e in part ala fontana ch'è in de la strada maystra river la reza de quello monaster*".
32. ASBs, ASC 1001, ff. 5v-6r: "*BOCCA DE SANTA CHIARA VECCHIA. [...] Questi sono due bocche, delle quali la prima fa le fontane in Santa Chiara Vecchia, cioè la più granda, et la piccola va a servire a quelli di Comotti, che stanno al incontro della chiesa del ditto Monastero, quale bocche sono tutte dua nel ditto Monastero de Santa Chiara, et erano le dette bocche del ditto Monastero. Et sono distanti dalla soprascritta cavezi 8 braza 5*".
33. ASBs, ASC 1288: "*BOCCA N. 6 - BOCCA DEL LAVANDAIO DI S. CHIARA situata nel ronco del monastero suddetto. I numeri contrassegnano le sue parti: (1) Condotto maestro, che mette l'acqua nel partitore per le varie diramazioni (2) Bocca sudetta del diametro di oncia 1 (3) Ricipiente della bocca (4) Lavandaio del monastero di S. Chiara (5) Condotto, che mette l'acqua in un fosso. BOCCA N. 7 - BOCCA DEL FONTANONE DEL MONASTERO DI S. CHIARA, ove se ne estrae oncia 11/4 per le fontane di casa Tosi, situata nel ronco del monastero sudetto. I numeri contrassegnano le sue parti: (1) Condotto maestro, che mette l'acqua ai vari partitori (2) Bocca seconda di S. Chiara del diametro di oncie 2 (3) Ricipiente di detta bocca (4) Condotto, che mette l'acqua alla fontana del chiostro grande e la seconda acqua di detta fontana si mette al monastero di S. Giacomo e Filippo. Dal condotto d'acqua prima di detta fontana del refettorio di detto convento di S. Chiara (5) Condotto per le fontane di casa Tosi in contrada di S. Chiara al n. 3186 estraendosi salasso del ditto condotto prima di sortire dal convento, per la fontana del Sechiaio di detto conven-*

- to. BOCCA N. 8 - BOCCA DI S. CHIARA, DEL CARMINE, ed altri compartecipi, situata pure nel ronco del monastero sudetto. I numeri contrassegnano le sue parti: (1) Condotto maestro, che mette l'acqua in vari partitori (2) Bocca sudetta del diametro di oncie 2 punti 3 (3) Ricipiente della medesima (4) Condotto, che mette l'acqua ai rispettivi partitori. Dal sudetto condotto nello spazio solo del muro divisorio del monastero colle case di vari affittuali di proprietà di dette monache, si estraggono piccoli salassi per le fontane situate ai nn. 3196, 3197, 3198, 3199, 3200 nel vicolo di S. Chiara e n. 3195 colla fontana pubblica. [1] BOCCA N. 8. Partitore situato nel muro dell'ex convento del Carmine verso il vicolo del Manzone proveniente l'acqua dalla bocca sudetta. [...] [2] Bocca n. 8. Partitore sopra la Garza situato nel muro di detto ex convento del Carmine di prospetto al vicolo del Mangan[in]o, proveniente l'acqua del partitore n. 1. [...] [3] Bocca n. 8. Partitore situato nel muro divisorio di casa Baronio al n. 3018 in contrada del Carmine proveniente l'acqua dalla cascata della fontana Filippini olim Ugoni. [...] [4] Bocca n. 8. Partitore Serina situato nel muro della sua casa verso il vicolo di S. Chiara proveniente l'acqua dal bocchetto sudetto. [...] [5] Bocca n. 8. Partitore situato in casa Arici al n. 3183 in contrada S. Chiara, proveniente l'acqua dal partitore Serina al n. 3203. [...] [6] Bocca n. 8. Partitore situato nel muro divisorio di casa Torri, e Selli, proveniente l'acqua dal partitore situato nel muro sopra la Garza dell'ex convento del Carmine".
34. L'architetto Vincenzo Berenzi (+1817) consegnò nel 1806 alla Congregazione Municipale di Brescia, dopo quasi cinque anni di lavoro compiuto al seguito del fontanaro municipale per rilevare tutti i partitori e le tubature dell'acquedotto di Mompiano, una serie di mappe, disegni e scritti tra i quali meritano di essere citati il Piano della città rilevata con precise misure in tutta la sua estensione, coll'andamento di tutti i condotti pure in precisa misura onde rilevarne colla scala di cavezzi e di braccia le varie dimensioni, e la loro località e il Disegno del Condotto Maestro colle rispettive bocche fuori di città incominciando dalla sua origine fontana di Mompiano fin contro le mura della Rocca (finora introvabili), e il Libro in foglio col disegno di n. 296 partitori comprese le bocche sul condotto maestro, colla descrizione esatta di tutti i partitori, e dei proprietari che hanno fontane, così pure della porzion d'acqua a loro spettante, col n. civico rispettivo riferibile alla Mappa per riconoscere l'andamento di cadaun condotto (conservato presso l'archivio dell'ASM di Brescia, e in copia in in ASBs, ASC 1288). La corrispondenza tra il Berenzi e il Comune è invece in ASBs, Comune di Brescia, Rubrica XVII, Busta 7/1A/Prima Parte.
35. Pochi decenni dopo il rilievo del Berenzi, giudicato imperfetto "perché eseguito idealmente, e senza alcuna precisione di disegno" (vd. la lettera del luglio 1849 in ASBs, Comune di Brescia, Rubrica XVII, 7/1A/Prima parte), Giambattista Chizzola produsse nuovi disegni dei partitori, per i quali ebbe dall'Ateneo la medaglia d'argento, e che sono conservati presso l'archivio dell'ASM di Brescia. Ringrazio il dott. Zuppa dell'ASM che mi ha consentito di consultare e riprodurre le tavole del Chizzola.
36. LABUS 1851, pp. 67-72; ODORICI 1853, II, pp. 56-57; PANAZZA - DAMIANI 1959, p. 34; MIRABELLA ROBERTI 1963, pp. 270-273; PANAZZA 1988, p. 16.
37. ASBs, ASC 1527: "*Anchora uno canò de la fontana de la visanza che cor dal capo de li casi de la Disiplina de Sanct Zorzo, per lo qual fi fat una fontana de li casi de zamdrè de Leoni da Chochi, de po in de li casi de Zano di Rambalg e li se perde*".
38. ASBs, ASC 1001, f. 19v-20r: "*BOCCA DE SANT GEORGIO. Questa boca si è larga onze 21/2. Questa presente bocca è di Santo Georgio, la quale fa fontane nove, et quando l'acqua è fuora del condotto se divide in quattro parti, una parte va in casa di Poncarali, una parte in su la vicinanza, presso alla chiesa de San Zorzo, un'altra parte va alla corte [dei Pollini] ch'è apresso alla mercantia, et un'altra parte nella casa di Cremaschi Soiari, et questa si cava per salasso, et uno altro salasso che va al signor Alovio Capriolo, et al presente li sta uno Antonio da Mompiano confettor, et l'altra*



parte va a miser Theseo Lana, et a miser Carlo Averoldo, et una a miser Fortunato Averoldo, et l'altra a miser Piero Giacomo Averoldo. Et è distante dalla soprascritta cavezi 20 brazza 4".

39. ASBs, ASC 1288: "Bocca n. 22 - Bocca situata nella contrada della casa parrocchiale di S. Giorgio laterale a quella di S. Giuseppe. I numeri contrassegnano le sue parti: (1) Tubo condotto che mette l'acqua alle varie bocche (2) Bocca sudetta (3) Recipiente generale della bocca (4) Tubo che mette l'acqua al partitore della contrada di S. Cristofforo (5) Tubo che mette l'acqua al partitore della corte Polini (6) Recipiente dei due condotti n. 4-5 (7) Recipiente dei tre condotti n. 8-9-9 (8) Condotto che mette l'acqua nella fontana pubblica di S. Giorgio (9) Condotti che si uniscono, e che mettono l'acqua al partitore esistente nel muro della cantina di S. Giorgio. [1] Bocca n. 22. Partitore situato nel muro della cantina della casa parrocchiale di S. Giorgio proveniente l'acqua della bocca sudetta. [...] [2] Bocca n. 22. Partitore situato nella casa Parolari al n. 3239 in muro divisorio colla casa Venturi n. 3246 in contrada di S. Giuseppe, proveniente l'acqua dal partitore esistente nel muro della casa parrocchiale di S. Giorgio. [...] [3] Bocca n. 22. Partitore situato sotto il volto degl'Assi in Roetta, proveniente l'acqua dal partitore esistente nella casa n. 3239 in muro divisorio colla casa Venturi n. 3240. [...] [4] Bocca n. 22. Partitore situato alla Drogheria Martinoni al n. 2268 verso la piazzetta di Dar Vecchio proveniente l'acqua dal partitore esistente sotto il volto degl'Assi in Roetta. [...] [5] Bocca n. 22. Partitore situato in casa del ferraio Bettoni al n. 3388 in contrada degl'Orefici, proveniente l'acqua dal partitore esistente sotto il volto degl'Assi in Roetta. [...] [6] Bocca n. 22. Partitore situato in casa Lodrini al n. 3374 nel vicolo di S. Giuseppe di dietro al coro di detta chiesa proveniente l'acqua da salasso estratto dal condotto corte Pollini. [...] [7] Bocca n. 22. Partitore situato nella corte pubblica Pollini proveniente l'acqua dalla bocca sudetta. [...] [8] Bocca n. 22. Partitore situato in casa Fiorani al n. 2451 in contrada di Roa Soera proveniente l'acqua dal partitore corte Polini. [...] [9] Bocca n. 22. Partitore situato sul cantone della casa Poli al n. 2442 in contrada della Mercanzia proveniente l'acqua della bocca sudetta. [...] [10] Bocca n. 22. Partitore situato in casa Caldera al n. 2288 in contrada della Mercanzia, proveniente l'acqua dal partitore situato in angolo della casa Poli al n. 2242. [...] [11] Bocca n. 22. Partitore situato nel muro di cinta del cortile del Palazzo Bargnani al n. 2106 in contrada di S. Carlino proveniente l'acqua dal partitore situato nel muro della cantina di S. Giorgio. [...] [12] Bocca n. 22. Partitore situato nel muro di casa Auroidi nel contradone detto partitore di S. Cristofforo, proveniente l'acqua dalla bocca sudetta di S. Giorgio. [...] [13] Bocca n. 22. Partitore situato nel vicolo della Muta, Proveniente l'acqua dal partitore esistente nel muro di casa Auroidi. [...] [14] Bocca n. 22. Partitore situato nel muro divisorio di casa Guzzetti ed Auroidi, proveniente l'acqua dal partitore di S. Cristofforo nel contradone".

40. ASBs, Comune di Brescia, Ufficio Tecnico, Busta 159.

Bibliografia

ARICI 1833 =

C. ARICI, 1833, *L'origine delle fonti. Poema ine-dito*, Milano, per Giuseppe Crespi e C.

BOTTURI - PARECCINI 1987 =

G. BOTTURI, R. PARECCINI, 1987, *Brescia, via Pusterla. Acquedotto tardo-antico*, "Notiziario della Soprintendenza Archeologica della Lombardia" 1987, pp. 179-180.

BOTTURI - PARECCINI 1991 =

G. BOTTURI, R. PARECCINI, 1991, *Antichi acquedotti del territorio bresciano*, Milano, ET.

BREDA - GALLINA 1998 =

A. BREDA, D. GALLINA, *Brescia, via delle Battaglie, Palazzo Calini ai Fiumi. Cerchia muraria di età comunale*, "Notiziario del-

la Soprintendenza Archeologica della Lombardia" (1998), in stampa.

BROGIOLO 1984 =

G. P. BROGIOLO, 1984, *La città tra tarda antichità e medioevo*, in BROGIOLO G.P. (A.C.), *Archeologia urbana in Lombardia. Valutazione dei depositi archeologici e inventario dei vincoli*, Modena, Edizioni Panini, pp. 48-55.

CAPRIOLO 1505 =

E. CAPRIOLO, 1505, *Chronica de rebus Brixianorum ad senatum populumque Brixianum, Brixiae*, Per Arundum de Arundis.

CARTA ARCHEOLOGICA DI BRESCIA 1996 =

F. ROSSI (A.C.), 1996, *Carta archeologica della Lombardia. V*, Brescia. La città. I. La carta archeologica di Brescia. Schede, Modena, Franco Cosimo Panini.

CDL =

Codice Diplomatico Longobardo, Roma, Istituto Storico Italiano per il Medio Evo (Fonti per la Storia d'Italia pubblicate dall'Istituto Storico Italiano per il Medio Evo, 63), vol. I-II (1933) a c. di L. Schiaparelli; vol. III (1973) a c. di C. Brühl.

COMUNE DI BRESCIA 1951 =

COMUNE DI BRESCIA (A.C.), 1951, *La galleria del castello in Brescia (1943-1951)*, Brescia, Apollonio.

DA LEZZE 1609 =

G. DA LEZZE, 1609, *Il catastico bresciano di Giovanni da Lezze (1609-1610) nell'esemplare queriniano H. V. 1-2*. Con prefazione di Carlo Pasero, I-III, Brescia, Apollonio (Biblioteca Civica Queriniana - Brescia. Studi Queriniani III), 1969-1973.

FRATI - GIANFRANCESCHI VETTORI 1980 =

V. FRATI - GIANFRANCESCHI VETTORI, *Testi in volgare bresciano del Trecento*, in *Brescia nell'età delle Signorie*, a c. di V. FRATI, Brescia 1980, pp. 249-261.

GALLINA 1995 =

D. GALLINA, 1995, *L'acquedotto di Mompiano (Brescia) tra età romana e bassomedioevo*, Tesi di Laurea in Archeologia e Topografia Medioevale, Facoltà di Lettere dell'Università Cattolica del Sacro Cuore di Milano, a.a. 1994-1995, relatrice ch.ma prof. Silvia Lusuardi Siena.

GALLINA 1996 =

D. GALLINA, 1996, *Topografia e archeologia degli antichi acquedotti bresciani*, in F. Rossi (a.c.), *Carta archeologica della Lombardia. V*, Brescia. La città. Saggi, Modena, Franco Cosimo Panini, pp. 247-253.

GALLINA 2000 =

D. GALLINA, 2000, *Il doppio cunicolo parallelo dell'acquedotto di Mompiano (Brescia)*, in *In binos actus lumina. Metodologie per lo studio della scienza idraulica antica. Atti del Convegno (Ravenna, 13-15 maggio 1999)*, in stampa.

GUERRINI 1922 = P. Guerrini, *Le antiche fontane di Brescia descritte l'anno 1339 in un documento dialettale*, "La Città di Brescia", a. II (1922), n. 7-12 (rist. in P. GUERRINI, *Appunti su argomenti diversi*, in *Pagine Sparse*, XXVII, Brescia 1987).

GUERRINI 1959 =

P. GUERRINI, 1959, *Quando il Castello era riunito ai Ronchi. L'antichissima strada che portava al Goletto*, in *Miscellanea di studi bresciani sull'Alto Medioevo a cura del comitato bresciano per l'ottavo Congresso Internazionale dell'Arte dell'Altomedioevo*,



Brescia, Apollonio, pp. 47-48 (giÒ in "Giornale di Brescia", 18 genn. 1958).

LABUS 1851 =

G. LABUS, *Sull'acquedotto e sul culto delle acque dell'antica colonia bresciana. Cenni del cav. dott. Gio. Labus all'autore*, in F. ODORICI, *Brescia romana illustrata da Federico Odorici*, parte I, Brescia 185.

MARIN SANUTO 1483 =

MARIN SANUTO, 1483, *Itinerario di Marin Sanuto per la terraferma veneziana nell'anno MCCCCLXXXIII*, Padova, Tipografia del Seminario 184.

MIRABELLA ROBERTI 1963 =

M. MIRABELLA ROBERTI, 1963, *Archeologia ed arte di Brescia romana*, in *Storia di Brescia*, Brescia, Morcelliana, vol. I, pp. 231-32.

NAZARI 1658 =

G. B. NAZARI, 1658, *Brescia antica di Gio. Battista Nazari cittadino bresciano. Di nuovo rivista, & corretta. La quale contiene la sua piÒ vera origine, & il Culto delli suoi Dei Antichi. Aggiuntovi un Ragguaglio di quei Signori, che di tempo in tempo l'hanno dominata, et delle sue principali rovine. Dedicata all'Illustrissimo signor Giuseppe Savoldo giudice del Collegio di Brescia e consigliere dell'Altezza Sereniss.a Elettorale di Baviera*, in *Brescia*, Per li Sabbii.

ODORICI 1853-58 =

F. ODORICI, *Storie bresciane dai primi tempi sino all'etÀ nostra narrate da Federico Odorici*, Brescia.

PANAZZA - DAMIANI 1959 =

G. PANAZZA, S. DAMIANI, 1959, *I mosaici pavimentali bresciani del V - VI sec. d. C.*, in *Miscellanea di studi bresciani sull'Alto Medioevo a cura del comitato bresciano per l'ottavo Congresso Internazionale dell'Arte dell'Altomedioevo*, Brescia, Apollonio, pp. 35-38.

PANAZZA 1988 =

G. PANAZZA, 1988, *Brescia e il suo territorio da Teodorico a Carlo Magno secondo gli studi fino al 1978*, in G. PANAZZA, G. P. BROGIOLO, *Ricerche su Brescia altomedioevale, vol. I. Gli studi fino al 1978. Lo scavo di via Alberto Mario*, Brescia, Ateneo di Brescia, pp. 7-35.

PEREGO - GRANDONI 1833 =

A. PEREGO, S. GRANDONI, 1833, *Dell'aria e dell'acqua potabile di Brescia. Continuazione della Memoria dello scorso anno*, "Commentari dell'Ateneo di Brescia" (1833), pp. 59-67.

ROBECCHI 1996 =

F. ROBECCHI, 1996, *Aqua brixiana. Fiumi, canali, acquedotti, fontane nella storia di una città*, Brescia, Grafo.

RONCALLI 1724 =

F. RONCALLI, 1724, *De aquis brixianis cum disquisitione theorematum spectantium ad acidularum potum, et transitum in corpore animali examen chymico-medicum*, Brixiae, Ex Typographia Joannis Mariae Ricciardi.

ROSSI 1693 =

O. ROSSI, 1693, *Le memorie bresciane. Opera storica e simbolica di Ottavio Rossi*, riveduta da Fortunato Vinaccesi, e dal medesimo in questa nuova impressione accresciuta di considerabil numero di Marmi non piÒ stampati, Brescia, Domenico Gromi.

ROSSI 1889-89 =

F. ROSSI, *Brescia, via Musei, casa Pallaveri*, "Notiziario della Soprintendenza Archeologica della Lombardia", 1988-89, pp. 249-252.

RUFFINI 1923 =

G. RUFFINI, 1923, *Note sull'acquedotto romano della Valtrompia*, "Commentari dell'Ateneo di Brescia" (1923), pp. 123-160.

VALLABIO 1677 =

B. VALLABIO, 1677, *Breve cronichetta dilettevole nella qual si narra il principio di questa città di Brescia. Con la maggior parte delle Ruine, Guerre, & Sacchi che essa ha havuto. Cavate dalle antiche, & Moderne Croniche insieme con molte altre cose successe in diversi Luoghi. Di nuovo ricorretta, & aggiuntovi le cose piÒ notabili, successe dall'anno 1584 fino all'anno 1630 per B.V. Cittadino Bresciano*, in *Brescia*, Per Gio. Giacomo Vignad. Stamp. Cam.

VENTURINI 1994 =

I. VENTURINI, *Brescia, ex monastero di Santa Chiara. Deposito archeologico urbano*, "Notiziario della Soprintendenza Archeologica della Lombardia" (1994), pp. 146-147.



Amedeo Gambini * Gianluca Padovan *

Studi di comparazione architettonica presso il Comune di Bergamo, in Città Alta, nel 1997

Sommario

Naturalmente scarsa di acqua sorgente, nel corso del tempo Bergamo Alta è stata dotata di acquedotti sotterranei e cisterne. Il lavoro speleologico è andato a documentare una grande cisterna, anche in rapporto alle soprastanti volumetrie. Attestata dal XVI secolo, in essa si notano chiari interventi di sistemazione e di ampliamento.

Abstract

During the passing time, Bergamo Alta -hich naturally lacked in spring water- was provided with underground aqueducts and cisterns. The speleological work documents the existence of a big tank, also related to the above mentioned dispositions of volumes. Attested from the XVI century, in the tank there are clear signs of interventions of arrangement and enlargement.

Premessa

Nel corso delle operazioni di studio e di ricerca svolte nel territorio di Tarquinia (VT), abbiamo potuto prendere in esame varie cisterne, collocate da alcune fonti disponibili in un orizzonte cronologico compreso tra il XV e il XVI secolo.

In particolare, la cisterna di Palazzo Vitelleschi (oggi Museo Nazionale) a Tarquinia, ha indotto ad una più approfondita ricerca presso analoghi manufatti dello stesso periodo, realizzati in altre regioni italiane. Grazie alla sensibilità e alla collaborazione prestata dall'Amministrazione Comunale di Bergamo (1), abbiamo intrapreso una serie di operazioni presso la cosiddetta Città Alta, rilevando e studiando alcune opere destinate alla conserva delle acque e di cui presentiamo i primi risultati riguardanti la Cisterna situata in Piazza Mercato delle Scarpe.

La Cisterna di Piazza Mercato delle Scarpe

Situata sotto l'attuale Piazza Mercato delle Scarpe, a Bergamo Alta, la cisterna del XVI secolo è segnalata da una lapide in marmo, che reca la seguente iscrizione: <<Sotto il livello di questa piazza per decreto del Comune fu costruita dall'architetto Alessio Agliardi una cisterna capace di 25.000 brente bergamasche>>

* Associazione Speleologia Cavità Artificiali Milano (S.C.A.M.)

(tavola n° 1). Unitamente a una grata e ad un tombino, si può dire che non vi siano ulteriori elementi che in superficie indichino l'esistenza del manufatto: l'evoluzione della ripartizione degli spazi pubblici e privati è andata a cancellare anche l'imboccatura del pozzo (per l'esattezza dei due pozzi), attraverso cui si poteva attingere all'imponente serbatoio.

Il rilievo è stato restituito su CAD in quanto interessava capire anche la sua collocazione al di sotto del tessuto urbano. Quest'ultimo era già stato riportato dall'Ufficio Tecnico del Comune di Bergamo su medesimo programma grafico, consentendo quindi la 'sovrapposizione' (tavola n° 2). Data la bellezza, l'ottimo stato di conservazione e la sua complessità, riteniamo possa essere interessante approfondire la ricerca, indagando le fonti storiche, dal momento che si notano chiari interventi di sistemazione e di ampliamento, nonché di obliterazione.

Alcune decine di anni fa è stata restaurata e al momento delle nostre operazioni il serbatoio conteneva acqua per un'altezza di cinque metri. Grazie all'ampiezza dell'ambiente e alla potabilità dell'acqua, ci si è potuti muovere in sicurezza e tranquillità, introducendo un gommone da cinque posti, un canotto da due, e un faro da 200 watt per l'illuminazione supplementare.

Vi hanno operato sei speleosub (uno dei quali con

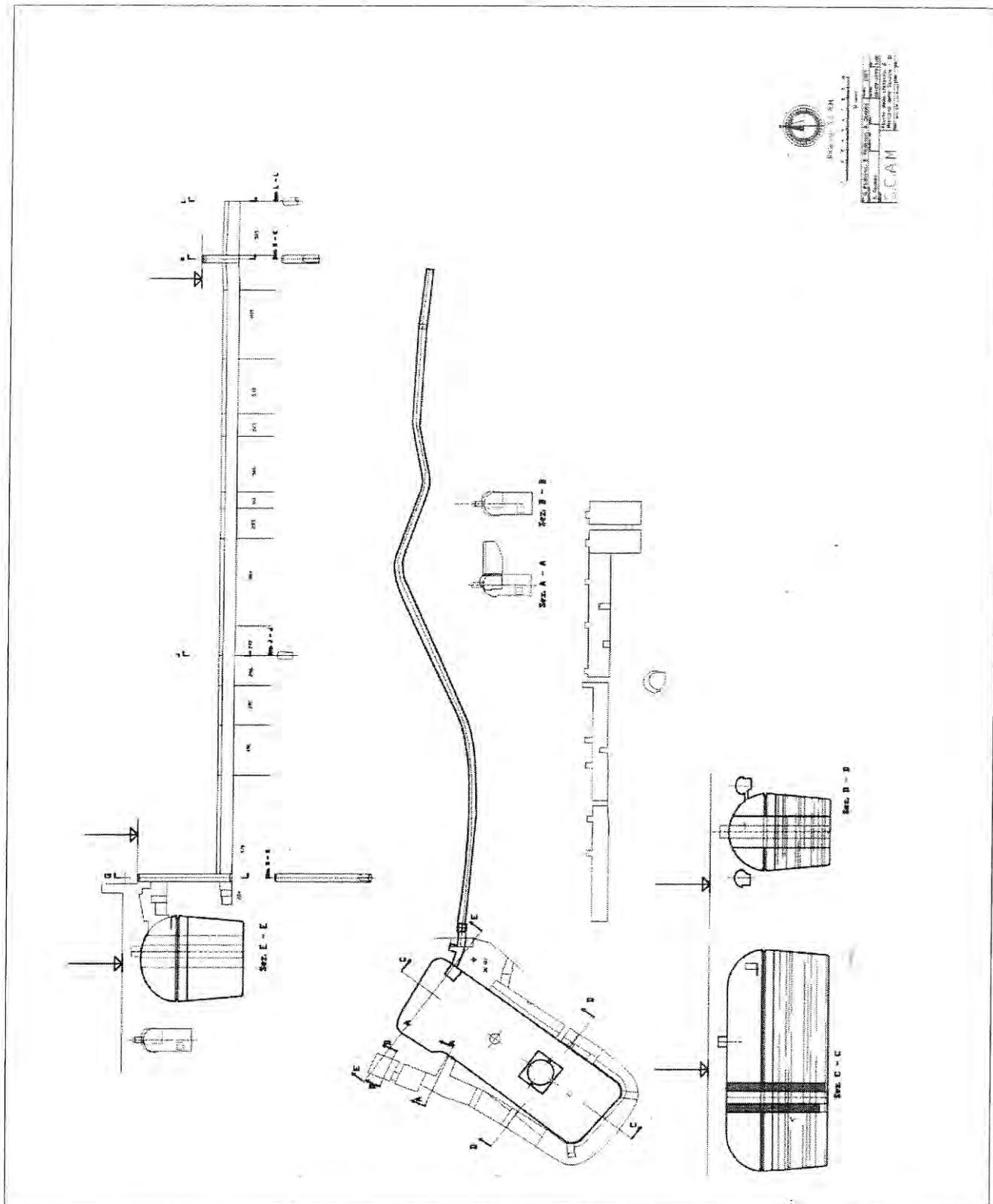


Tavola n° 1. L'impianto risulta così articolato: 1. grande camera di conserva in cui s'innesta la canna di un pozzo; 2. corridoio a ferro di cavallo, conducente a due vani contigui, identificabili come 'pozzetti'; 3. perforazione ad asse verticale che mette in comunicazione il piano di calpestio esterno con la cisterna e un sottostante cunicolo (pozzo di servizio); 4. cunicolo che alloggia una tubatura, su cui s'innesta un secondo pozzetto (rilievo Associazione S.C.A.M.; restituzione su CAD A. Gambini).

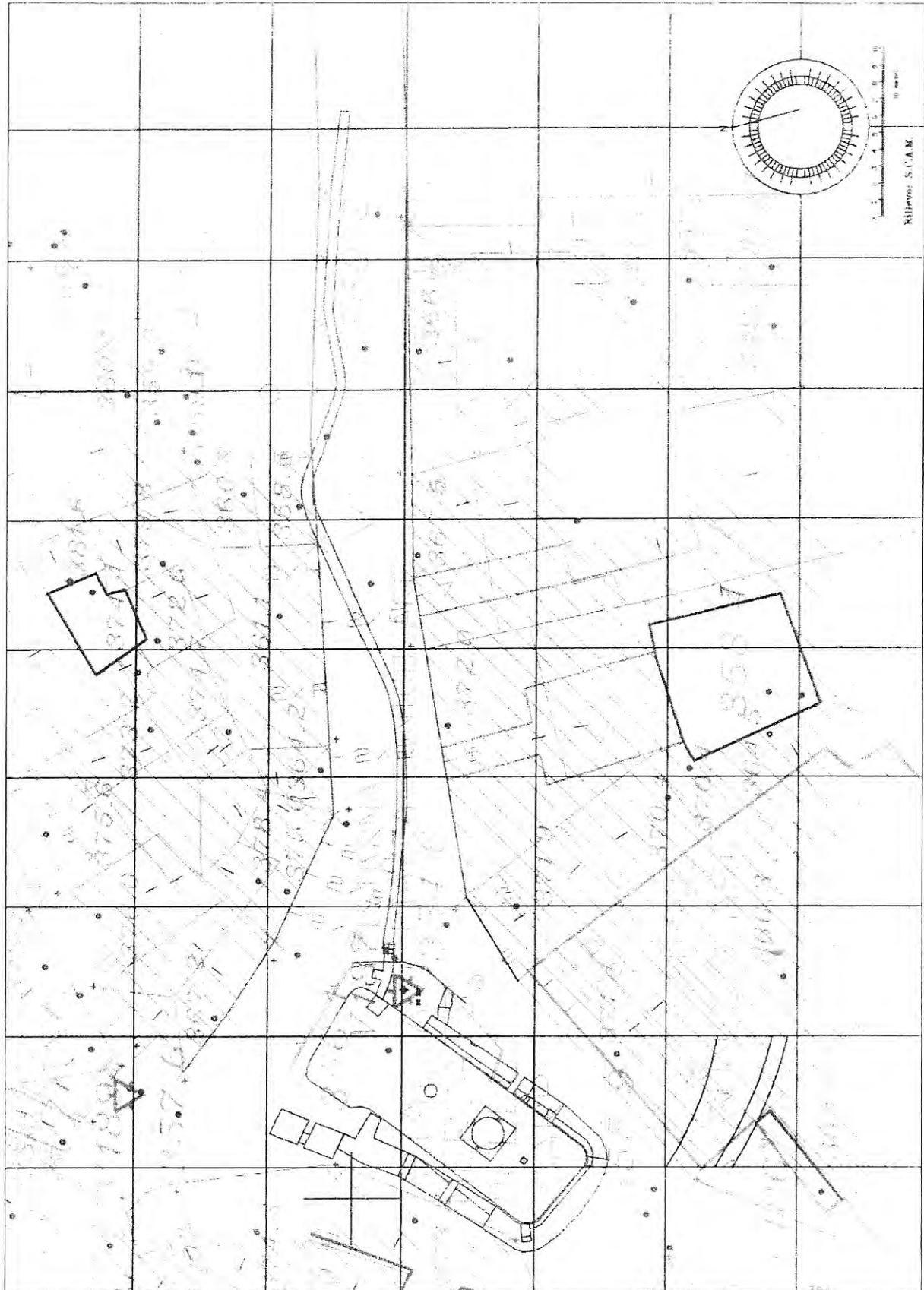


Tavola n° 2: Sovrapposizione dell'impianto sotterraneo agli alzati.



telecamera subacquea) e altrettanti speleologi (2).

La cisterna

La camera di raccolta e di stoccaggio delle acque presenta la volta a botte con le testate a padiglione e le pareti inclinate verso l'interno, atte a contenere la spinta del liquido. In corrispondenza dell'imposta di volta

corre lungo quasi tutto il perimetro una canalina aggettante in pietra, interrotta in corrispondenza dell'attuale accesso munito di ballatoio in cemento armato. In vari punti risulta concrezionata (tavola n° 3). La canna di un pozzo s'innesta dalla volta fino al pavimento: la sezione esterna è quadrangolare, mentre l'interna è circolare. Comunica con la camera tramite quattro fori,

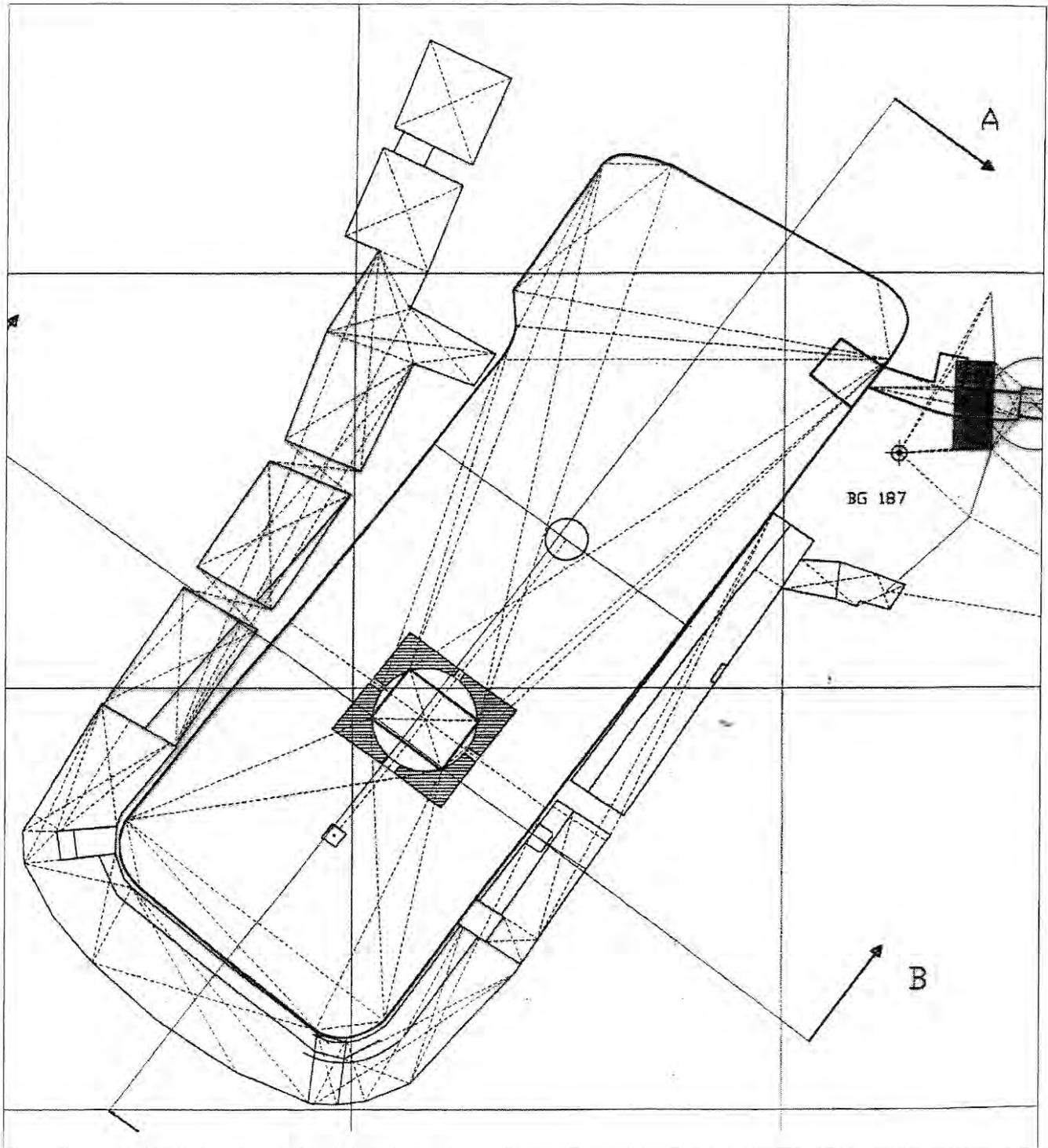


Tavola n° 3. Particolare della Cisterna di Piazza Mercato delle Scarpe.



prossimi al pavimento, uno dei quali allargato evidentemente in epoca successiva alla sua realizzazione e attraverso cui siamo potuti entrare (foto n° 1). Internamente alla canna, alla sommità, si scorge una vera in pietra, probabilmente monolitica. Sempre sulla volta (come visibile nel rilievo planimetrico) vi è l'apertura circolare di un secondo pozzo, anch'essa obliterata. Sul pavimento, in direzione sud ovest, e in asse con le due luci dei pozzi, vi è un tombino quadrangolare in pietra, munito di anello. Sarebbe interessante capire a cosa dia accesso, dal momento che la presenza dell'acqua ne ha -ovviamente- sconsigliato la rimozione.

Il 'corridoio'

Dalla Piazza, un'apertura provvista di grata dà accesso a un breve cunicolo parzialmente scavato nella viva roccia. Tale manufatto s'innesta nel corridoio che segue quasi interamente i tre lati della camera, con cui comunica attraverso una piccola 'apertura' posta lun-



Foto n° 1. Lo speleosub è ripreso accanto alla canna del pozzo, che scende all'interno della 'conserva' (foto A. Gambini).

go il tratto est. E' munito di divisori in muratura, che ne chiudono la metà inferiore, lasciando comunque a livello del pavimento una apertura di volta in volta di dimensioni differenti (foto n° 2). Un divisorio lungo il lato est e quello posto in corrispondenza dell'angolo ovest risultano parzialmente demoliti.

Tale struttura, data anche la sua collocazione a seguire la parte sommitale del serbatoio, potrebbe essere identificabile come 'camera di filtraggio' di acque meteoriche. Se così fosse, in origine doveva essere parzialmente riempita con carbone di legna, sabbia e ghiaia. Questo motiverebbe la presenza di siffatti divisori. Eccettuate le dimensioni, l'impianto è analogo a quello riscontrato a Tarquinia (vedere le tavole allegate), nel Pozzo di Palazzo Vitelleschi.

Il pozzo di servizio

Il tombino posto di fronte la fontanella della Piazza consente di scendere in una perforazione verticale, a sezione quadrangolare, rivestita con mattoni a vista in cui sono infissi i pioli metallici che fungono da scala di servizio. Appena al di sotto del piano stradale dà accesso a un breve corridoio, terminante con il ballatoio in cemento armato aggettante all'interno della camera. Tale corridoio è caratterizzato da due vani quasi contrapposti, che in realtà potevano essere gli accessi ad altrettante opere, forse in origine comunicanti o facenti parte della supposta camera di filtraggio. Più in basso, il pozzo termina innestandosi sul cervello di volta di un cunicolo.

Il cunicolo inferiore

Servito dal summenzionato pozzo, il cunicolo inferiore è rivestito in mattoni, con volta a botte e pareti leggermente inclinate verso l'interno. Poteva essere destinato a svuotare la camera di conserva e attualmente, al suo interno, è alloggiata una tubatura metallica che, verosimilmente, ha tale funzione. In direzione della conserva si vede chiaramente come sia stato scavato nella roccia viva (foto n° 3), dal momento che il rivestimento è parzialmente mancante. Nell'opposta direzione risulta murato dopo circa settanta metri e la tubatura parrebbe proseguire oltre il tamponamento. Un secondo pozzetto lo connette alla superficie.

Considerazioni

Limitatamente alle attuali condizioni, l'approvvigionamento idrico è garantito dall'allacciamento alla rete di distribuzione dell'acquedotto moderno e l'attuale funzione è di mantenere una riserva idrica in caso d'incendio. Secondo alcune fonti storiche (3) il serbatoio poteva contenere 1.170 metri cubi d'acqua e non era

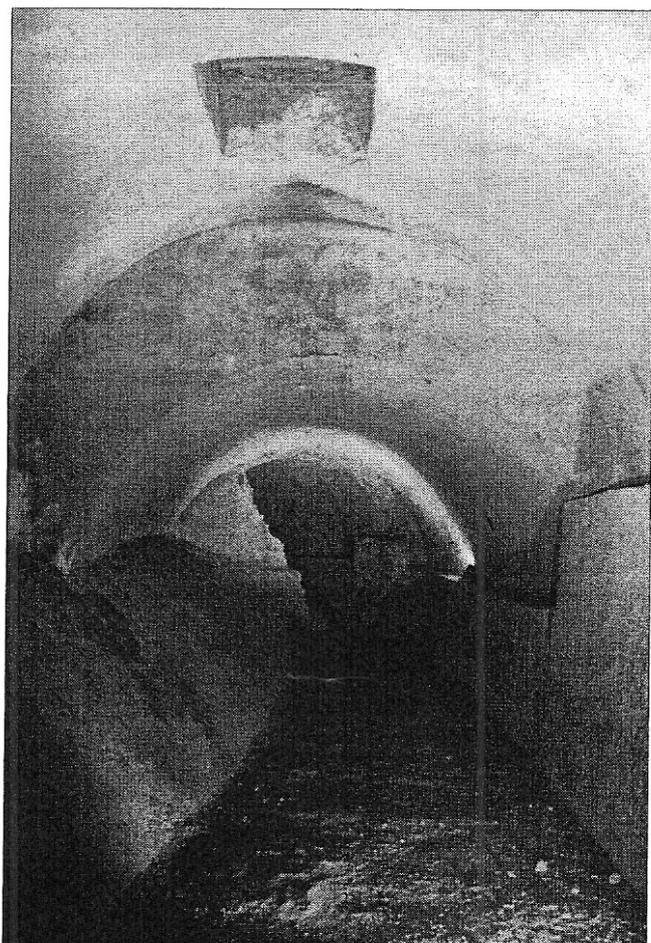


Foto n° 2. Lato ovest del 'corridoio'. Sul fondo si scorge quanto rimane del divisorio (foto G. Padovan).

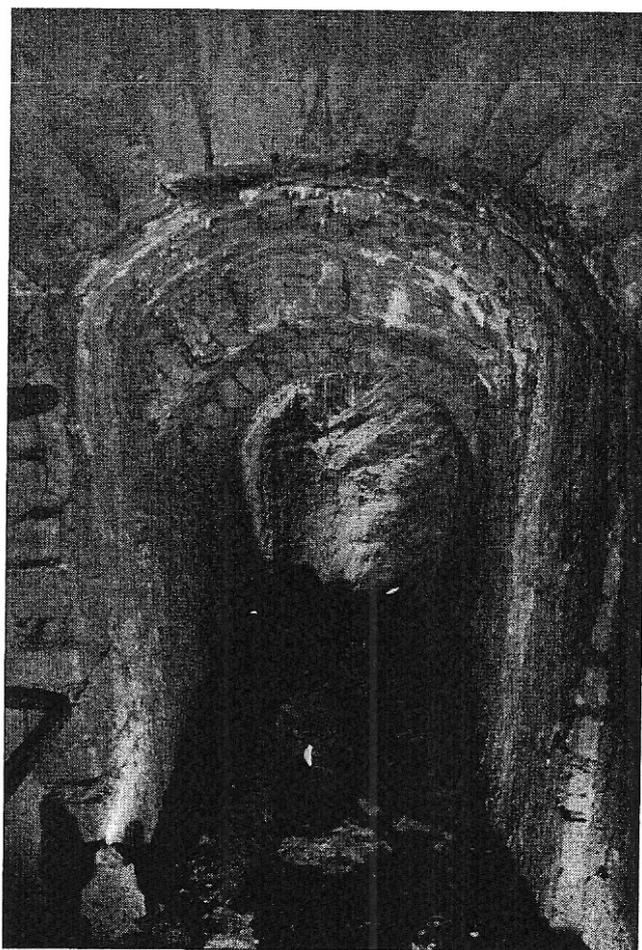


Foto n° 3. Tratto di cunicolo che si sviluppa in direzione della conserva (foto G. Padovan).

alimentato con acqua meteorica, ma dall'Acquedotto Magistrale. Se la sua costruzione avvenne nel XV secolo, l'impianto lascia presupporre l'ampliamento almeno di un preesistente 'ambiente'. L'impressione è dettata, a prima vista, dalla pianta non regolare. In corrispondenza dei due profondi 'pozzetti' quadrangolari (identificabili come ulteriori serbatoi), la parete della camera principale si allarga sensibilmente, come se in origine si trattasse di un vano a sé stante. Resta poi da definire la funzione assoluta dall'apertura circolare sulla volta, accanto alla canna del pozzo. Ricordando che l'opera è dotata di un corridoio a ferro di cavallo, identificabile come camera di filtraggio, non si può che osservare come l'impianto che noi oggi vediamo fosse inizialmente adibito a raccolta, filtraggio e stoccaggio delle acque meteoriche (4). Pertanto solo successivamente lo si 'allaccia' all'acquedotto. Una maggiore comprensione del manufatto potrà venire dall'esame delle fonti storiche e dalla sua totale esplorazione.

Note

1. Ringraziamo il Comune di Bergamo per averci concesso

le autorizzazioni a procedere e il Geometra Alberto Bani per la preziosa disponibilità e la collaborazione.

2. Alle operazioni hanno partecipato gli speleologi dell'Ass. S.C.A.M.: Roberto Barbierato, Claudio Cornello, Laura Crenna, Jean Luc De Bentzmann, Amedeo Gambini, Camillo Navoni, Alessandro Orlandi, Philippe Martin, Davide Padovan, Gianluca Padovan, Valerio Vitali. E del Gruppo Speleologico Archeologico Livornese (G.S.A.L.): Alessandra Casini. La restituzione su CAD è di Amedeo Gambini.

3. CAPPELLINI 1990.

4. GAMBINI c. s. PADOVAN c. s.

Bibliografia

CAPPELLINI 1990 =

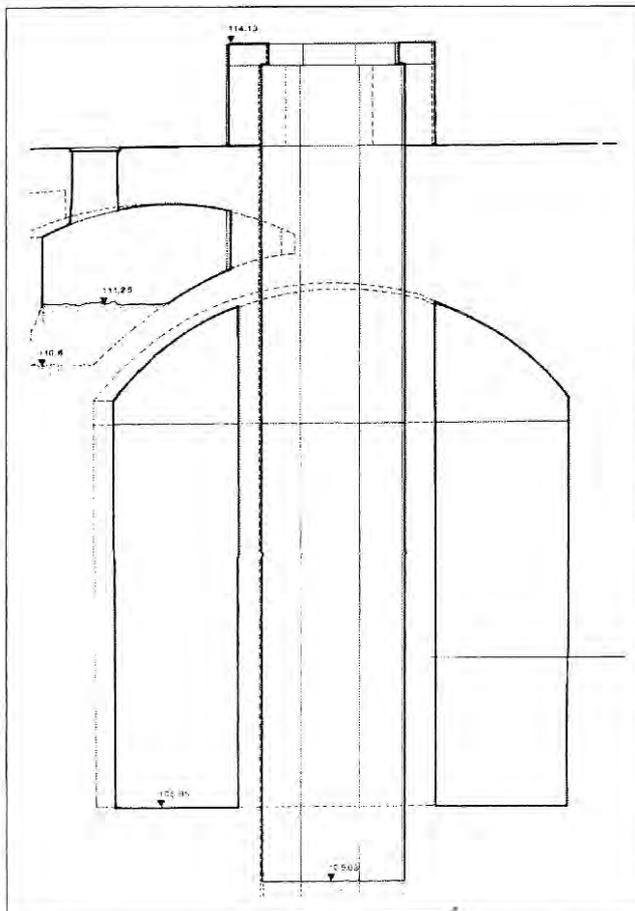
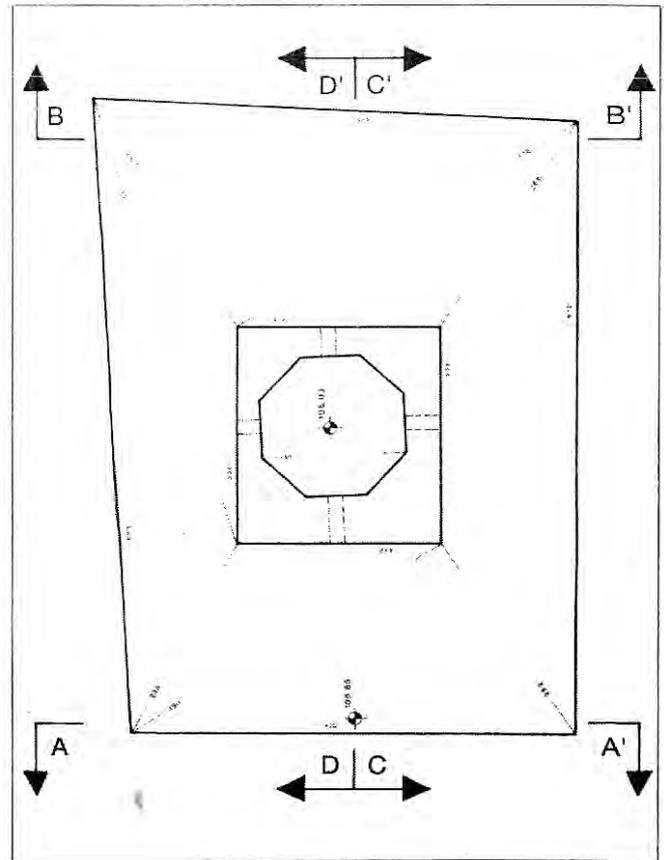
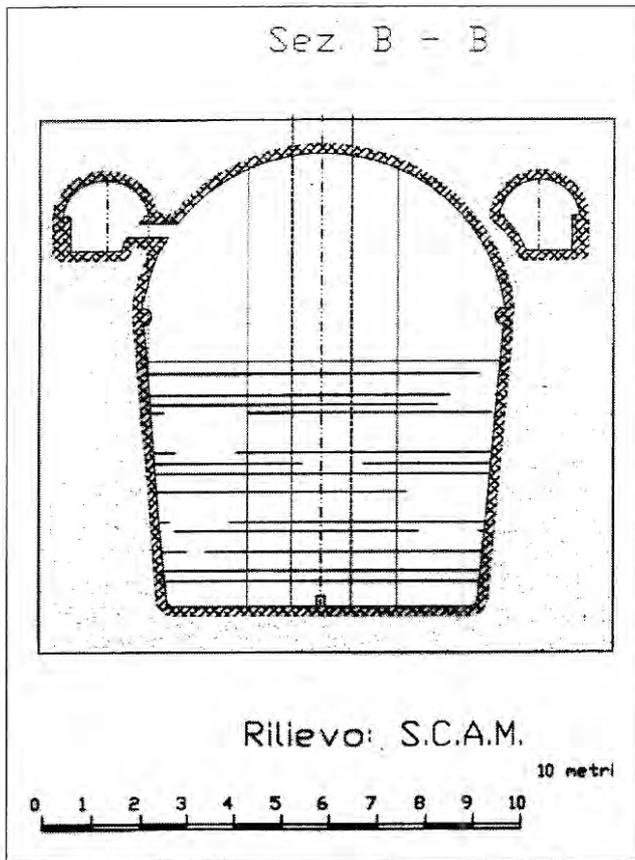
P. Cappellini, *Acqua e acquedotti nella storia di Bergamo*, Bergamo 1990, p. 153.

GAMBINI c. s. =

A. Gambini, *La cisterna di Piazza Mercato delle Scarpe*, in *Atti del XVI Congresso Nazionale di Speleologia*, c.s.

PADOVAN c. s. =

G. Padovan, *Note per la catalogazione e la comprensione delle opere idrauliche sotterranee*, in *Atti del Convegno Internazionale "In binos Actus Lumina. Metodologie per lo studio della scienza idraulica antica"*, c. s.



In alto a sinistra abbiamo in sezione la Cisterna di Piazza Mercato delle Scarpe.

In alto a destra abbiamo la sola planimetria della camera di conserva e del pozzo della Cisterna di Palazzo Vitelleschi, a Tarquinia.

La terza sezione rappresenta il pozzo, la camera di conserva e la camera di filtraggio della Cisterna di Palazzo Vitelleschi.

Come si può vedere i due impianti di conserva delle acque meteoriche sono analoghi.

(Tutte le planimetrie relative alla Cisterna di Palazzo Vitelleschi sono state pubblicate nella rivista Specus News n° 2, Cagliari 1998).



Gian Domenico Cella * , Bruno Guanella *; Ezio Vajna De Pava **

Un'interessante opera militare della Linea Cadorna a Verceia (SO)

Sommario

Studio preliminare di un'opera militare dei primi del Novecento, facente parte della "Linea Cadorna". Non è ancora chiara la sua destinazione: potrebbe trattarsi di un sistema per minare la via di comunicazione a ridosso del lago di Mezzola, oppure di un deposito per materiale bellico, come gas o esplosivi.

Abstract

Preliminary study of a military work of the first part of the twentieth-century. It is still not clear its destination: it could be a system to mine the lines of communication near Mezzola lake or a deposit of war material, or a deposit of gas or explosive.

Premessa

La relazione che segue è il frutto di ricognizioni effettuate dal G.G.N. negli anni 1996-1999, su invito dell'assessore A. Oreggioni e dell'arch. E. Dodi, per conto della Comunità Montana della Val Chiavenna. La planimetria che presentiamo deriva da una serie di misure effettuate con un grado di precisione UIS 6, più che idoneo per una relazione di tipo preliminare, quale è da ritenersi quella che segue (1).

Non essendo al momento ancora del tutto chiaro il fine dell'opera, le affermazioni circa la destinazione e l'utilizzo degli ambienti sono da ritenersi solo ipotesi di lavoro.

Localizzazione

L'opera si trova nel comune di Verceia e più precisamente a ovest della frazione Villa, ove un contrafforte della montagna strapiomba sul lago di Mezzola (tavola n° 1). L'accesso, murato, è ubicato tra l'ingresso della galleria ferroviaria e quello della galleria stradale della dismessa SS n° 36 (lato meridionale). Una breve rampa stradale in salita, impostata su una massicciata ancora in ottimo stato, conduce all'ingresso della cavità, ora ben visibile, ma un tempo seminascosto dalla vegetazione; il concio di chiave porta inciso, in belle lettere, la cifra 1917.

Attualmente è possibile accedere all'opera attraverso un condotto di aerazione collocato sulla verticale dell'ingresso settentrionale della galleria stradale; uno scomodo sentierino, che parte dall'abitato di Villa, permette di raggiungerlo in una decina di minuti. Le sbarre di protezione originarie risultavano, al momento della nostra visita, asportate. Poco più a sud, un secondo condotto di aerazione (qui le sbarre di protezione risultano parzialmente segate) permette a sua volta di raggiungere l'interno della struttura; l'ingresso si apre in corrispondenza di una parete rocciosa strapiombante e risulta accessibile solo a provetti alpinisti. La correlazione tra l'opera descritta, il territorio esterno e le altre tre strutture sotterranee presenti nei pressi (due gallerie stradali ed una galleria ferroviaria) è invece visualizzata nella planimetria riportata.

Speleometria

Comune: Verceia

Località: galleria ferroviaria

Cartografia: CTR 1:10.000 - Sez. B3 E1 Novate-Mezzola

Coordinate ingresso: 1534695 E; 5115560 N

Quota: 211 m s.l.m.

Sviluppo spaziale: > 478 m

Sviluppo planimetrico: 338 m

Dislivello: 20 m (+7 m, - 13 m)

Tipo di opera: deposito militare?

Anno di costruzione: 1917?; 1932?

* Gruppo Grotte C.A.I. Novara (G.G.N.)

** Gruppo di studio "fortificazioni moderne" - Milano

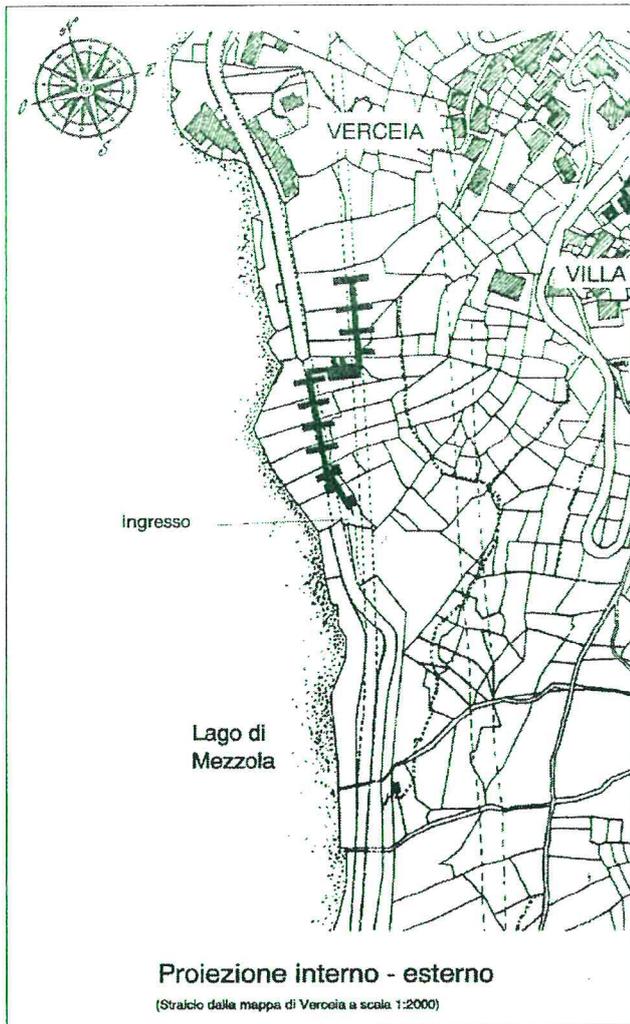


Tavola n° 1.

Descrizione

Superato l'ingresso, ora murato con blocchi di pietra legati da malta, si procede in una bella galleria in muratura, larga 2-3 m con volta a tutto sesto; sul lato sinistro sono visibili i resti un po' corrosi di un quadro elettrico (tavola n° 2). Superati alcuni gradini, si incontra sulla destra un locale (A), munito di finestra interna, che forse fungeva da ufficio-archivio del deposito. Una grossa cancellata di ferro (sulla volta si è conservata una targhetta in ferro smaltato a porcellana riportante la scritta "VIETATO FUMARE") dà accesso ad una lunga scalinata che si sopralza di 4.25 m rispetto all'ingresso. Al termine della scalinata (foto n° 1, 2 e 3), troviamo sulla sinistra due locali; in quello più piccolo (B) spicca a livello del pavimento il basamento in cemento che doveva ospitare un motore, probabilmente una pompa per l'aspirazione e la mandata dell'acqua o, in alternativa, un motore per la ventilazione o forse un gruppo elettrogeno. Il locale di mag-

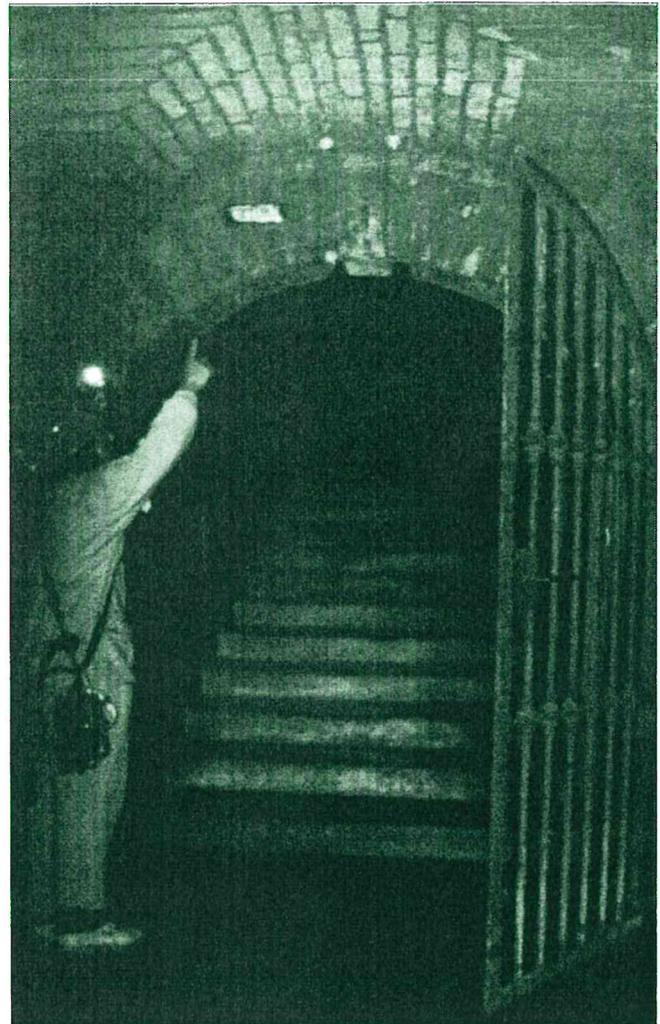


Foto n° 1. Scalinata e cancellata poco oltre l'ingresso (foto G.G.N.).

giori dimensioni (C), intonacato, ospitava probabilmente il personale addetto alla gestione dell'impianto: le pareti sono qui incise da numerosi graffiti e scritte riportanti nomi, emblemi e date. Queste ultime si riferiscono sia al periodo di frequentazione del locale sia alla "classe" di leva di chi svolgeva detto servizio. Molte sono incise su intonaco di riporto, evidenti 'rappezzì' successivi alla stesura dell'intonaco originale. Poco oltre, sulla sinistra, un corridoio più ristretto dà accesso a un pozzo di 0.8 x 0.8 m, profondo 17.3 m (P 17); il pozzo è percorso per tutta la sua lunghezza da una grossa tubazione, del diametro di 4 pollici (foto n° 4). A 11.4 m di profondità, uno slargo ospita un ulteriore basamento di cemento che un tempo doveva alloggiare una pompa per il prelievo dell'acqua. Qui il pozzo si restringe ulteriormente; al fondo, uno stretto passaggio permette di accedere ad una saletta semi-allagata, scavata nella viva roccia, in probabile comunicazione, tramite un cunicolo, con il Lago di Mezzola.

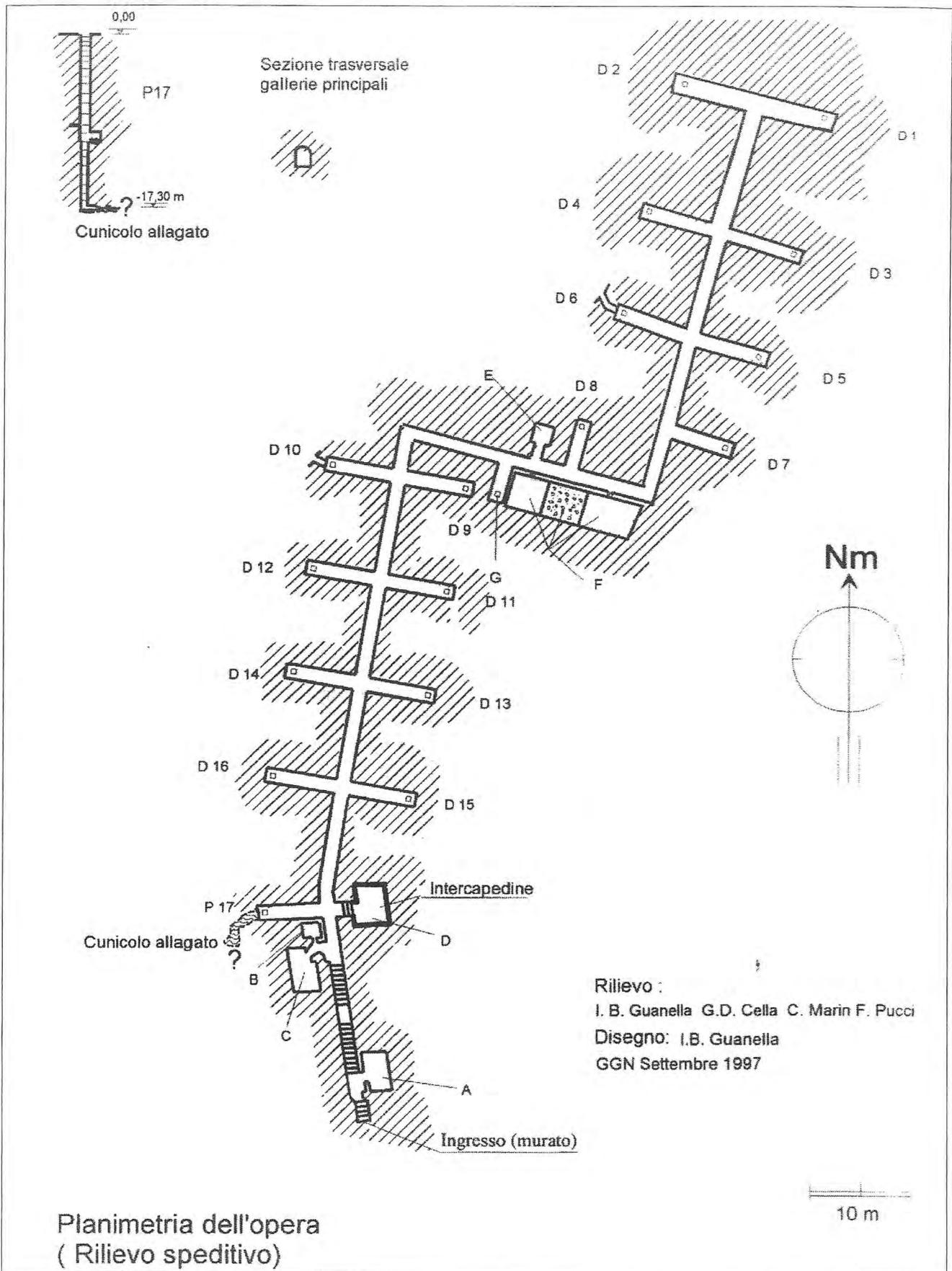


Tavola n° 2.

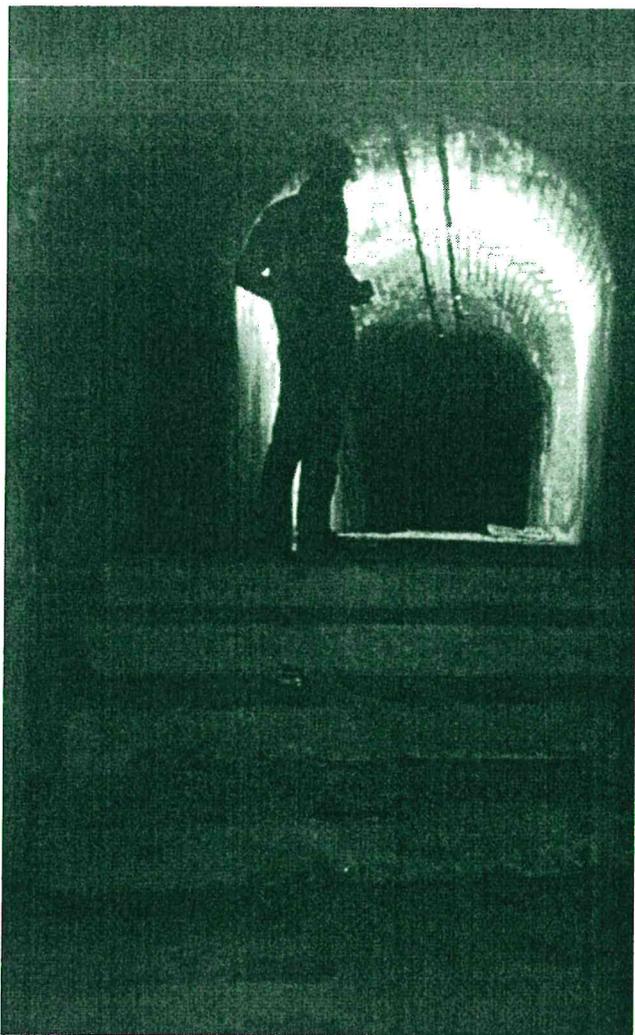


Foto n° 2. Scalinata d'accesso alla galleria principale (foto G.G.N.).



Foto n° 3. Galleria principale (foto G.G.N.).

Il livello dell'acqua nella saletta varia a seconda delle condizioni meteorologiche esterne e del livello del lago: nei periodi di forte secca è infatti possibile inoltrarsi per qualche metro all'interno del cunicolo. Sul lato ovest del pozzo sono infissi una serie di gradini metallici che ne permettono la discesa, da effettuare comunque assicurati a una corda, visto che molti gradini sono corrosi, specie sul lato inferiore e in prossimità della parete, ove la sollecitazione in flessione è massima.

Sulla destra, un brevissimo corridoio comunica tramite due porte in legno perfettamente conservate con un ambiente dotato di intercapedine (D), la cui chiave di volta è costituita da una lastra in vetro (foto n° 5). La destinazione del locale non ci è chiara: potrebbe trattarsi di un ambiente destinato a manipolazioni delicate, o magari della residenza del comandante responsabile. Dal pozzo P 17 in avanti la parte centrale della pavimentazione delle gallerie è tombinata per tut-

to lo sviluppo dell'opera: le coperture, in pietra da taglio (2) dallo spessore di circa 10 cm, risultano parte ancora *in loco*, parte rimosse ed appoggiate sul fianco delle gallerie.

Un cunicolo, ricavato nella parte centrale del pavimento per una profondità di 30 cm ed una larghezza di 50 cm circa, ospita una serie di tubazioni in ferro in grado di trasportare l'acqua aspirata dal lago tramite il pozzo P 17 fino a due grossi serbatoi (F) e da qui ai vari depositi (D1, D16) presenti nell'opera. Parte delle tubazioni sono ancora rinvenibili in più punti; quelle mancanti sono state asportate nel dopoguerra dai procacciatori di ferro.

È interessante osservare come a intervalli regolari siano posti in opera dei piccoli tombini circolari, troncoconici, del diametro di una ventina di centimetri, per permettere l'ispezione del condotto. Dopo una decina di metri, si incontra sulla sinistra il primo di questi depositi (D16); un breve corridoio porta ad un pozzo

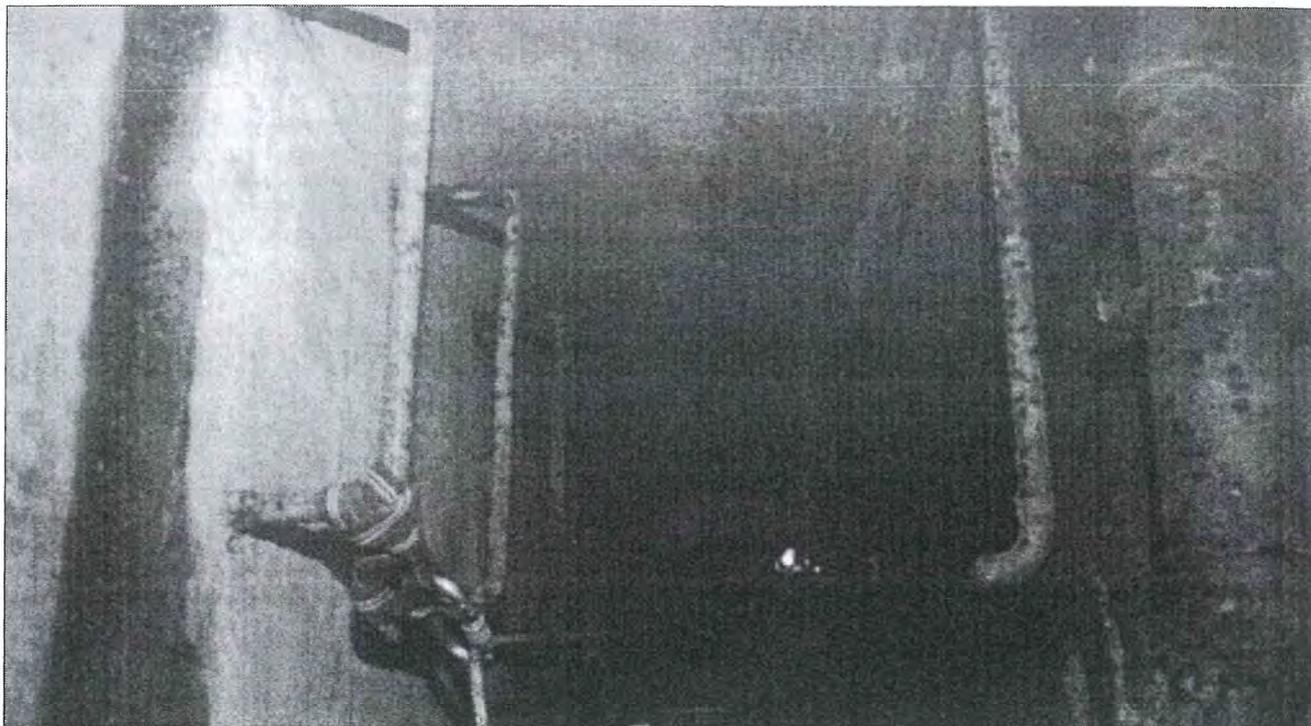


Foto n° 4. Pozzo e parte delle tubazioni utilizzate per il rifornimento dell'acqua (foto G.G.N.).

quadrato, di 80 cm di lato e profondo 7.15 m. Una pesante botola in cemento armato copriva il pozzo; due grossi maniglioni di ferro ne permettevano il sollevamento, grazie anche all'aiuto di una carrucola o di un argano, il cui ancoraggio è cementato sul soffitto. L'argano permetteva probabilmente anche lo stivaggio del materiale da stoccare. In corrispondenza della botola, la grossa tubazione ospitata nel pavimento del corridoio permetteva il completo allagamento del pozzo. L'opera ospita 17 di queste strutture, tutte pressoché identiche, identificate da un numero crescente da 1 a 16 (3) trascritto in rilievo e ripassato con vernice rossa; esse risultano poste una di fronte all'altra, opportunamente distanziate, ortogonalmente alla galleria principale. Nel visitarle, è opportuno porre una certa attenzione: i pozzi siti alla loro estremità sono in molti casi scoperchiati e parzialmente o totalmente allagati. Proseguendo lungo la galleria principale, si superano via via i corridoi che danno accesso ai depositi D16 e D15, D14 e D13, D12 e D11, D10 e D9 (foto n° 6). In corrispondenza del deposito D 10, un piccolo condotto di aerazione, da percorrere carponi, porta all'aperto in corrispondenza di una paretina rocciosa, da cui si gode una suggestiva vista sul lago. L'originale inferriata in ferro posta a protezione è stata parzialmente segata. A questo punto, la galleria principale compie una brusca svolta a destra. Dopo una decina di metri, si incontra sulla destra un ulteriore deposito (G), non numerato. Poco oltre, si costeggiano

due grosse cisterne (F), della capacità approssimativa di 50 m³ cadauna, destinate a raccogliere, in posizione sopraelevata rispetto al piano delle gallerie, l'acqua prelevata dal lago tramite il pozzo P 17. Fanno bella mostra di sé i due indicatori di livello in cotto, ancora in buono stato di conservazione, e in basso le due valvole, ancora funzionanti, destinate a regolare il flusso dell'acqua. Due scalette in ferro permettono di accedere alla struttura dei serbatoi. Frontalmente si trova una curiosa e minuscola stanzetta (E), protetta da due serie di porte di legno a due battenti, incredibilmente ben conservate. Anche la destinazione di questo locale ci è ignota, per quanto sia logico supporre che fosse destinata alla conservazione di materiale delicato o allo svolgimento di una qualche attività che richiedeva attenzione. Dopo qualche metro, la galleria gira bruscamente a sinistra e porta via via a raggiungere i depositi D7, D6 e D5, D4 e D3, D2 e D1. In corrispondenza di D6, un ulteriore scomodo condotto di aerazione conduce all'esterno sulla verticale della dismessa SS 36. Attualmente, questo è l'unico percorso che permette di accedere, con relativa facilità, all'interno dell'opera.

Documentazione

La ricerca di documentazione specifica su quest'opera, condotta parallelamente sia presso il Genio Militare che a livello di direzione compartimentale delle FF. SS. di Milano, non ha fornito risultati (4). Non

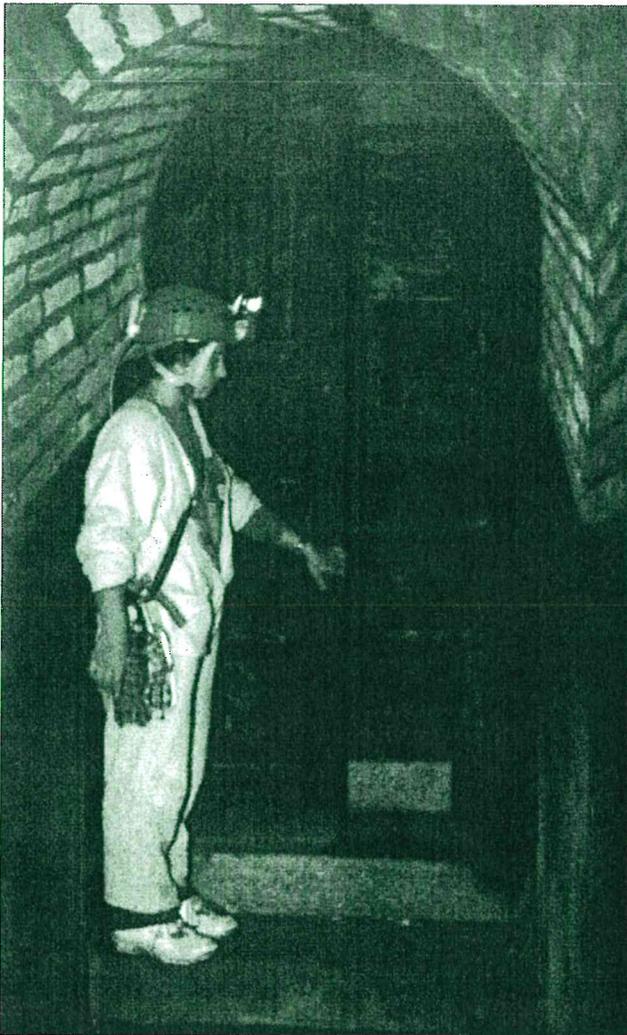


Foto n° 5. Accesso all'ambiente D: si noti la buona conservazione delle porte in legno (foto G.G.N.).

abbiamo altresì individuato pubblicazioni o disegni di archivio che descrivessero strutture simili a questa. Passando alle testimonianze orali, alcuni ultraottantenni di Verceia affermano, piuttosto concordemente, che l'opera, dacché loro si ricordano, è sempre esistita. In linea di massima l'opera sarebbe quindi precedente agli anni '20, in accordo con la data 1917 riportata sull'architrave di ingresso. L'accurata osservazione delle rifiniture ci ha permesso di scoprire scritte, graffiti e bassorilievi che ci hanno fornito alcune interessanti informazioni. Di seguito ne trascriviamo le parti più importanti.

Nella colonna immediatamente a destra dell'ingresso leggiamo, tracciato con un carboncino, il seguente testo:
2° RGT (PO.Z..I)
15-10-62 GENIO MINATO
VERIFICA GALERIA
N° 1 DRAPPELLO

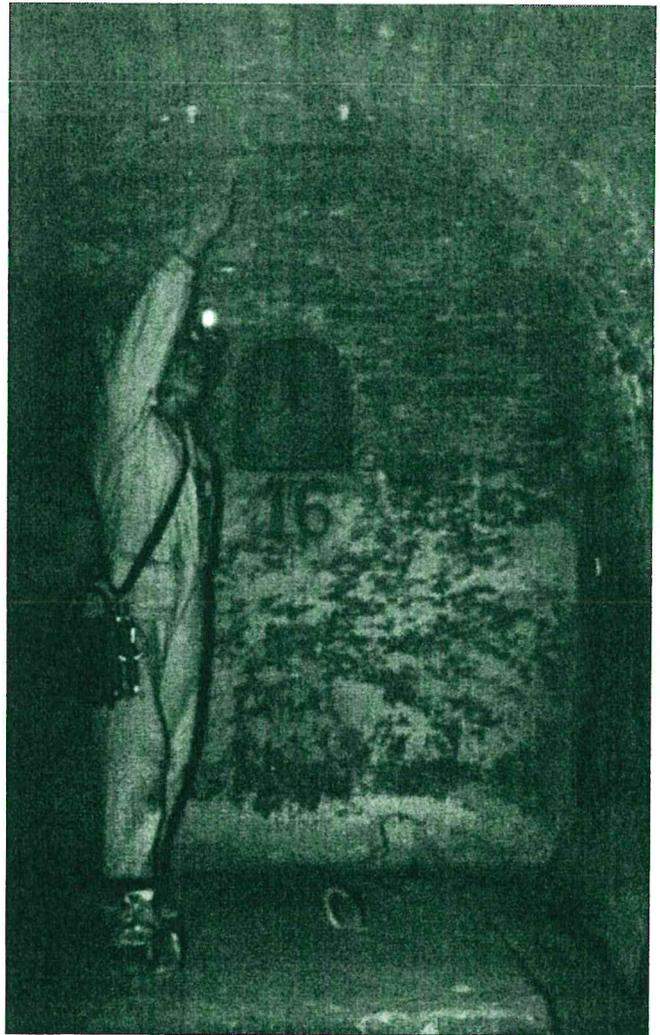


Foto n° 6. Deposito 16: sulla volta rimane un grosso anello metallico cementato (foto G.G.N.).

S.T. GASPERONI
CAP FASOLO
CAP VERONESE
CAP FAB...ZIO
GEN FRAV...
GEN...
GEN...

Se ne deduce che il 15 ottobre 1962 almeno un ufficiale e sei genieri del 2° Reggimento Genio minatori hanno revisionato le gallerie dell'opera; supponiamo quindi che in tale data l'ingresso fosse ancora agibile.

Altre scritte si rinvennero nella sala-ufficio (A) sita nei pressi:
Lo.... Nino
1910

PARIERE (?)
GIUSEPPE



1916
18/8/915 (?)

Nella saletta (C), troviamo:
Cozzi Giovanni 1911

CA 1931

e in lapis:

Oggi 3.7.32 abbiamo ... nato lavoro.
Adesso partenza per lavoro per fare il ... corredo (?)
alla mia compagn(i)a.
Grossi Francesco

Sotto è riportato il fregio del 2° Reggimento Genio Zappatori o Pionieri (due asce? sovrastate da un cerchio contenente il n° 2 ed una fiamma obliquante a destra).

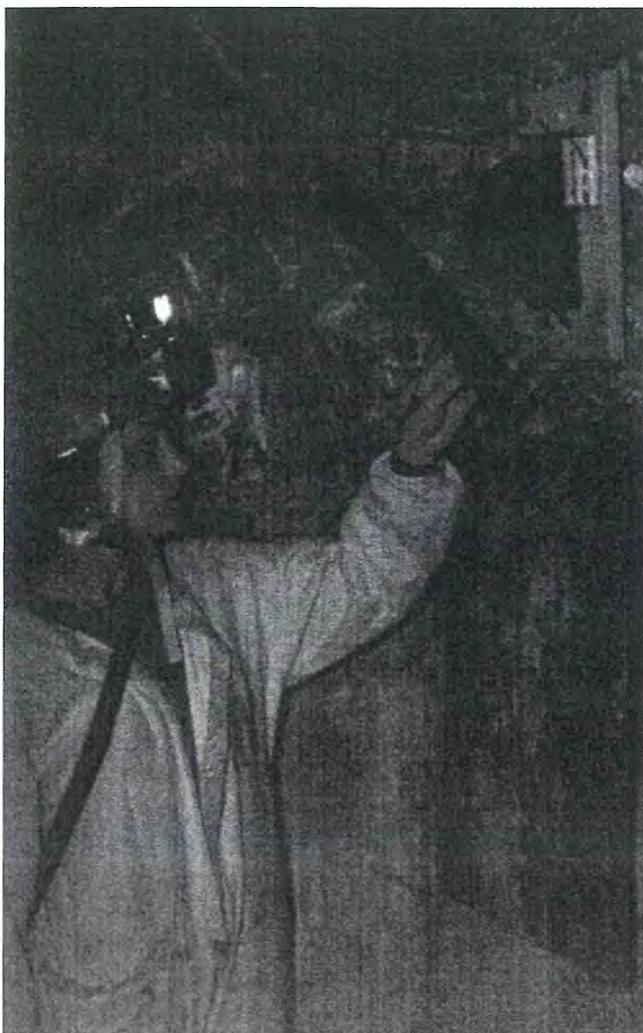


Foto n° 7. Resti del quadro elettrico generale (foto G.G.N.).

W LA CLASSE 1911 (?) IBATTIBILE
MI T(?)I MO (?)
UN CONGEDANTE W 1910
1931

E, inciso su un rappezzo di intonaco
CANEVE I MARIO
W 1910

Risulta evidente come negli anni 1931-1932 (classi di leva 1910-1911) siano stati condotti consistenti lavori di adattamento, tra cui il rifacimento di intonaci. All'esterno del condotto di aerazione del cunicolo D 10, sulla malta è impresso in rilievo un fregio in cemento che dubitativamente attribuiamo al 5° Reggimento del Genio o dell'Artiglieria Pesante (5). Su un angolino in alto, inciso nella malta, leggiamo:

Sold. Valeni (?)
Lia (?) 1884 (30)

La corretta interpretazione di questa scritta sibillina potrebbe fornirci informazioni veramente importanti.

Osservazioni generali e considerazioni sul fine dell'opera

L'opera presenta uno sviluppo complessivo di oltre 478 m, di cui ben 474 in strutture in muratura o in calcestruzzo. Lo sviluppo planimetrico risulta invece di 338 m. I massimi dislivelli rispetto all'ingresso sono rispettivamente -13 m (base del pozzo P 17) e +7 m (sala D). L'opera occupa complessivamente un rettangolo di 65x107m. L'intera opera è impostata su cunicoli e gallerie in muratura di mattoni pieni a vista, con zoccolatura calettata in cemento per un'altezza di circa 1.2 m, con volta a tutto sesto. La struttura muraria con mattoni di costa, dall'elevato potere isolante, funge da intercapedine con la roccia. Lo stato generale di conservazione è ottimo; poche volte ci è capitato di visitare una struttura così ben conservata. Fanno eccezione l'impianto elettrico, del tutto asportato e di cui rimangono solo gli isolanti in ceramica e l'intera struttura per il trasporto dell'acqua: mancano tutte le pompe e buona parte delle tubazioni. Non si rinviene poi alcuna traccia dell'impianto telefonico, forse mai esistito (foto n° 7, 8 e 9). Circa l'epoca di costruzione, la data 1917, che campeggia all'ingresso, e l'ubicazione, propenderebbero a far considerare l'opera militare come inquadrabile in quella serie di fortificazioni, ufficiosamente denominate "Linea Cadorna", costruite nel corso del primo conflitto mondiale al fine di sbarrare una eventuale offensiva tedesca sferrata attraverso la Svizzera. La linea non venne realizzata a ridosso della frontiera, ma in posizione arretrata in

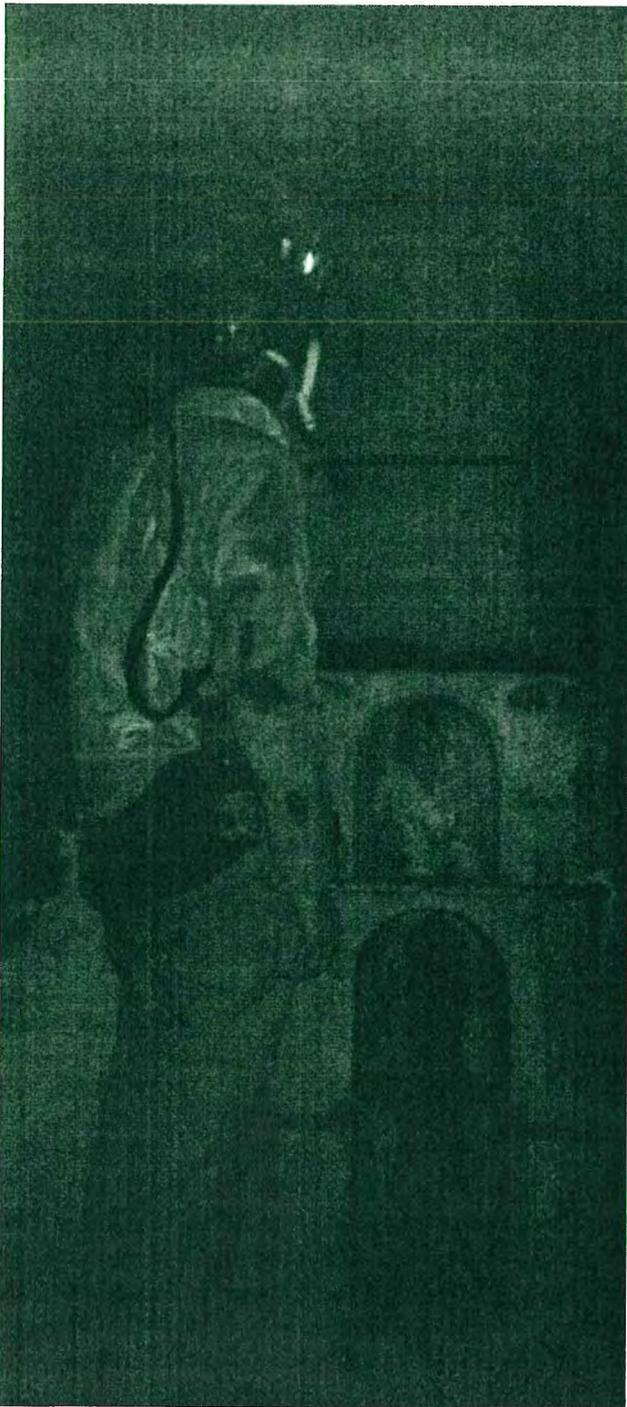


Foto n° 8. Una delle cisterne per lo stoccaggio dell'acqua (foto G.G.N.).

modo da consentire una difesa con uno sviluppo il più ridotto possibile. Nel 1917, la costruzione della suddetta linea assorbiva oltre trentamila persone, e vi vennero fatti affluire reparti di artiglieria per un parziale armamento delle linee. In effetti, nei pressi della nostra struttura, pare siano state ricavate anche una serie di piazzole per ospitare pezzi di artiglieria di medio calibro, che pure vi effettuarono delle esercitazioni.

Il sig. Fascendini (6) ci ha fornito in visione il bossolo di un obice da 104 mm, ritrovato in loco, riportante la data 1917 (7). Non è da escludere che nel 1917 sia stata riadattata una precedente opera. Sicuramente, negli anni 1931-1932, ci furono ulteriori lavori, che probabilmente comportarono il rifacimento di buona parte degli intonaci, visto che questi testimoniano principalmente frequentazioni coeve o successive. Al momento ancora non conosciamo le finalità dell'opera. Sicuramente non si tratta di una fortificazione classica: mancano feritoie, basamenti per armi individuali e collettive, gli alloggiamenti e i servizi per la truppa e un idoneo sistema di aerazione per l'allontanamento dei gas prodotti dalle armi, estremamente tossici.

Risulta invece molto evidente dalla planimetria interno-esterno come questa si sovrapponga prima alla galleria stradale della dismessa SS N° 36, poi alla galleria ferroviaria; il che, sicuramente non è un caso. Una prima ipotesi vorrebbe l'opera destinata ad alloggiare le mine idonee a fare crollare le vie di comunicazione che in questo tratto, strapiombante sul lago, passano in galleria. In effetti la galleria principale si sovrappone molto bene a queste due gallerie, e i pozzi-deposito scendono fino al livello del pavimento ferroviario e stradale, collocandosi su ambedue i lati delle strutture viarie. Il brillamento di una mina porterebbe a una sicura e irreparabile demolizione delle gallerie. Per contro, i vani per le cariche sono decisamente sopra dimensionati, e poi non avrebbe scopo costruire delle gallerie addirittura dotate di intercapedine e con un tale grado di finitura estetica. Non si capisce poi la necessità di dotare l'opera di un sistema di erogazione idrica.

Non è da escludere, comunque, che questa fosse l'originaria destinazione dell'opera, e che solo successivamente siano state introdotte modifiche per destinarla ad altro scopo.

Una seconda ipotesi vorrebbe l'opera destinata all'immagazzinamento e alla conservazione di materiale altamente pericoloso, quale prodotti esplosivi, munizionamento, gas tossici quali cloro, fosgene, yprite ecc., ampiamente utilizzati nel corso del primo conflitto mondiale.

Una tale tecnica di stoccaggio degli esplosivi è stata in uso nell'esercito americano nel corso del secondo conflitto mondiale (wet storage). L'immagazzinamento sotterraneo comporta una ridotta esposizione alle batterie e alle offese aeree nemiche. In caso di incendi o di esplosioni, il pronto allagamento dei depositi (o il permanente allagamento degli stessi) permetterebbe la conservazione in massima sicurezza del rimanente materiale immagazzinato. Inoltre, in caso di perdite di

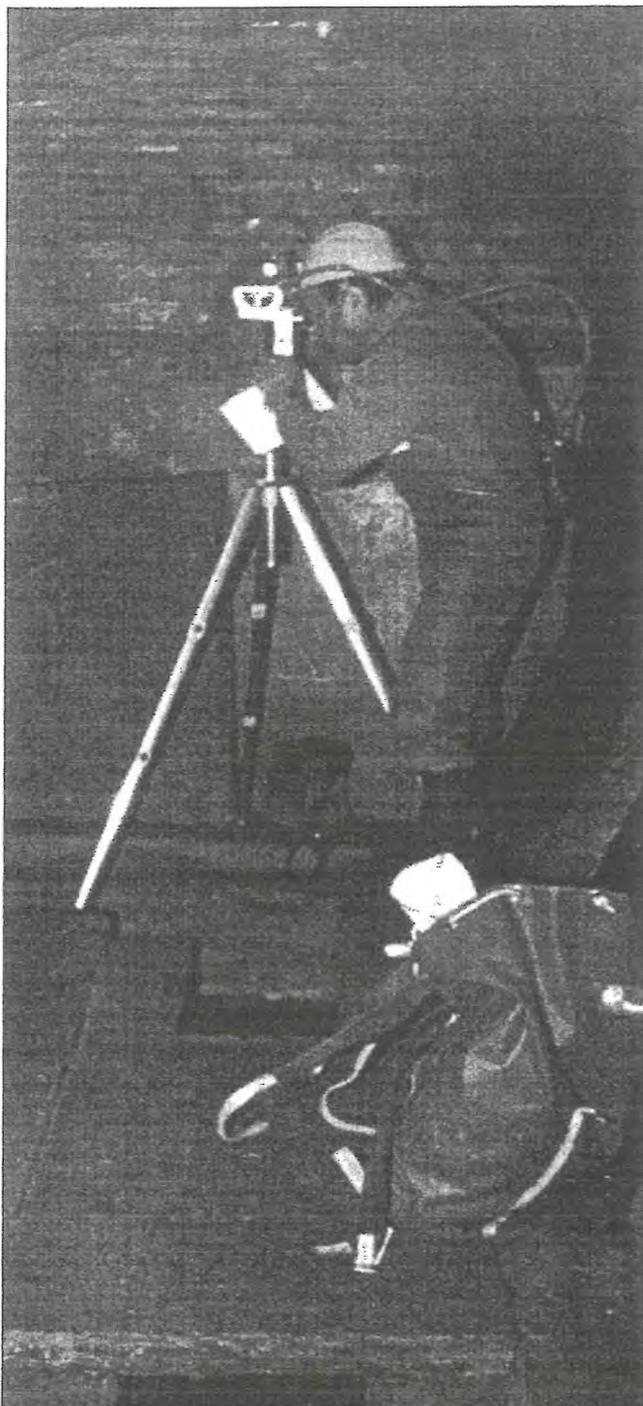


Foto n° 9. Rilievo topografico nella galleria principale. (Foto G.G.N.).

gas, l'acqua presente ne consente una rapida neutralizzazione, con grande diminuzione dei rischi per le truppe e per la popolazione circostante. Questo spiegherebbe l'assenza di strutture atte ad ospitare permanentemente truppe.

Tra l'altro, la vicinanza alla galleria ferroviaria e stradale avrebbe consentito operazioni di carico e di scarico da treni e automezzi con la massima protezione.

Ringraziamenti

Gli autori desiderano ringraziare la Comunità Montana della Valchiavenna, e in particolare l'assessore Arturo Oreggioni e il geom. Andreoli, per la disponibilità dimostrata nei nostri confronti in più occasioni; l'architetto Enrico Dodi per le fruttuose discussioni e le informazioni messe a nostra disposizione; i consoci Cristina Marin, Marco Pirola, Silvia Pomoni e Francesca Puccio per la collaborazione fornita nelle uscite di campagna; il sig. Mirco Fascendini per averci accompagnato e fornito in visione il materiale da lui ritrovato nell'area;

Note

1. Bussola prismatica Meridian (precisione 0.5°) e clinometro Abney (precisione 10') supportati su cavalletto, letture differenziali; rotella metrica.
2. Forse in granito di San Fedelino, di origine locale.
3. Una non risulta numerata.
4. La ricerca è stata effettuata dall'arch. Enrico Dodi, che sentitamente ringraziamo per avercene data comunicazione.
5. A prima vista, parrebbe trattarsi di due cannoni incrociati, o, meno probabilmente, di due asce parzialmente erose, sovrastati dal tondo contenente il numero del Reggimento o dell'Unità e da una fiamma verticale (dubitativamente una corona). L'emblema, in discreto stato di conservazione, non è quello convenzionale, in quanto mescola elementi dello stemma del Genio (pionieri o forse minatori) con quello dell'artiglieria pesante. Sarebbe, in ogni caso, necessaria una indagine più approfondita.
6. Mirco Fascendini, abitante a Verceia in frazione Villa, n° 6.
7. In realtà, il bossolo visionato è stato prodotto dalla società Polte nel marzo 1917 nello stabilimento di Magdeburg (Germania) ed era destinato ad armare un obice austro-ungarico da 104 mm; il bossolo fa riferimento ad una b.d.f. M 16 non conosciuta nei repertori. Si dovrebbe quindi trattare di una "preda di guerra". Questo tipo di artiglieria era usualmente schierata in seconda linea. È poco probabile che questo pezzo sia stato utilizzato dagli Italiani negli anni del primo conflitto mondiale; più facilmente, è stato catturato al termine del conflitto, e successivamente schierato nell'area.

Bibliografia

CELLA, GUANELLA, VAJNA DE PAVA 1997 =
G. D. Cella, B. Guanella, E. Vajna De Pava, *Opera militare sotterranea in località Verceia (So)*, rapporto tecnico per la Comunità Montana della Valchiavenna, 1997.

CORBELLA 1988 =
R. Corbella, *Le fortificazioni della linea Cadorna*, Azzate (Va) 1988.

RAGOZZA 1977 =
P. A. Ragozza, *Sentieri di Guerra, escursionismo in pace*, La Rivista Ossolana, agosto, 1977, pp. 26-28.



Nevio Basezzi * Luca Dell'Olio *

Il Castello di San Vigilio e i suoi sotterranei. Primi risultati di una indagine sugli ipogei della "Cappella"

Sommario

Si rendono noti i risultati di una prima ricerca condotta dal G.B.S. Le Nottole nel 1974 nel castello di San Vigilio, detto anche la Cappella, che ha consentito di esplorare alcuni cunicoli sotterranei individuandone la funzione strategica e difensiva nel contesto della struttura fortificata. Sono stati inoltre individuati alcuni graffiti di interesse storico ritrovati recentemente all'interno della galleria di accesso al Torrione Belvedere. Si tratta di una prima ricognizione cui faranno seguito ulteriori ricerche.

Abstract

We inform about the results concerning a first research carried out in 1974 by "G.B.S. Le Nottole" in San Vigilio Castle, also called "The Chapel", which permitted to explore some underground tunnels and to characterize their strategic and defensive role in the fortified structure. Recently some graffiti designs of historical interest were also discovered in the gallery to enter the Belvedere Tower. It was a first reconnaissance; other researches will follow.

Introduzione

Il "Gruppo Speleologico Bergamasco Le Nottole", nell'ambito delle esplorazioni eseguite negli anni Settanta nei sotterranei delle fortificazioni della città di Bergamo, ha rivolto le ricerche verso il colle di San Vigilio, il quale, per i suoi caratteri orografici, ha rappresentato nei secoli un punto chiave per la difesa della città. La ricerca era diretta ad individuare eventuali sotterranei della Cappella, il nome antico del Castello già documentato nel IX secolo. Il fortilizio, distrutto da eventi bellici, venne ricostruito in epoca comunale, rafforzato dai Visconti nel 1345 e ulteriormente potenziato dai veneziani alla fine del Quattrocento. Ancora i veneziani, tra la fine del Cinquecento e i primi decenni del Seicento, lo consolidarono e lo ingrandirono al fine di integrare il poderoso sistema difensivo bastionato di Città Alta, realizzando tra l'altro un collegamento diretto con il Forte di San Marco mediante una strada coperta, ultimata nel 1613 e demolita successivamente da Napoleone.

E fu proprio indagando sul collegamento tra Cappella e il Forte di San Marco, sulla scorta di una credenza

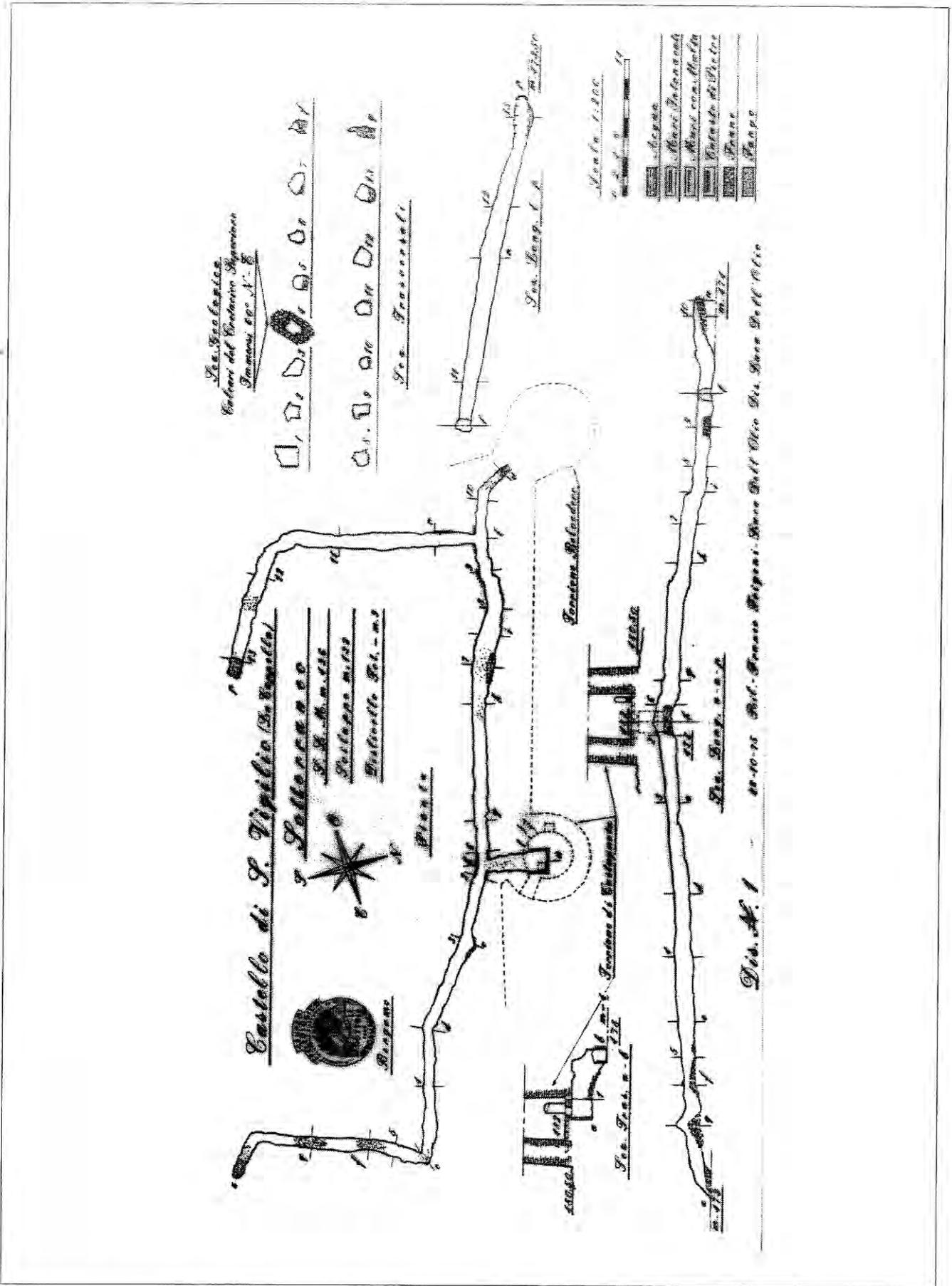
diffusa che ci parlava di un collegamento sotterraneo tra i due fortilizi, che abbiamo iniziato le ricerche nel Castello di San Vigilio nell'anno 1974.

Partendo dal presupposto che ogni leggenda potrebbe avere un fondo di verità, abbiamo esplorato accuratamente le basi interne dei quattro torrioni osservando come tre di essi (torrione del Ponte, Belvedere e di San Vigilio) avevano il pavimento costituito da lastre di arenaria, mentre quello detto di Castagneta aveva un fondo di terra battuta. Un'indagine più approfondita in quest'ultimo torrione ci ha consentito di ritrovare, sotto uno strato di circa 10 cm di terriccio, le lastre di arenaria, tra cui una mobile che ci ha permesso di scendere nel tanto sospirato sotterraneo.

I sotterranei della torre di Castagneta

Sollestando una lastra di arenaria nella base interna del torrione di Castagneta (482 m. s.l.m.) si scende nel cunicolo sottostante (dislivello 2 m circa). Il condotto ingombro di argilla plastica e di massi di crollo (disegno 1 particolare a-b) procede in direzione sud per 6 m. fino ad una biforcazione in corrispondenza della quale è situata una catasta di blocchi di arenaria semilavorati.

* Gruppo Speleologico Bergamasco Le Nottole





Ramo Ovest

Giunti alla biforcazione percorriamo il ramo in direzione ovest-nord-ovest. Il cunicolo è alto mediamente da 1 m a 1.50 m e largo altrettanto. Nel tratto iniziale sono presenti piccole infiltrazioni di acqua che hanno provocato piccoli crolli causando variazioni dimensionali. Il condotto corre quasi rettilineo sotto la cortina in direzione del Torrione Belvedere. A circa 30 metri dalla partenza, superata un'altra catasta di blocchi di arenaria (disegno 1 particolare g), ci troviamo a una nuova biforcazione. Il cunicolo prosegue infatti sempre per alcuni metri in direzione del Torrione Belvedere, ma il percorso diventa impraticabile perché la galleria risulta ostruita da detriti e argilla plastica (disegno 1 particolare u); ritornando invece al punto 1 del disegno numero 1 la galleria descrive una curva di 90° procedendo verso sud-sud-ovest in direzione del Torrione del Ponte e dopo pochi metri piega di nuovo decisamente in direzione est-sud-ovest, a questo punto l'escavazione della galleria è stata interrotta, essendo questo uno dei tratti più profondi del complesso e dove lo stillicidio ha formato un laghetto con minuscole stalattiti.

Ramo est

Ritornando alla biforcazione iniziale sotto il Torrione di Castagneta imbocchiamo il cunicolo che si dirige verso est in direzione dell'ingresso del Castello per una ventina di metri, prima di piegare decisamente in direzione sud, passando sotto la casa del castellano e puntando decisamente verso l'esterno della fortificazione. Nel primo tratto le pareti della galleria sembrano quasi artificiali a causa della giacitura degli strati di arenaria prevalentemente verticali (disegno 1 - particolare h). Nel tratto successivo (direzione sud) sono presenti alcuni cumuli di detriti (mattoni, cavi, ecc.) che ostruiscono buona parte del cunicolo (disegno 1 particolare f-g) dovuti in parte al cedimento del soffitto e in parte a interventi edilizi sovrastanti. Proseguendo ancora per pochi metri il cunicolo piega decisamente in direzione sud-est con un'accentuazione della pendenza; a questo punto risulta praticamente impossibile la prosecuzione.

Tecniche di escavazione

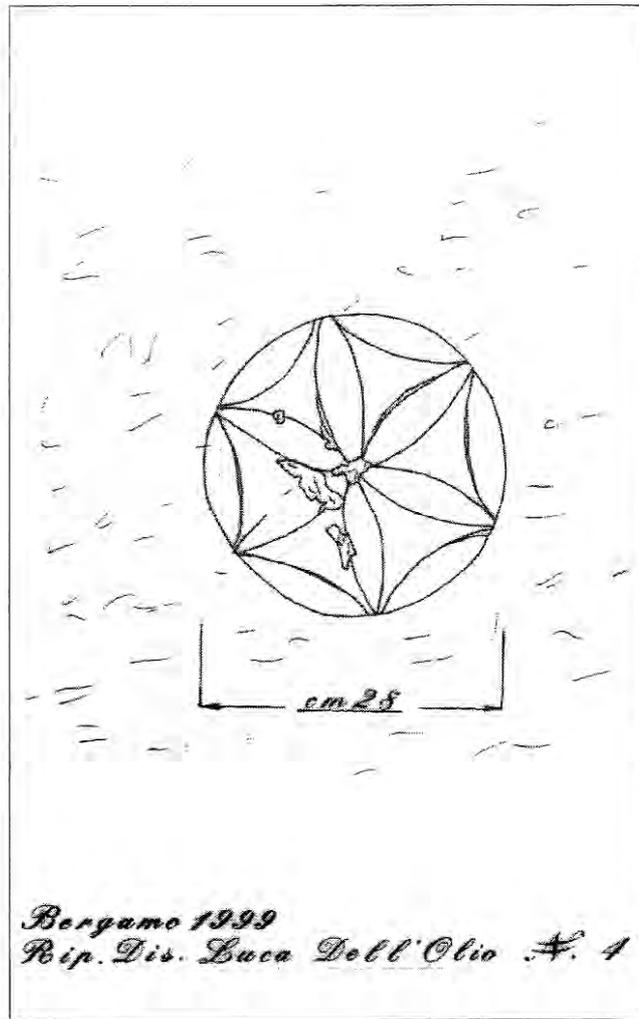
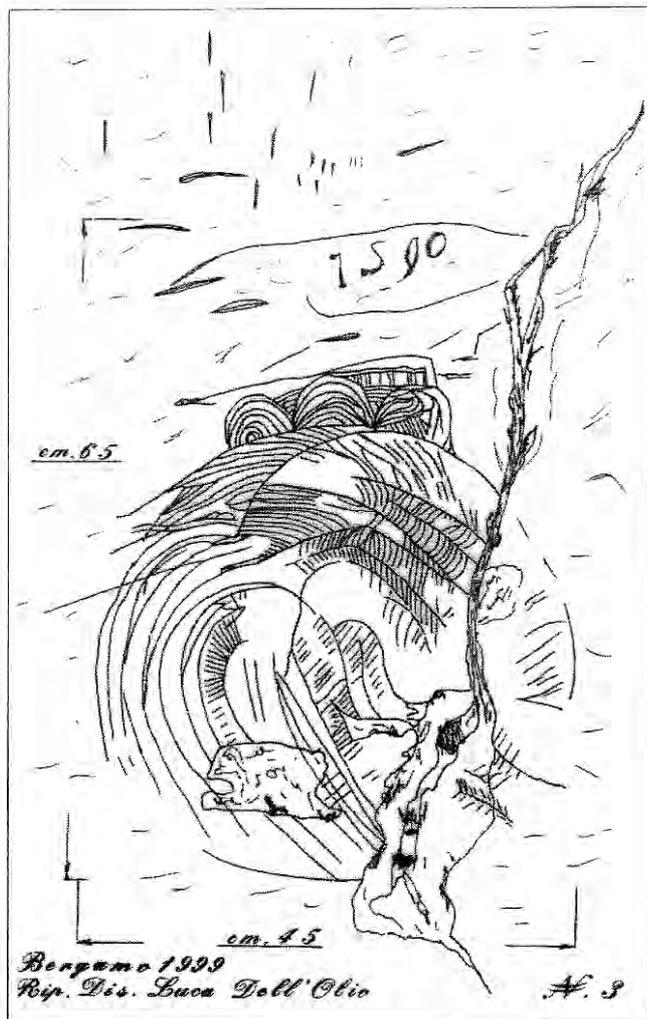
Le maestranze che si sono cimentate nell'impresa di scavare le gallerie che si snodano sotto la Cappella hanno dovuto attuare due tecniche di scavo diverse in rapporto alle giaciture degli strati di arenaria. La prima consisteva nello sfondamento degli strati verticali (disegno 1 particolare 11-e-g), lavoro lento e faticoso come si può notare nel disegno 8, mentre

nella seconda per gli strati che si presentavano inclinati (disegno 1 particolare e-u-12-p) era sufficiente scalzare il primo strato e poi, facendo leva, rimuovere i rimanenti (disegno 9) con minor fatica e maggior celerità. La galleria, la cui profondità media rispetto al basamento delle torri si aggira tra 0.6 m e 2 m, non scende mai molto al di sotto della superficie esterna, anzi, in alcuni casi (ramo terminale di Sud-Est) esce addirittura all'esterno e ha costretto gli scavatori a costruire una struttura con un muretto e un voltino in pietra (disegno 10) mimetizzando all'esterno il tutto con copertura di terra e vegetazione. Questa particolare precarietà di alcune parti del complesso provocava talvolta dei crolli che abbisognavano di riparazioni a cui probabilmente erano destinate le cataste di blocchi in arenaria dislocate in vari punti dei cunicoli.

Funzione difensiva del complesso ipogeo

Osservando attentamente il disegno 2 possiamo ragionevolmente interpretare le finalità e gli scopi prevalentemente difensivi del complesso ipogeo descritto. In particolare il cunicolo che corre in direzione est-sud-est, collegando tra di loro le basi del torrione di Castagneta e di quello detto Belvedere e proseguendo lungo la cortina tra quest'ultimo e il torrione detto del Ponte, sembra costituire evidentemente il percorso sotterraneo con funzione antimina. Si tratta forse dell'unico esempio rintracciato fin'ora nella bergamasca di questa tecnica militare difensiva. La galleria antimina consentiva ai soldati in servizio di guardia di sentire il rumore di eventuali scavi effettuati dal nemico in direzione del castello, per mettervi, non visto, cariche di esplosivo e demolirne le difese.

Tale tecnica era sicuramente in uso all'inizio del 1600, infatti nella relazione manoscritta di Francesco Tensini "Trattato sopra città e fortezze di Venezia" vi si fa riferimento quando si accenna al pericolo di attacchi verso il Castello, provenienti dal monte Bastia: "... davanti alla detta Cappella vi e il Monte Bastia che la domina in distanza de 300 passa dove anticamente vi era una torre ... et se il nemico stasse cento anni la in cima solo con il tirarli dentro mai prenderia la detta Cappella perché chi vuol guadagnar le fortezze bisogna andarli sottoterra per entrarci dentro, il che si faria difficilmente di quella parte per non esserci terreno per far le trincee sotterranie, essendo tutto sasso". A questo punto bisogna ricordare che già l'assedio degli Spagnoli del 1515 costrinse il castellano veneziano Bartolomeo Mosto ad abbandonare la fortezza proprio perché gli assalitori avevano scavato una così grande galleria di mina che, se utilizzata, avrebbe distrutto il castello. Si può ben comprendere pertanto l'importan-



za di una contromisura indispensabile per prevenire insidie così pericolose. Osservando poi l'andamento della diramazione di est-sud-est, notiamo che questa dopo breve tratto fuoriesce dal perimetro della fortificazione, passando sotto la casa del castellano (attuale Trattoria del Cestello) per puntare poi verso l'esterno. Possiamo pertanto interpretare per questo tratto della galleria oltre alla funzione antimina anche quella di una possibile via di fuga al di fuori del castello. Potremmo a questo punto pensare che la leggenda di un collegamento sotterraneo con il Forte di San Marco avesse un fondamento di verità e che il cunicolo in questione ne sia un tratto superstite, tenendo presente che nel 1616 Venezia inizia lo sbancamento per costruire la strada coperta che collegherà, con funzione strategica, la Cappella con le Mura Venete e che l'ultimo tratto del cunicolo esplorato punta proprio in direzione della via coperta e che verrà distrutta da Napoleone nel 1798.

Caratteristiche tecniche della galleria
Sviluppo complessivo 133 m

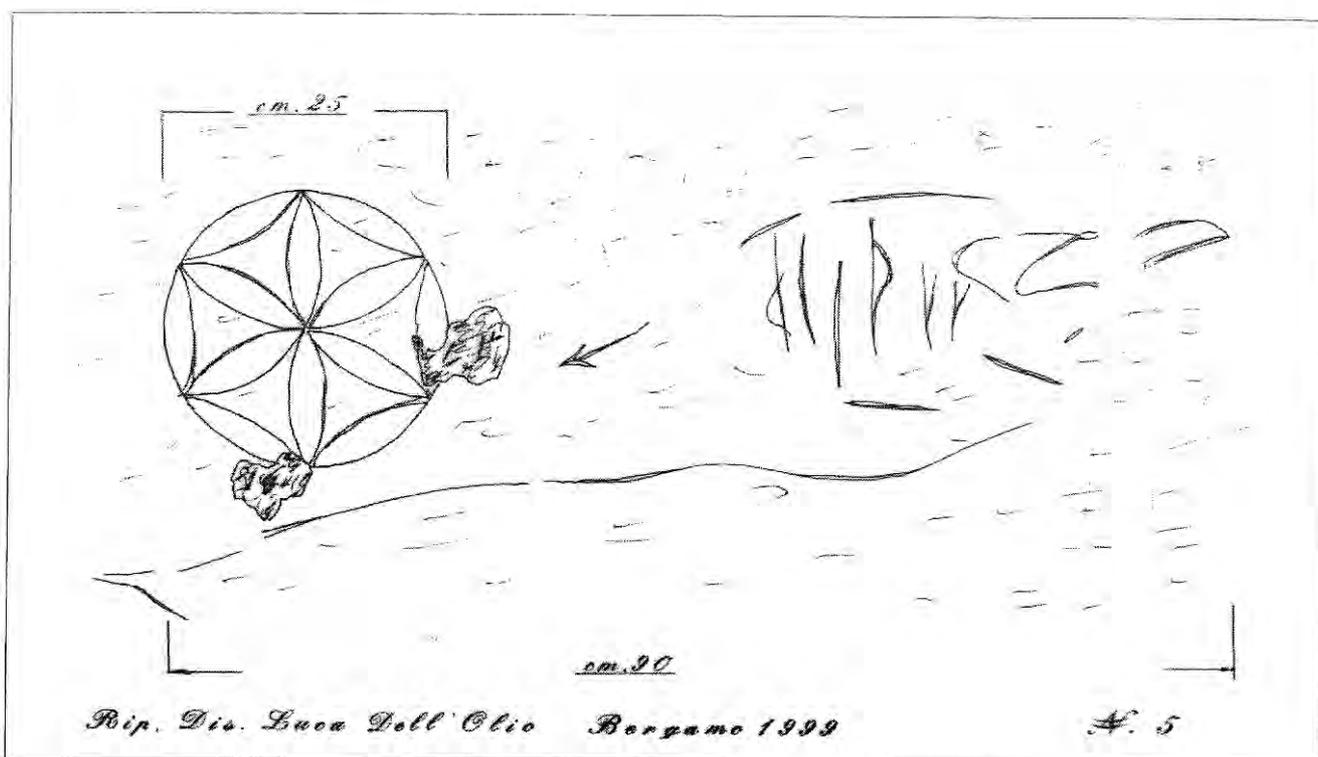
Dislivello complessivo in negativo 9 m
Larghezza media 1 - 1.8 m
Altezza media 0.6 - 2 m

Graffiti del Torrione Belvedere

Di particolare interesse riteniamo la scoperta di alcuni graffiti incisi sulle pareti all'interno del Torrione Belvedere. Si tratta di una prima ricognizione effettuata nel tratto iniziale della galleria che scende dalla piazza superiore del Castello fino al basamento del torrione. Su un intonaco fresco composto di sabbia fine giallognola e calce, utilizzando una lama con punta sottile, sono stati graffiti vari disegni e scritte. Lo testimoniano i tagli triangolari nitidi, privi di sbavature sporgenti ai bordi (disegno 3-4-5-6-7). In alcuni punti questi graffiti sono difficilmente leggibili a causa della caduta dell'intonaco e di un leggero crostone calcareo formatosi nel corso dei secoli.

Disegno 3

Si tratta di una composizione formata da una serie di incisioni curvilinee, forse eseguite con compasso, di



difficile interpretazione. Nella parte superiore è chiaramente leggibile la data 1590. A questo proposito ci sembra opportuno ricordare che nel 1588 il Senato deliberava di dare corso alla nuova sistemazione della Cappella secondo il progetto degli ingegneri G. Battista Bonomi, Paolo Ferrari, Bonaiuto Lorini, G. Battista del Monte, Onorio Scoto e Raffaello Rapon. E' possibile pertanto ipotizzare che i graffiti siano stati eseguiti nel corso dei lavori che hanno ristrutturato sostanzialmente la fortificazione.

Disegno 4-5

Compare in questi graffiti la cosiddetta "margherita a 6 petali" inscritta entro un cerchio. Il disegno è molto accurato ed eseguito a compasso. Esso si rifà a un motivo decorativo di antica origine orientale, che ebbe vastissima diffusione anche in occidente nei repertori artigianali. E' stato individuato da alcuni ricercatori in diverse località del Piemonte: nella parrocchiale di Castel Delfino (Cuneo), nella Basilica di San Giulio d'Orta (Novara), a Garessio (Cuneo) su di una casa quattrocentesca, e a Casorzo (Asti) sulla chiesa di San Lorenzo. In uno studio sul territorio dell'alta Valle Aulella (Lunigiana) la margherita a sei petali compare citata più volte, e dal periodo romanico al 500 essa fu usata come segno distintivo di alcune maestranze di lapicidi. Quest'ultima circostanza potrebbe spiegare la presenza del simbolo nel contesto dei lavori di ristrutturazione del Castello ordinati dal Senato di Venezia.

Disegno 6

Nonostante il precario stato di conservazione è possibile leggere nel graffito la rappresentazione di due personaggi, uno dei quali, barbuto, indossa una lunga palandrana (forse intessuta di maglie di ferro) e impugna una spada e uno scudiscio a tre code. Del secondo invece è ben visibile il volto e un cinturone che gli cinge i fianchi.

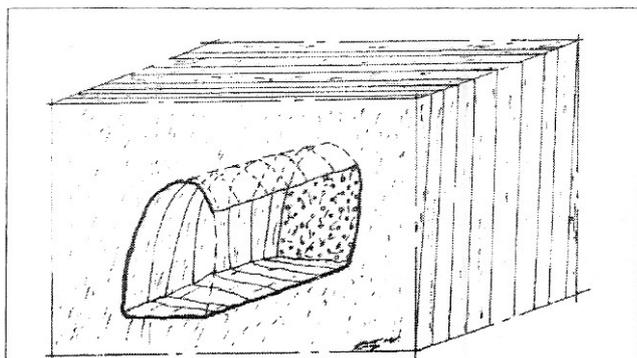
Disegno 7

Si tratta di una composizione complessa, di lettura problematica per il cattivo stato di conservazione, in cui appare chiaramente la data del 4 maggio 1589, che ci riporta nel contesto dei già citati lavori di ristrutturazione del Castello e che sembra confermare nel complesso la datazione del ciclo dei graffiti presi in esame. Nella prima riga delle scritte ci sembra di individuare un riferimento alla "Piazza soprastante" mentre nella seconda sembra di intravedere, al centro, la parola "Cappella". Le difficoltà di accesso nei torrioni, poste in atto dall'Amministrazione Comunale non ci hanno consentito di completare l'esame all'interno del Torrione Belvedere e di accedere al torrione del Ponte. Ci auguriamo di poter riprendere quanto prima l'esplorazione di questi ambienti ipogei per poter completare la ricerca nei sotterranei del Castello di San Vigilio.

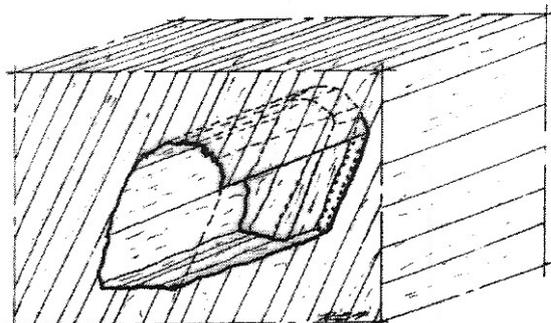


Bibliografia

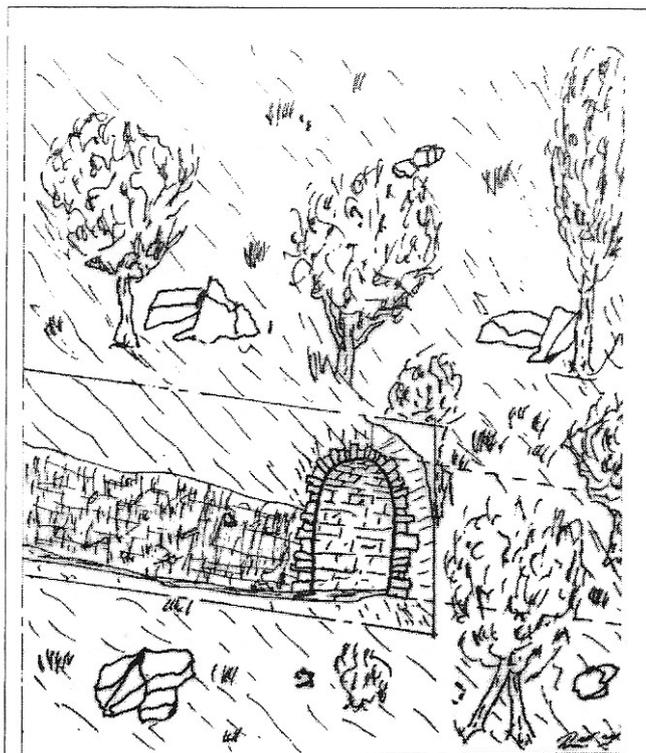
- A. Mazzi, *Il Castello e la Bastia di Bergamo*, Bergamo 1913.
- AA.VV., *Le Mura di Bergamo*, Apt., Bergamo 1977.
- AA.VV., 1588 - 1988. *Le Mura di Bergamo*, in *Atti dell'Ateneo di Scienze lettere ed Arti di Bergamo*, Bergamo 1990.
- N. Basezzi, *Il Castello di San Vigilio tra storia e leggenda*, in *Bergamo e le sue Valli*, Bergamo 1985.
- V. Bergonzi, *La fortificazione della Cappella sul colle di San Vigilio*, in *Bergamo durante la dominazione veneta*, Tesi di Laurea, Politecnico di Milano, anno accademico 1990-91.
- L. Vaschetti, *Graffiti su chiese romaniche dell'Astigiano*, in *Benaco 85. La cultura figurativa rupestre dalla protostoria ai nostri giorni*, Torino 1986.



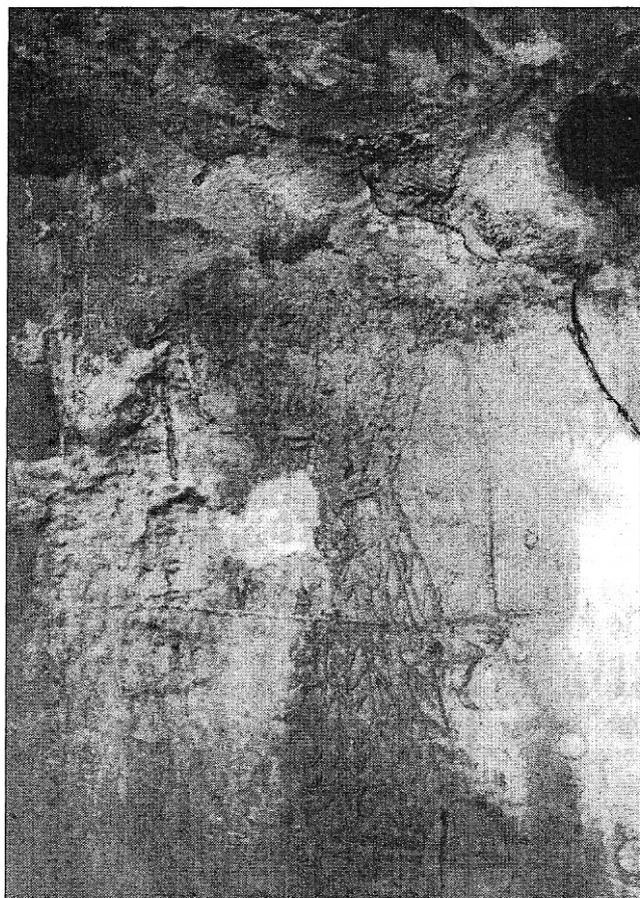
Dis. n. 8 Sfondamento Frontale degli Strati



Dis. n. 9 Strondamento e Scolzamento Longitudinale degli Strati



Dis. n. 10 Galleria S. Vigilio - Forte di S. Marco



Graffito riferibile al disegno n°6 (foto G. S. B. Le Nottole).



Cunicolo di accesso al Torione Belvedere (foto G. S. B. Le Nottole).



Davide Padovan * Gianluca Padovan *

Milano: la documentazione dei sotterranei del Castello di Porta Giovia

Sommario

A dispetto di coloro che hanno cementificato Milano e proseguono nell'opera devastatrice, sotto rimane ancora qualcosa del nostro passato. Il lavoro svolto dagli speleologi ha permesso di stendere il rilievo degli ambienti sotterranei del Castello di Porta Giovia, detto Sforzesco.

Abstract

In spite of those people who cemented Milan and continue in the work of devastation, in the underground still remains something of our past. The work carried out by speleologists permitted to make the relief of the underground habitats of Castle of Porta Giovia, named Sforzesco.

Il sottosuolo delle città

Il divenire di un insediamento è sostanziato di distruzioni, riedificazioni, ampliamenti: ovvio che questi processi vadano a creare o -talora- a coinvolgere preesistenti cavità artificiali, che possono quindi rimanere di volta in volta obliterate, inglobate in cavità nuove, oppure utilizzate con diversa funzione. Perciò, data la varietà e il possibile sviluppo planimetrico delle opere sotterranee, la ricerca speleologica in ambito urbano riveste senza dubbio carattere di forte interesse, specie se, come spesso accade, le vengono affiancate indagini di superficie, con l'obiettivo di comprendere l'evoluzione di un sito nel tempo. Meglio ancora se la complessità e la cronologia del sito stesso possono essere valutati anche tramite uno scavo archeologico. E se, talvolta, la conoscenza di una realtà sotterranea può ragguagliare su quanto si è perduto in superficie, talaltra anche la più 'semplice' considerazione dello sviluppo planimetrico di un complesso edificato esistente può indurre a considerarne meglio il sottosuolo, per rintracciare eventuali presenze ipogee che completino il quadro delle acquisizioni. In questi ultimi anni la ricerca speleologica si è spesso dimostrata in grado di produrre indispensabili materiali e studi apprezzabili, anche in relazione agli impianti ipogei sottostanti i centri abitati, andando in realtà -seppur parzialmente- a sanare una lacuna conoscitiva di cui appaiono sempre più chiari i contorni.

La geologia e la considerazione degli effetti collaterali dell'urbanizzazione

Milano è collocata nella parte centro occidentale della Pianura Padana a una quota media di 123 m s.l.m., su depositi alluvionali del Quaternario (1). Pur senza scendere in dettagli, conta dire che fino agli inizi del Novecento si poteva incontrare la falda freatica a non più di due o tre metri dal piano di campagna, quando questa non risultava addirittura affiorante. In seguito ha subito un deciso abbassamento a causa dei sempre più consistenti prelievi idrici conseguenti all'industrializzazione e all'impennata demografica ad essa associata. Dagli anni Settanta si è comunque riscontrata un'inversione, che ha portato al reinnalzamento dell'acquifero, in seguito alla chiusura di vari stabilimenti e alla diminuzione degli abitanti.

Il terreno incoerente, costituito da ghiaia e sabbia, associato alla presenza di una falda prossima alla superficie (tavole n° 1 e 2), non ha certo consentito lo sviluppo di un panorama ricco e composito, come in altre situazioni, limitando di fatto lo scavo di poche opere ipogee a pochi casi. Con l'innalzamento del suolo però, 'naturale' in un insediamento di notevoli dimensioni come il centro ambrosiano, vari ambienti si sono venuti invece a trovare al di sotto del piano di campagna. Lo stravolgimento dell'assetto urbano ha poi condotto al degrado e al depauperamento della vasta rete idroviaria e difensiva, che caratterizzava anche Milano come 'città d'acque'. Nel sottosuolo cittadino sono perciò rimasti svariati chilometri di canali coperti, solo in parte riutilizzati dalla rete fognaria e, in misura

* Associazione Speleologia Cavità Artificiali Milano (S.C.A.M.)

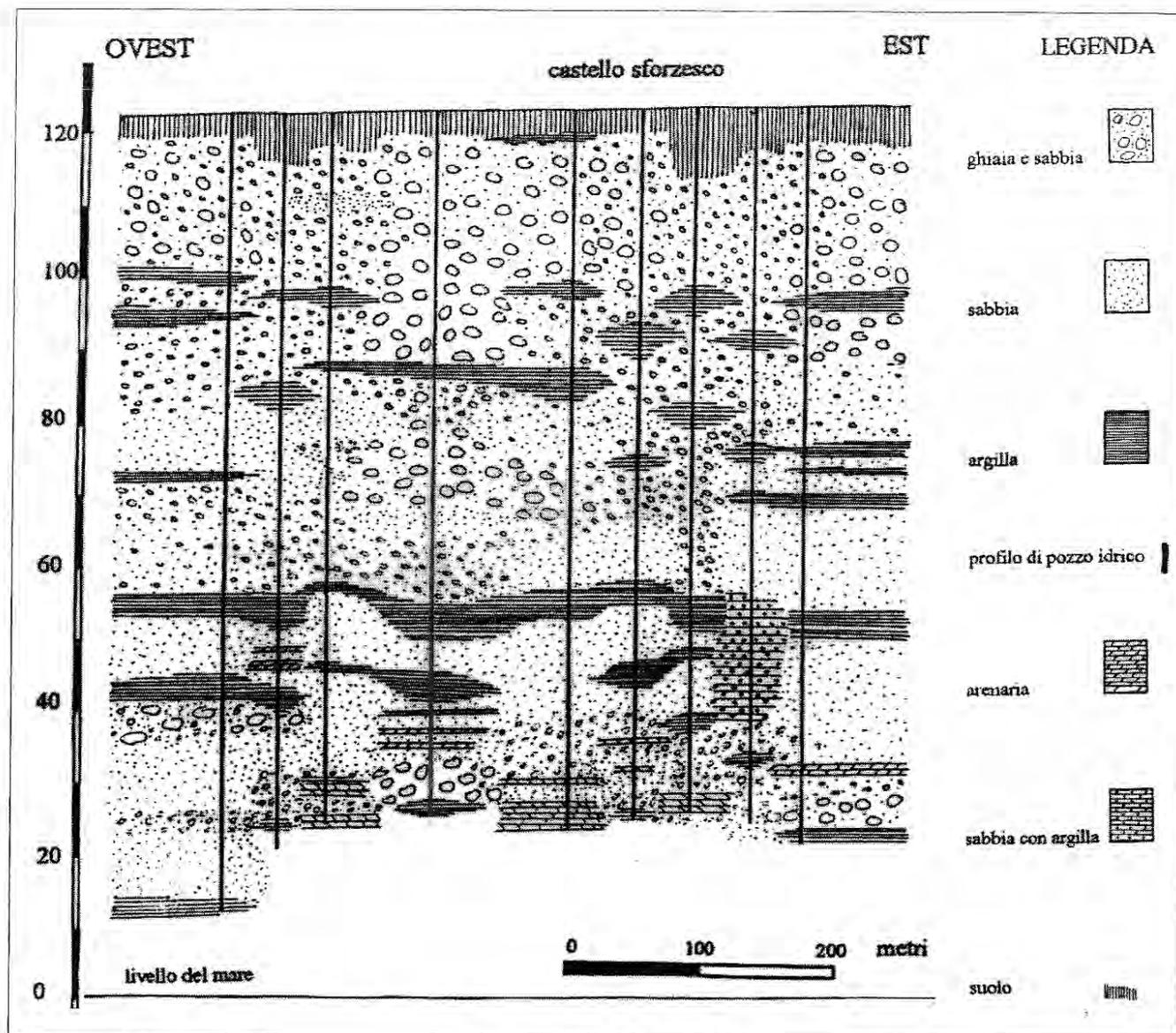


Tavola n° 1. Sezione idrogeologica rappresentante la struttura geologica superficiale del sottosuolo nella zona del Castello di porta Giovia (tratto da BASSI, BERTO, PERLETTI 1996, p. 29).

limitata, intercettati dalle linee metropolitane.

Il castello di Porta Giovia: qualche cenno storico
Costruito a cavaliere delle mura urbane di Milano nella seconda metà del XIV secolo, il Castello di Porta Giovia, attualmente noto con il nome di "Castello Sforzesco" (foto n° 1), è stato oggetto di ampliamenti, distruzioni, riedificazioni e drastici ridimensionamenti nel corso delle vicissitudini politico-militari che hanno coinvolto nel tempo la città (tavole n° 3, 4 e 5). Da un primo nucleo voluto da Galeazzo II Visconti (*Castrum Portae Jovis*), il Castello si sviluppa fino alla caduta della dinastia viscontea nel 1447. Con la costituzione dell'Aurea Repubblica Ambrosiana, che a ragione lo considera un simbolo e uno strumento del-

la tirannia, viene parzialmente demolito. Presa Milano dopo un breve assedio, Francesco Sforza decreta la ricostruzione della fortezza, che, sotto la signoria degli Sforza, diviene una piazzaforte munita e al contempo una ricca dimora. Con gli Spagnoli il Castello vede la propria struttura ampliarsi e mutare, perchè l'apparato possa rispondere alle nuove tecniche belliche, sempre più indirizzate all'impiego delle artiglierie e all'ottimizzazione delle tecniche di mina. L'impianto bastionato risulta efficace per tutto il XVIII secolo. Su ordine di Napoleone Bonaparte, dopo un secondo assedio, si provvede alla demolizione delle bastionature spagnole. E' successivamente adibito a caserma dagli Austriaci. Costituitosi il Regno d'Italia, fra il 1892 e il 1894 viene rasa al suolo anche la cinta del-

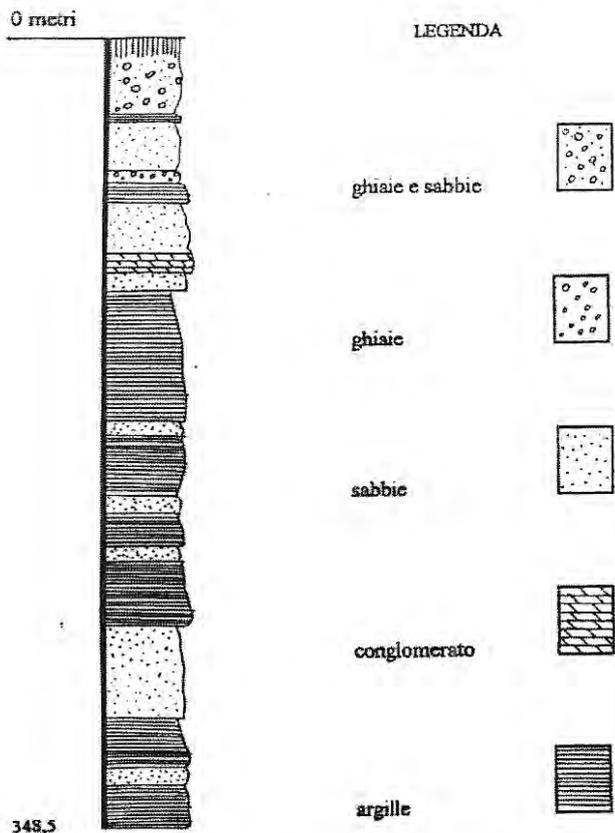


Tavola n° 2. Stratigrafia del pozzo dell' Arena Civica di Milano, situato ad alcune centinaia di metri dal castello di porta Giovia, in direzione nord est (tratto da BASSI, BERTO, PERLETTI 1996, p. 30).

la Ghirlanda, eccettuata la Porta del Soccorso (tavola n° 6). Grazie soprattutto all'Architetto Luca Beltrami, l'impianto visconteo-sforzesco viene salvato dalla demolizione, e poi parzialmente ricostruito e restaurato tra la fine dell'Ottocento e i primi del Novecento (tavola n. 7). Nuovi interventi si rendono necessari dopo i bombardamenti alleati nel corso della Seconda Guerra Mondiale.

Il progetto "Castrum Portae Jovis Mediolani"

Il progetto dell'Associazione S.C.A.M. è nato dall'intento di capire quanto fosse rimasto innanzitutto dell'antico impianto difensivo del Castello e successivamente anche della Fortezza Reale d'epoca spagnola (2). Questo avrebbe permesso una migliore lettura delle architetture in alzato. Sono stati così rilevati circa 3.000 metri quadrati di ambienti attualmente sotterranei, e ci si è potuti formare l'idea della mole di lavoro ancora necessaria per leggere la fortificazione nel suo complesso articolarsi. Dell'attuale quadrilatero fortificato si è andati a considerare soprattutto l'esterno, la zona

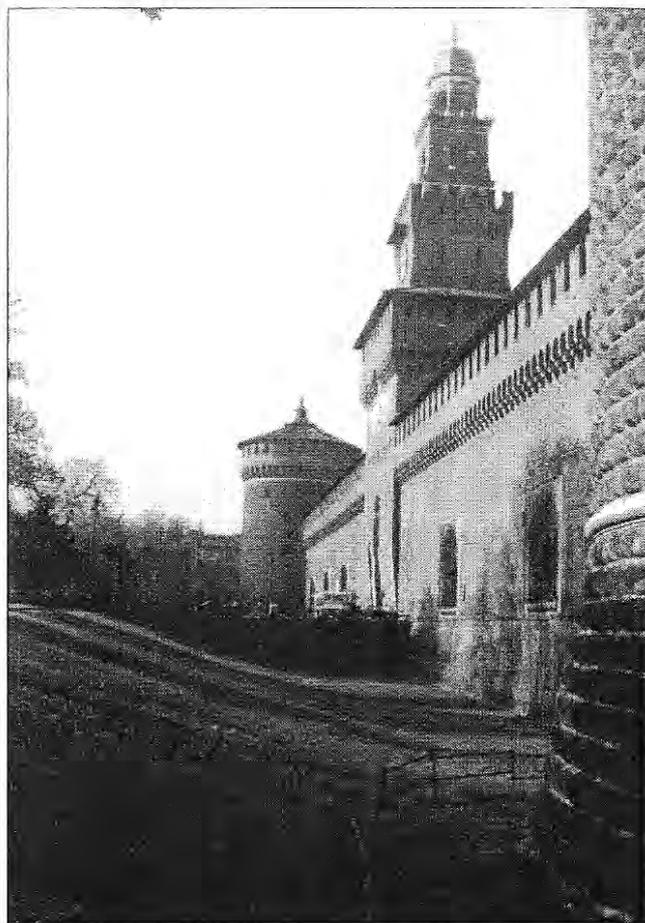


Foto n° 1. Il lato del Castello di Porta Giovia che controlla la città con le poderose torri cilindriche in bugnato e la centrale Torre del Filarete (foto: G. Padovan).

cioè dove sorgeva la Ghirlanda (foto n° 2), anche se non si è tralasciata l'area interna. Per quanto riguarda invece gli ambienti sia interni che sotterranei a bastioni, baluardi e rivellini spagnoli, unitamente al sistema di contromina, non siamo approdati a risultati soddisfacenti, se si eccettua l'individuazione di un paio di lunghi cunicoli di fognatura che sono parsi poter rappresentare forse un momento di reimpiego delle opere spagnole. Si sono invece individuati una serie di cunicoli e gallerie nel Parco Sempione e oltre, al di là dell'Arena Civica, che servivano al trasporto delle acque (tavola n° 8). In alcune di queste opere, qualche anno fa, sono state posate le tubature del metano, ragione per cui ogni operazione di esplorazione e di rilievo è stata prudentemente sospesa.

I sotterranei della Piazza d'Armi

Nel sottosuolo, accanto alla Torre del Filarete, vi è un ampio locale a pianta rettangolare (tavola n° 9) con volta a botte e un tempo connesso ad altri ambienti, attualmente non più raggiungibili. Adibito a cisterna

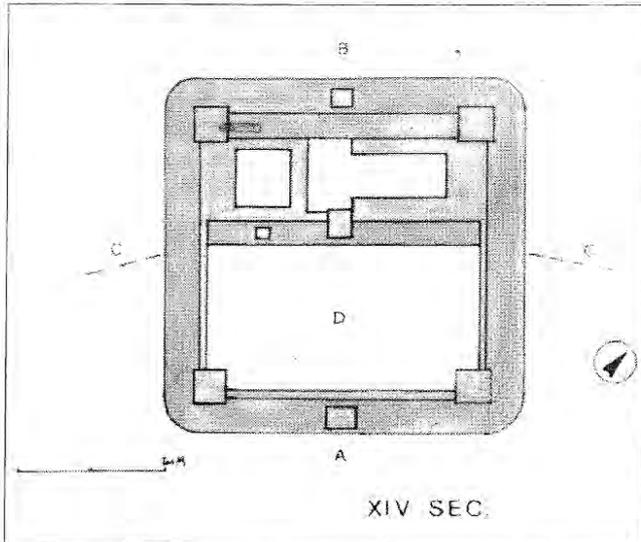


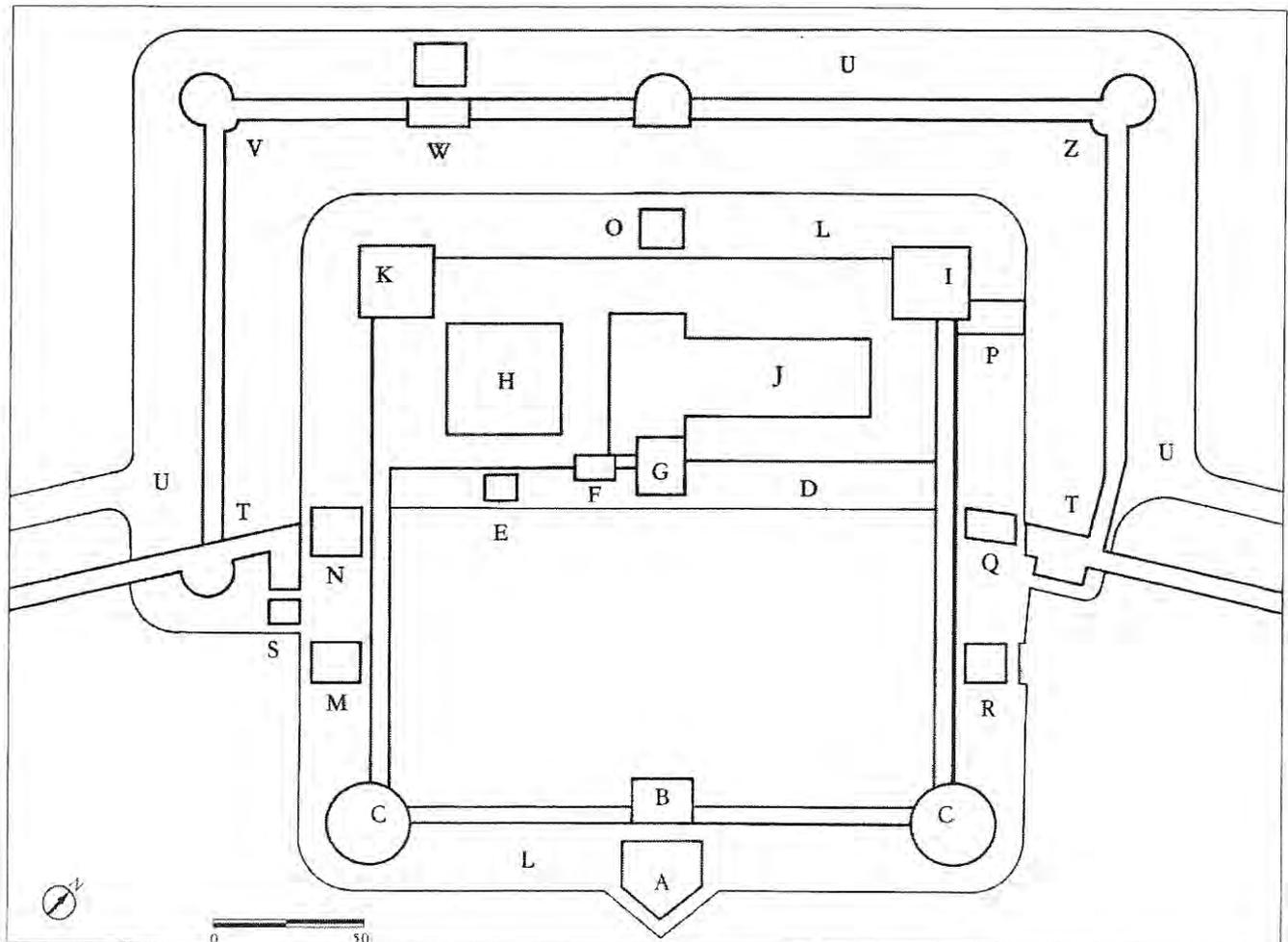
Tavola n° 3: Indicativo impianto visconteo del Castello trecentesco.

A) Piazza d'Armi; B) Mura della città; C) Fossato; D) Attuale area occupata da Parco Sempione. Secondo Beltrami, già in età viscontea il lato che guardava la campagna era protetto da una cinta muraria. (Tratta da BELTRAMI 1894, pp. 590-592; disegnata da G. Padovan).

in tempi abbastanza recenti, reca sulle pareti uno strato di calcestruzzo per l'altezza di due metri, e uno sfioratore in metallo di cui rimane ignoto lo scarico. Nel 1988, periodo a cui risalgono le prime operazioni, l'acqua risultava alta 1.8 m. Al di sotto del Fossato Morto - come viene indicato in una planimetria seicentesca - rimangono i due tronconi di un cunicolo, che s'ipo-

Tavola n° 4: Impianto del Castello nel XV secolo.

A) Rivellino d'accesso alla Città; B) Torre con accesso alla Piazza d'Armi; C) Torrioni sforzeschi; D) Fossato morto; E) Rivellino d'accesso alla Rocchetta; F) Torre di Bona di Savoia; G) Battiponte con accesso alla Corte Ducale; H) Rocchetta; I) Torre della Corte Ducale; J) Corte Ducale; K) Torre del Tesoro; L) Fossato interno; M) Rivellino di S. Spirito; N) Rivellino di Porta Vercellina; O) Rivellino del Barcho; P) Ponticella di Lodovico il Moro; Q) Rivellino di Porta Comasina; R) Rivellino del Carmine; S) Rivellino d'accesso alla Ghirlanda; T) Raccordo delle mura della Città con la Ghirlanda; U) Fossato esterno; V) Torre della Colubrina; W) Porta del Soccorso e rivellino; Z) Torre del Piombo. (Tratta da MIRABELLA ROBERTI, TABARELLI, VINCENTI 1983, p. 61 e p. 66; elaborata e disegnata da G. Padovan).



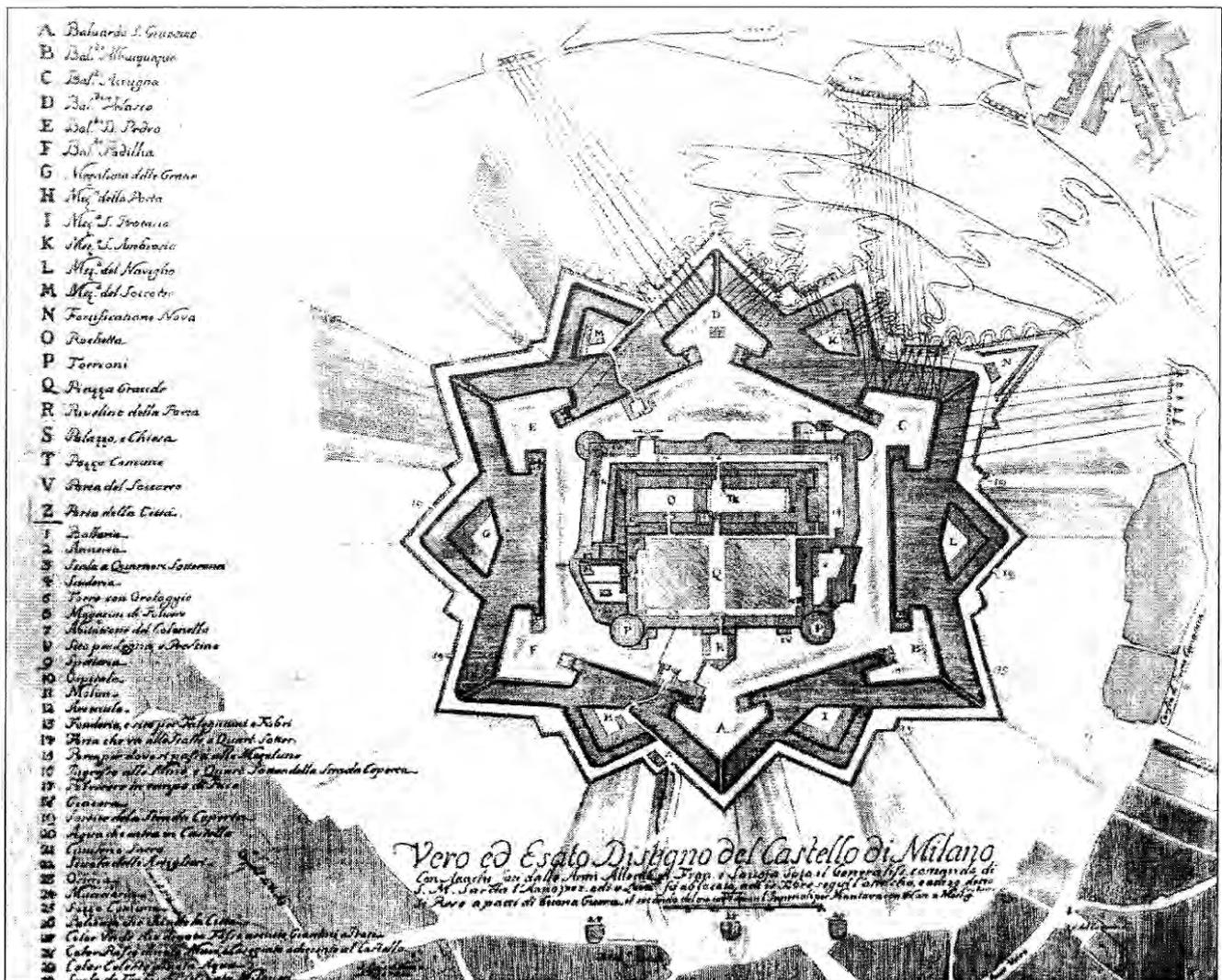


Tavola n° 5: "Vero ed esato disegno del Castello di Milano / Con Attachi dalle Armi Alleate di Fran. e Savoia Soto il Generaliss. comando di / S.M. Sarda l'Anno 1733". La tavola mostra l'impianto visconteo-sforzesco, con interventi della prima metà del Cinquecento, circondato dalla bastionatura della seconda metà del Cinquecento e i rivellini eretti nella prima metà del secolo successivo. L'intera costruzione assume così la forma di una fortezza a dodici punte (tratta da BELLONI 1968, p. 36).

tizza destinato al trasporto dell'acqua, dato che alle estremità vi sono i resti di guide in granito per l'alloggiamento di paratie. Raggiungibile attraverso una botola, la Piccola Cannoniera occupa una metà della base del Battiponte della Rocchetta, mentre l'accesso alla seconda metà è tutt'oggi murato. Ugualmente non si è potuti accedere agli ambienti interni al rivellino (E) e non si esclude un passaggio sotterraneo dalla Rocchetta. Il torrione cilindrico (G) fu utilizzato (unitamente al torrione gemello) come serbatoio del moderno acquedotto municipale; attualmente in disuso, il cui impianto in cemento armato è ancora ben visibile. Il locale inferiore è adibito a deposito di materiale che potrebbe trovare migliore collocazione in una discarica. Un vano murato, attraverso cui passa una

tubatura, potrebbe essere connesso a due stanze riutilizzate dall'acquedotto e localizzate esternamente alla cinta. Anche il locale inferiore del secondo torrione (H) presenta una prosecuzione: nel pavimento ingombro di terra di riporto, macerie e rifiuti si apre una probabile condotta di aerazione, attualmente impraticabile, che potrebbe sottendere la presenza di un altro vano posto a un livello più basso. Il muro di cortina nord est (I) presenta massicci interventi di restauro, che di certo non ne hanno rispettato l'assetto originario: rimangono difatti inaccessibili vari ambienti, tra cui una cannoniera che controllava un tratto di fossato esterno. In un vano diviso da una tramezza in mattoni, rimane serrato tra questa e una feritoia uno stemma in arenaria, smontato in due parti. Si trat-

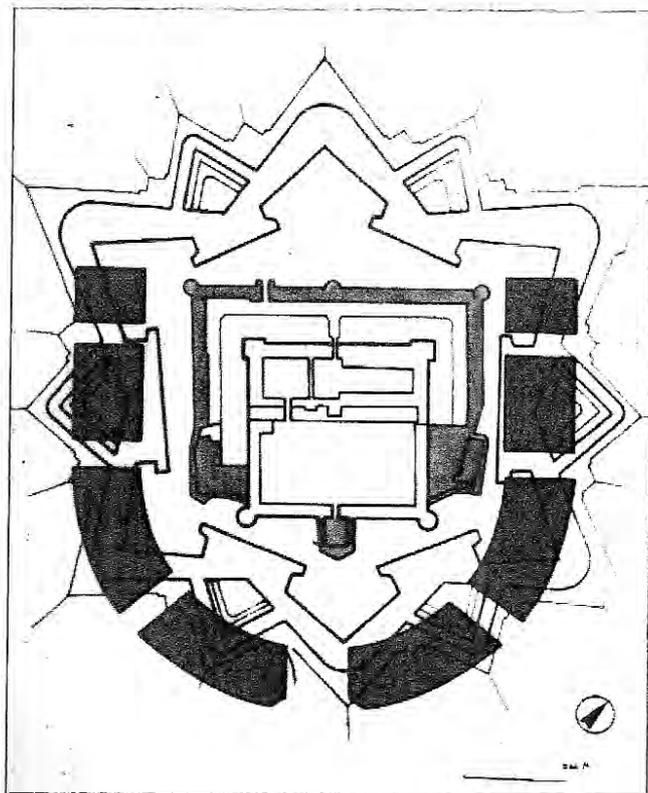


Tavola n° 6: Nel 1802 vengono demoliti bastioni, baluardi e rivellini, e riempiti gli ampi fossati. Sul loro tracciato si costruiscono i palazzi di Foro Bonaparte (rosso). Nulla è eretto sul baluardo e sui due rivellini che rimangono attualmente nell'area di Parco Sempione. A fine secolo scompaiono le opere quattro-cinquecentesche tra cui la Ghirlanda (verde) e sistemazioni ottocentesche come la Cavallerizza. (Tratta da BELTRAMI 1894, p. 660; disegnata da G. Padovan)

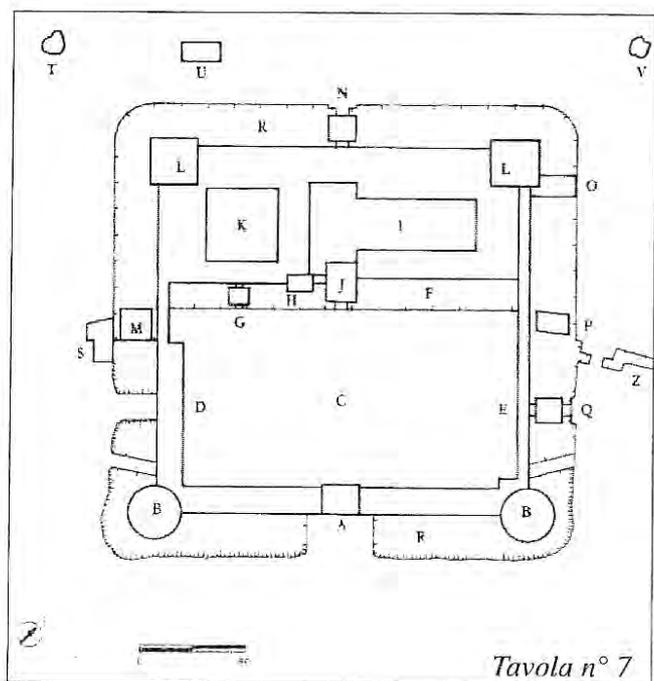


Tavola n° 7

Tavola n° 7: Il Castello Sforzesco ai nostri giorni. A) Torre del Filarete; B) Torrioni cilindrici sforzeschi; C) Piazza d'Armi; D) Ingresso Ovest; E) Ingresso Est; F) Fossato morto; G) Rivellino d'accesso alla Rocchetta; H) Torre di Bona di Savoia; I) Corte ducale; J) Battiponte; K) Rocchetta; L) Torrioni viscontei; M) Rivellino di Porta Vercellina; N) Rivellino verso il Parco; O) Ponticella di Lodovico il Moro; P) Rivellino di Porta Comasina o della Cavallerizza; Q) Rivellino di Porta del Carmine; R) Fossato; S) Resti delle mura della Ghirlanda; T) Torre della Colubrina; U) Porta del Soccorso; V) Torre del Piombo; Z) Strada a Esse, d'accesso al fossato. (Tratta da MIRABELLA ROBERTI, TABARELLI, VINCENTI 1983, p. 65; elaborata e disegnata da G. Padovan).

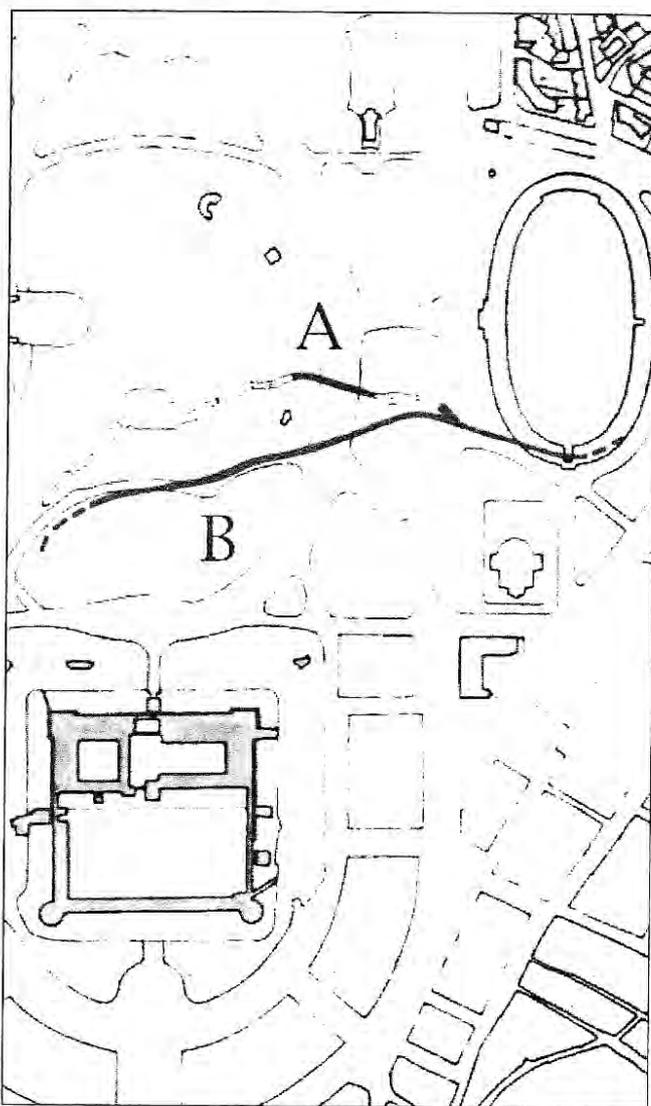


Tavola n° 8. Area di Parco Sempione. Tra l'Arena Civica (costruzione a pianta ellittica) e il Castello abbiamo in A il Cunicolo dell'Acqua Marcia, che raccoglie le acque della fontana di acqua solforosa; in B la Roggia Castello.

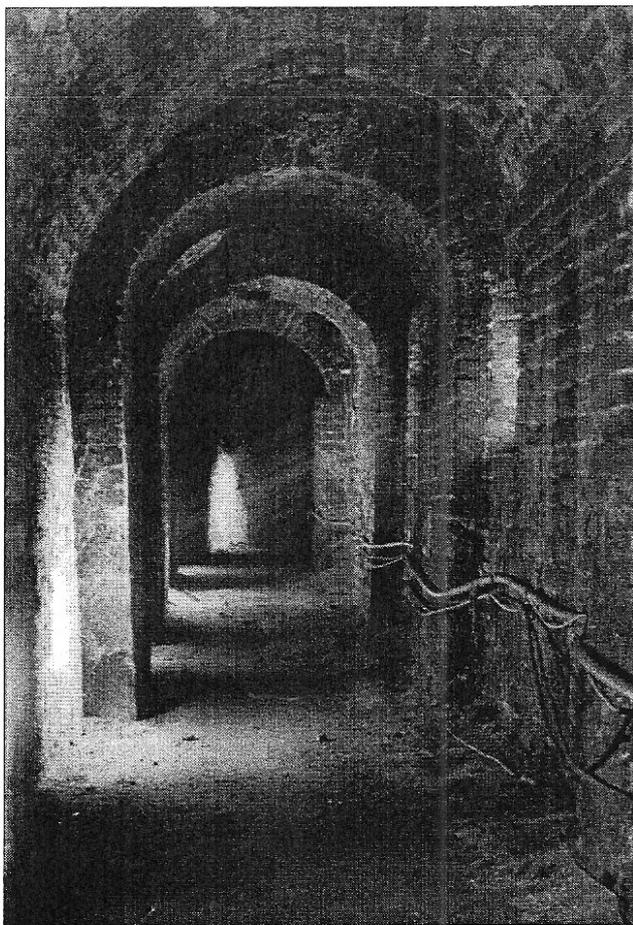


Foto n° 2. Scorcio della Strada Segreta Coperta, denominata Galleria della Ghirlanda (foto: D. Padovan).

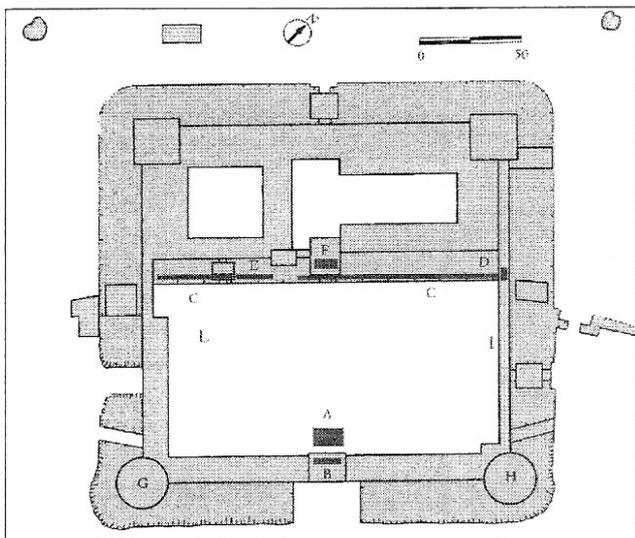


Tavola n° 9: A) Cisterna S.C.A.M.; B) Galleria delle Chiuse; C) Cunicolo del Fossato Morto; D) Locale d'accesso al Cunicolo del Fossato Morto - Ramo del Gatto Nero; E) Rivellino d'accesso alla Rocchetta; F) Piccola Cannoniera; G) Torrione Sud; H) Torrione Est; I) Muro di cortina e Stanza dello Stemma; L) Piccola Segreta (probabile ubicazione).

ta di un grande scudo a mandorla caricato di una testa leonina e tenuto ai lati da figure femminili alate, che, ricomposto, risulterebbe alto circa tre metri.

I rivellini

Un tempo la fortezza era esternamente dotata di numerosi rivellini, di cui solo quello detto di Porta Vercellina rimane oggi integro. Brevemente ne riporto alcune note (tavola n° 10). Il Rivellino di Porta del Carmine è utilizzato come magazzino-laboratorio e il pavimento in cemento è ben al di sopra del piano di calpestio originario. Nel Rivellino della Cavallerizza è stato individuato un ambiente sotterraneo, parzialmente interrato, il cui unico accesso avviene ora da un pozzetto assai stretto. Vi si trovano inoltre i resti di una scalinata bloccata da un cumulo di macerie. Doveva esistere, quindi, una connessione con un sottostante locale e un probabile (ma non accertato) collegamento con un sistema sotterraneo alla Ghirlanda. Il Rivellino verso il Parco presenta la bocchetta di areazione di un ambiente inferiore, non raggiungibile.

Al di sotto del Rivellino di Porta Vercellina vi è la galleria ancora munita di saracinesche alle estremità, che consentiva il passaggio dell'acqua per il fossato: da qui si può ben intuire quale fosse il livello originario del fossato stesso. Degli altri rivellini non si è potuta prendere visione, ma si ritiene che, in particolare, il

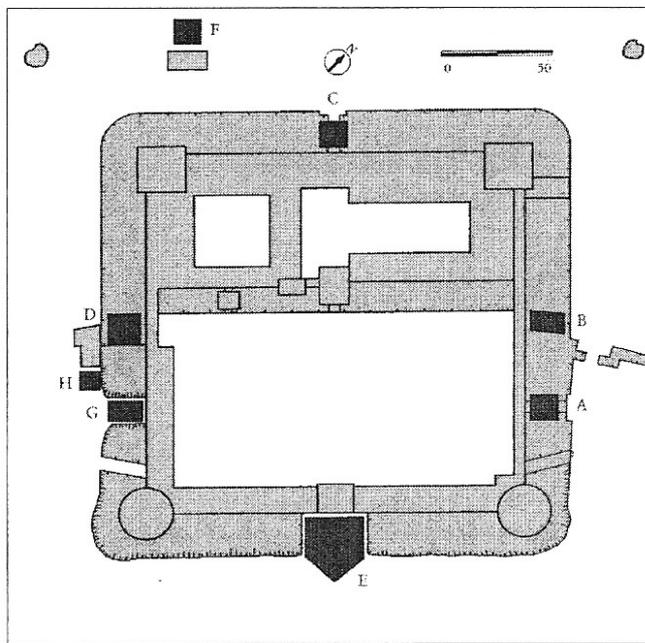


Tavola n° 10: A) Rivellino di Porta del Carmine; B) Rivellino di Porta Comasina (o Rivellino della Cavallerizza); C) Rivellino verso il Parco; D) Rivellino di Porta Vercellina (unico attualmente integro); E) Rivellino verso la Città; F) Rivellino della Porta del Soccorso; G) Rivellino di Santo Spirito; H) Rivellino d'accesso alla Ghirlanda.

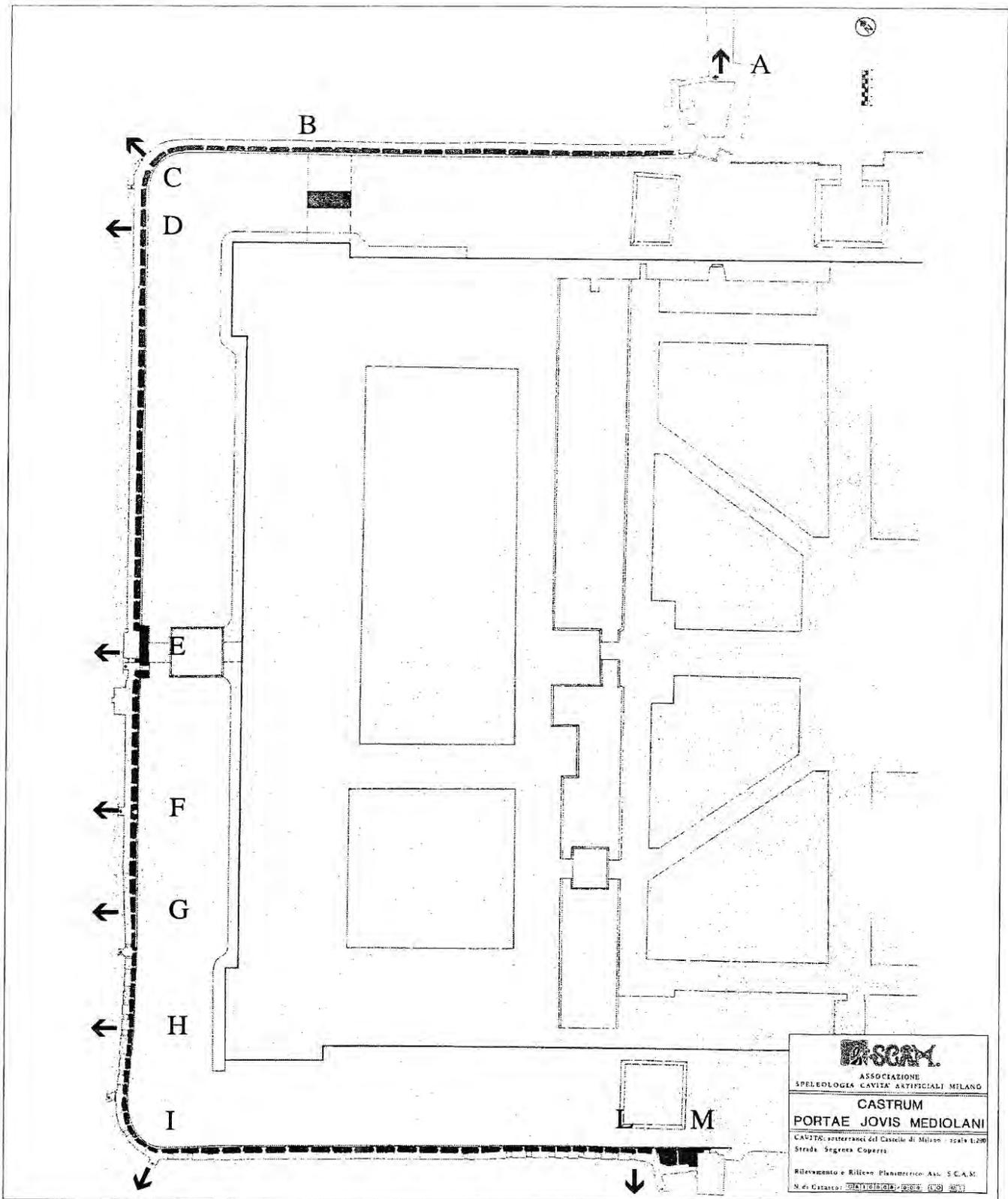


Tavola n° 11: A) Attuale accesso. Si tratta della risistemazione dei locali sotterranei di un'antica torre, che controllava lo sbocco del canale nel fossato; B) Strada Segreta Coperta; C) Galleria e sotterranei della Torre del Piombo; D) Accesso alle Stanze dei Tenebrionidi e al Cunicolo delle Conchiglie; E) Galleria verso il Parco; F) Galleria delle Postazioni; G) Complesso della Porta del Soccorso - Galleria delle Radici; H) Accesso al Complesso delle Pompe di Sollevamento; I) Galleria e sotterranei della Torre della Colubrino; L) Galleria Vercellina; M) Stanza del Metrò. (Rilievo e restituzione grafica: Associazione S.C.A.M.; scala 1:200).



Rivellino di Santo Spirito dovrebbe essere stato demolito quasi interamente, mentre quello della Porta del Soccorso potrebbe essere ancora recuperabile nelle sue parti inferiori, forse come il rivellino d'accesso alla Ghirlanda.

La Strada Segreta Coperta

La Strada Segreta Coperta (tavola n° 11) è senza dubbio l'opera sotterranea più bella e suggestiva di tutto il complesso che difendeva la metà del Castello posta esternamente alle mura urbane. Indicabile come "galleria di controscarpa", prende luce da cento e una finestrelle

a doppia strombatura, e dalle quali si teneva sotto controllo il fossato (attualmente alcune sono murate). Vi sono inoltre grandi aperture agli angoli in corrispondenza delle torri, e tre porte che accoglievano il ponte levatoio calato da altrettanti rivellini. Numerosi sono i condotti di aerazione, un tempo tutti muniti d'inferriate alloggiare quasi sempre in conci di serizzo. L'opera è interamente in mattoni, con rari elementi lapidei e conci anche in conglomerato, mentre il pavimento è in terra battuta. Da questa si staccano otto diramazioni, un tempo tutte munite di portoni, affinché un'eventuale irruzione avversaria potesse essere contenuta e respin-

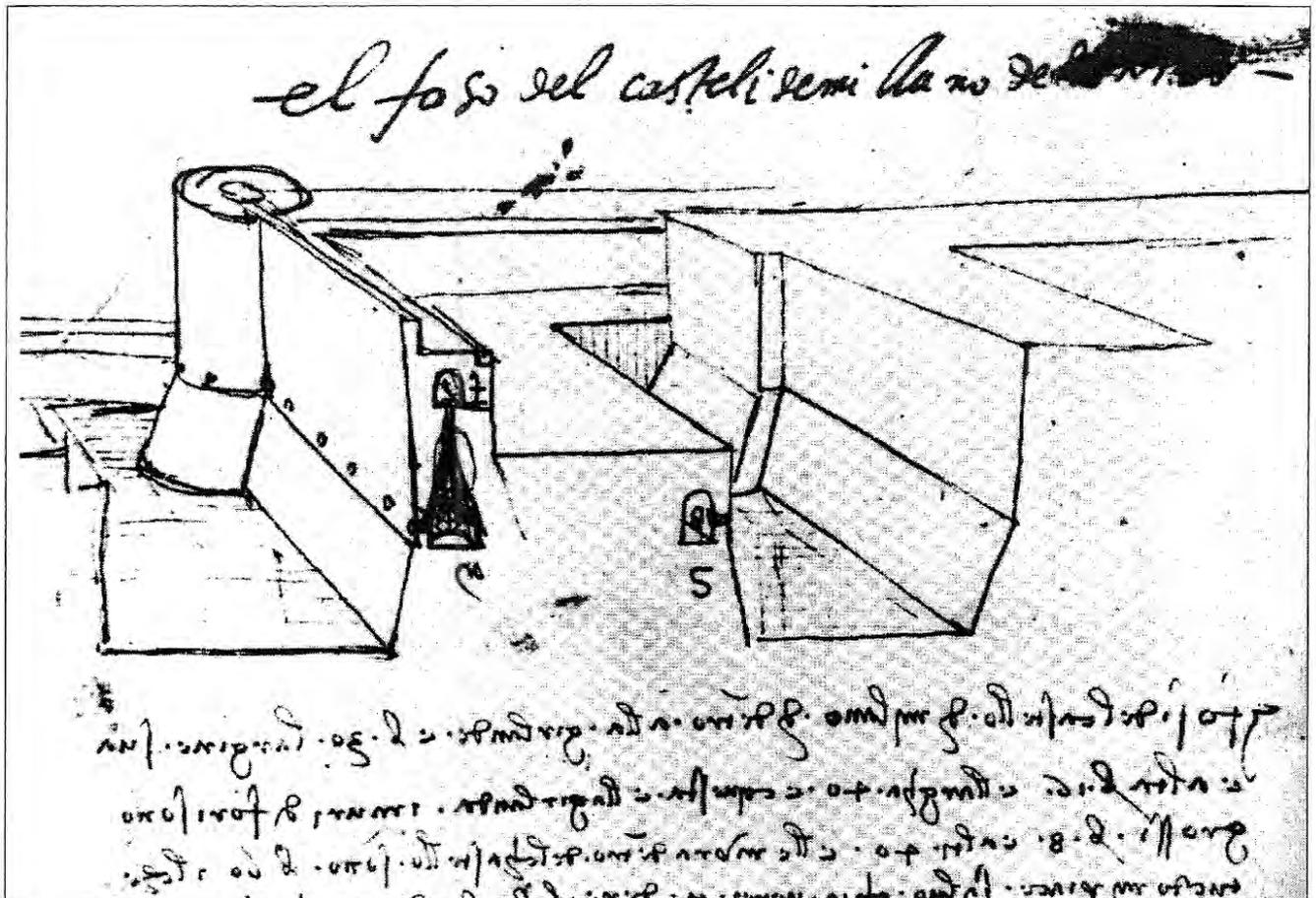


Tavola n° 12. <<El foso del casteli de Millano de dentro. I fosi del Castello di Milano di dentro alla ghirlanda è braccia 30; l'argine suo è alto braccia 16 e largo 50, e questa è la ghirlanda. I muri di fuori sono grossi braccia 8 e alti 40; e le mura dentro del Castello sono braccia 60. Il che tutto mi piace, salvo che io vorrei vedere le bombardiere (casamatte) che sono in nei muri della ghirlanda che non riuscissero in nella strada di dentro, cioè in s, anzi, si calasse per ciascuna, come appare in M f. Imperocchè sempre i buoni bombardieri traggono alle bombardiere delle fortezze, e se rompessero in detta ghirlanda una sola bombardiera, possono poi, con via di gatti, entrare per detta rottura e farsi signori di tutte le torri, muri e cave segrete di detta ghirlanda. Onde, se le bombardiere saranno come M f, e che li accadesse che una bombarda rompesse una di dette bombardiere e che i nemici entrassero dentro, non possono passare più avanti, anzi siano dal piombatoio di sopra ribattuti e discacciati. E la cava fvuol essere continuata per tutti i muri dai _ in giù, e da li in su non abbia uscita alcuna nè in sui muri nè in torri, salvo quella donde s'entra, che avrà principio nella rocca. E detta via segreta f non deve avere alcuno spiracolo di fuori, anzi, pigli i lumi di verso la rocca, per le balestriere spesse>> (Manuscrit B de l'Institut de France; folio 36 verso. Tratto da BELLONI 1968, pp. 70-71).

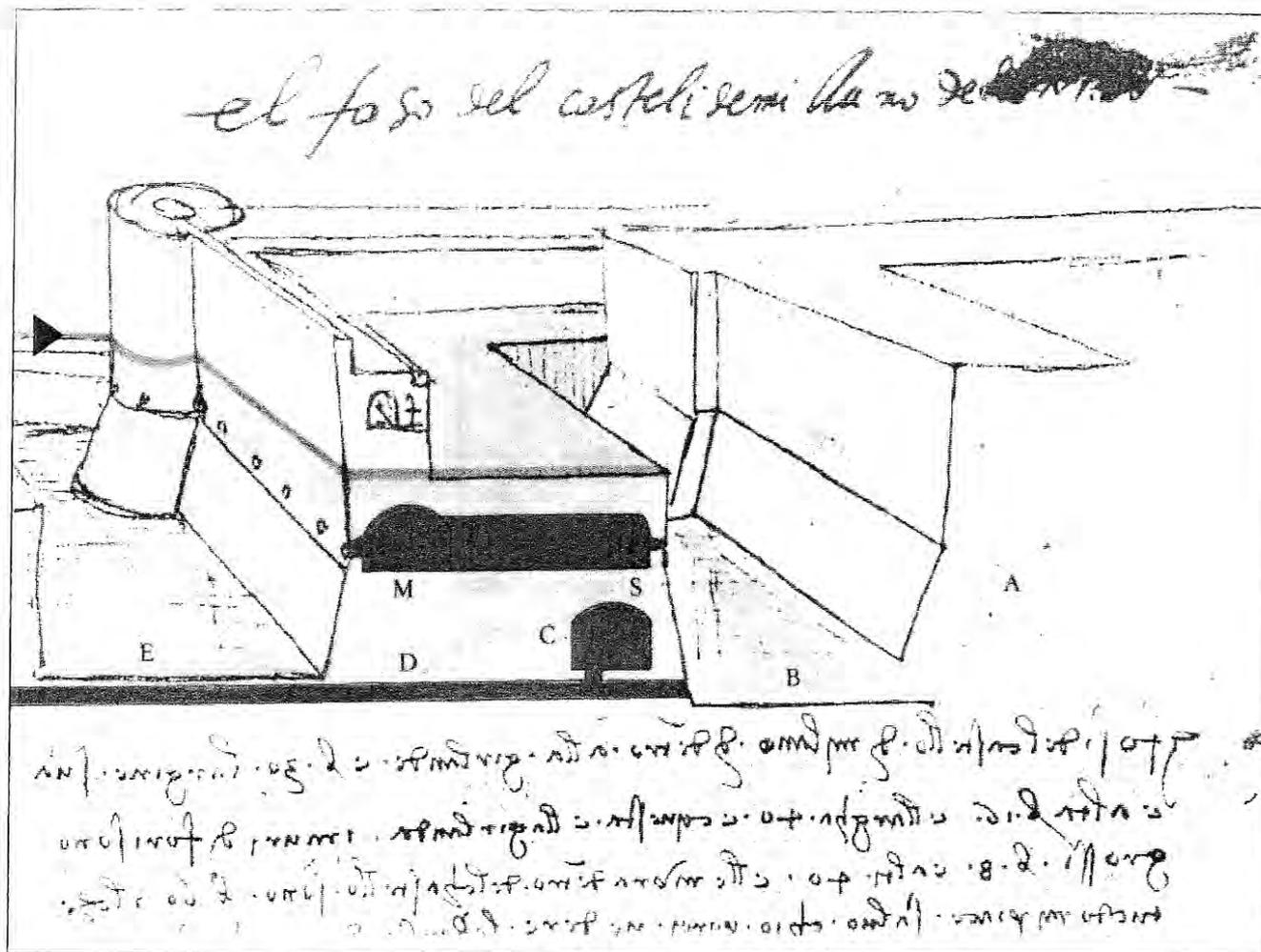


Tavola n° 13: Elaborazione del disegno leonardesco in cui s'individua la cinta della Ghirlanda ancora integra. La freccia indica l'attuale piano di calpestio, al di sopra del quale la cinta è scomparsa. A) Castello; B) fossato interno; C) Stanze dei Tenebrionidi; D) Cunicolo delle Conchiglie; E) fossato esterno; F) controscarpa; S) Strada Segreta Coperta.

ta, impedendo all'avversario di dilagare nel sistema difensivo. Di altre tre diramazioni s'intravede il cervello di volta, di poco emergente dall'attuale piano di calpestio. Sulla base delle attuali conoscenze, nonché dei rilievi effettuati, non si può escludere la presenza di ambienti sottostanti alla Strada Segreta Coperta.

Le diramazioni e la Ghirlanda

Tutte le diramazioni della Strada Segreta Coperta raggiungono - e in vari casi lo superano - il perimetro difensivo della Ghirlanda, i cui unici resti, in superficie, consistono nella Porta del Soccorso e nei pochi ruderi delle Torri del Piombo e della Colubrina. E' inoltre sparita ogni traccia del fossato esterno.

Leonardo da Vinci, che si occupò della fortezza verso la fine del XV secolo, ci ha lasciato un disegno del giro di mura del Castello con la Ghirlanda, nella cui sezione si riconosce la Strada Segreta Coperta con le postazioni per le armi da fuoco (tavola n° 12). Inoltre, si riconoscono

chiaramente i due fossati e una strada coperta che segue il profilo di quello esterno. Proprio tale raffigurazione ci ha permesso di capire che la distruzione ottocentesca aveva lasciato al di sotto del piano di campagna buona parte dell'opera. Per quanto riguarda la realizzazione del sistema difensivo, le osservazioni di Leonardo non parrebbero seguite: le gallerie che conducono alle "bombardiere", ovvero alle postazioni per le armi da fuoco, erano chiuse solo da portoni. Inoltre, sopra dette "bombardiere", non vi sono caditoie, ma si aprono unicamente i condotti di aerazione, a gomito e generalmente a sezione circolare.

Riprendendo la tavola n° 11, possiamo dire, a ulteriore commento, quanto segue:

A) In direzione opposta al fossato, la galleria doveva necessariamente condurre almeno all'angolo arretrato della Ghirlanda, probabilmente difeso da una torre come nella galleria in L.

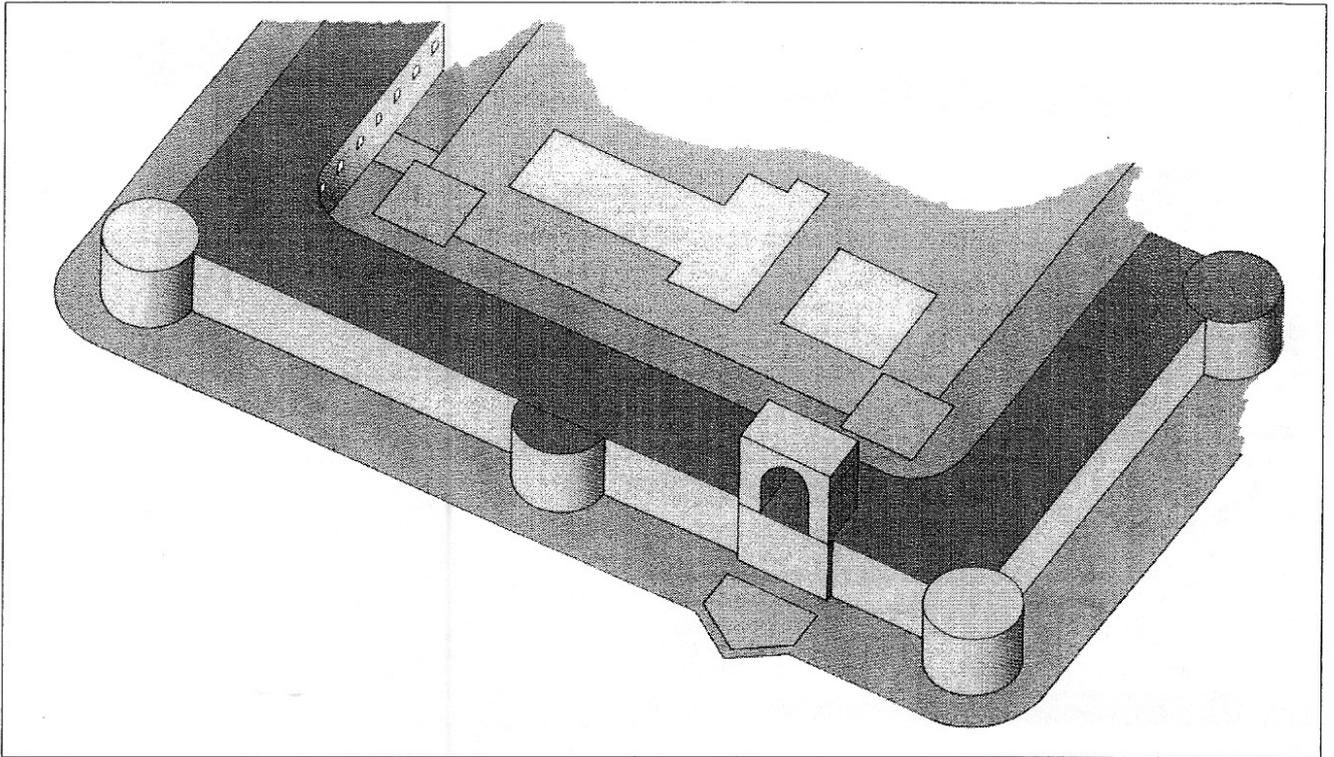


Tavola n° 14. Nell'impianto schematico della Ghirlanda sono evidenziate le mura, cimate ad alcuni metri sopra la cordonatura e la Porta del Soccorso, sostanzialmente integra. In pianta abbiamo l'attuale edificio con le torri angolari quadrangolari, il fossato esterno e il rivellino che proteggeva la Porta del Soccorso.

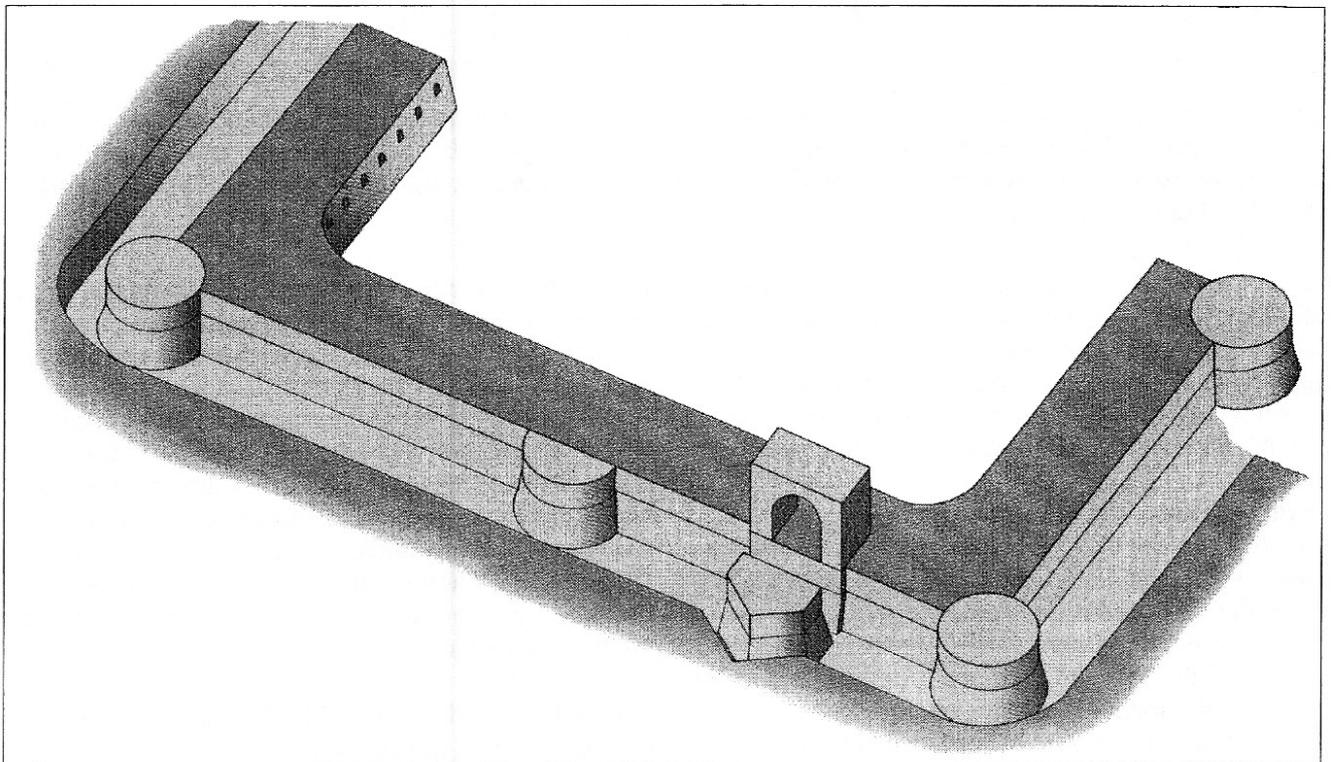


Tavola n° 15. Ricostruzione del possibile stato attuale della Ghirlanda. Svuotando il fossato, si porterebbe in luce buona parte della cinta, la controscarpa del fossato e le opere accessorie ad esso interne. Una tale opera non può rimanere dimenticata sotto pochi metri di terra.



B) Non é escluso che una galleria di controscarpa si sviluppasse anche lungo i lati che guardavano la città.

C) Era funzionale alla torre angolare.

D) Era funzionale al controllo del sottostante Cunicolo delle Conchiglie, il quale conduceva l'acqua all'interno del fossato.

E) Raggiungeva gli ambienti sotterranei -oggi non fisicamente accessibili- alla semitorre della Ghirlanda e proseguiva oltre.

F) Raggiunge alcuni ambienti parzialmente interrati, con postazioni per armi da fuoco. Vi dovrebbero essere altri ambienti sottostanti. Un tempo una scalinata raggiungeva il piano superiore, scomparso.

G) La galleria conduce direttamente a un ambiente con tre casamatte che controllavano il fossato. Ai lati ripide scalinate salgono agli ambienti della Porta del Soccorso. Stando alle feritoie individuate esternamente, almeno un vano non è attualmente raggiungibile dall'interno.

H) Gli ambienti sono stati interessati dall'impianto fognario recente e sono composti da una stanza, con una galleria (Galleria dei Cavalieri) e un grande ambiente munito di feritoie. A lato, verso la parte interna del fossato, è stata invece risparmiata la Stanza della Chiusa, da cui si comandava la saracinesca che regolava l'afflusso d'acqua del sottostante Cunicolo delle Conchiglie Secondo.

I) Era funzionale alla torre angolare, completa nei suoi tre piani di base.

L) Stando a una vecchia planimetria, la galleria conduceva a una torre circolare, oggi non raggiungibile. Un muro in mattoni chiude l'accesso.

M) La grande stanza è chiusa da un muro in cemento armato, al di là del quale passa la linea metropolitana; rimanendo i monconi di travi di legno negli alloggiamenti del pavimento, doveva essere dotata di ballatoio.

Riprendendo il disegno di Leonardo, unitamente a quanto da noi rilevato, possiamo vedere nella tavola n° 13 che le distruzioni del XIX secolo hanno interessato l'impianto della Ghirlanda solo al di sopra del piano di postazioni poste al di sopra della cordonatura.

Il recupero della Ghirlanda

L'osservazione degli ambienti non solo sotterranei e i rilievi planimetrici effettuati hanno permesso di comprendere di avere individuato una parte dell'impianto della Ghirlanda. Esistono inoltre, anche sotto altri corpi di fabbrica, ulteriori aree suscettibili di rilievo, se solo potranno essere attuate mirate disostruzioni. Con lo scavo si potrà inoltre procedere allo svuotamento del fossato a protezione della Ghirlanda, attualmente obliterato, recuperando esternamente la stessa. Tornerebbero così di nuovo alla luce anche il rivellino che difendeva la Porta del Soccorso, la semitorre e almeno la torre circolare raggiungibile dalla Galleria Vercellina (tavole n° 14 e 15).

Le ricerche biospeleologiche

<<In ogni ecosistema, piccolo o grande che sia, l'integrazione tra la sua biocenosi e il proprio biotopo è influenzata e in stretta relazione con fattori abiotici e biotici che caratterizzano l'ambiente stesso. I primi dati che un biospeleologo si appresta a considerare sono appunto quelli inerenti i fattori ambientali, sia dal punto di vista qualitativo che quantitativo ...>> (2). Domenico Zanon comincia così la sua relazione riguardo i risultati delle ricerche biospeleologiche condotte nei sotterranei del Castello. Purtroppo, per avere un quadro esaustivo della fauna ipogea del Castello, sarebbe occorso molto più tempo di quello effettivamente concesso dalla Amministrazione Comunale.

E' risultato che, essendo i sotterranei del Castello un insieme eterogeneo di habitat, vi si incontrano diversi organismi della micro e mesofauna: <<L'ubicazione e la discontinuità ambientale di questa zona ipogea fanno sì che la sua biocenosi possa essere utilizzata per studi inerenti: alla formazione di nuove razze, alla differenziazione alimentare, all'impoverimento genetico, alla contaminazione parassitica, alle modalità di nuove colonizzazioni e tanti altri interessi. Inoltre non va dimenticato l'aspetto biocenotico e territoriale. Sono state rinvenute diverse entità anoftalme, alcune delle quali legate non esclusivamente all'ambiente endogeo, ma a quello cavernicolo. Va inoltre sottolineato il ritrovamento di una colonia di *Mesoniscus alpicola*, che mai

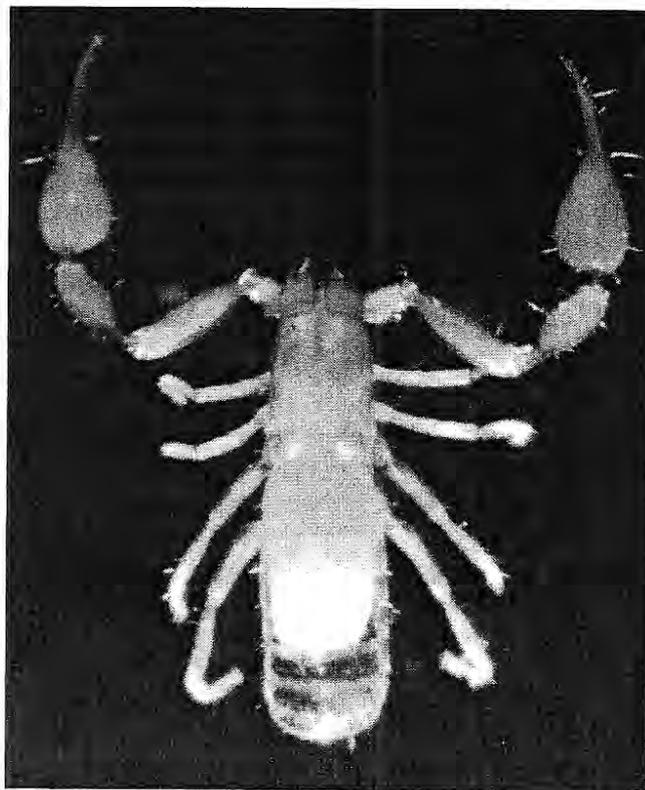


Foto n° 3. PSEUDOSCORPIONIDA NEOBISIIDAE: *Parablothrus* sp., habitus. 3 mm (foto: D. Zanon).

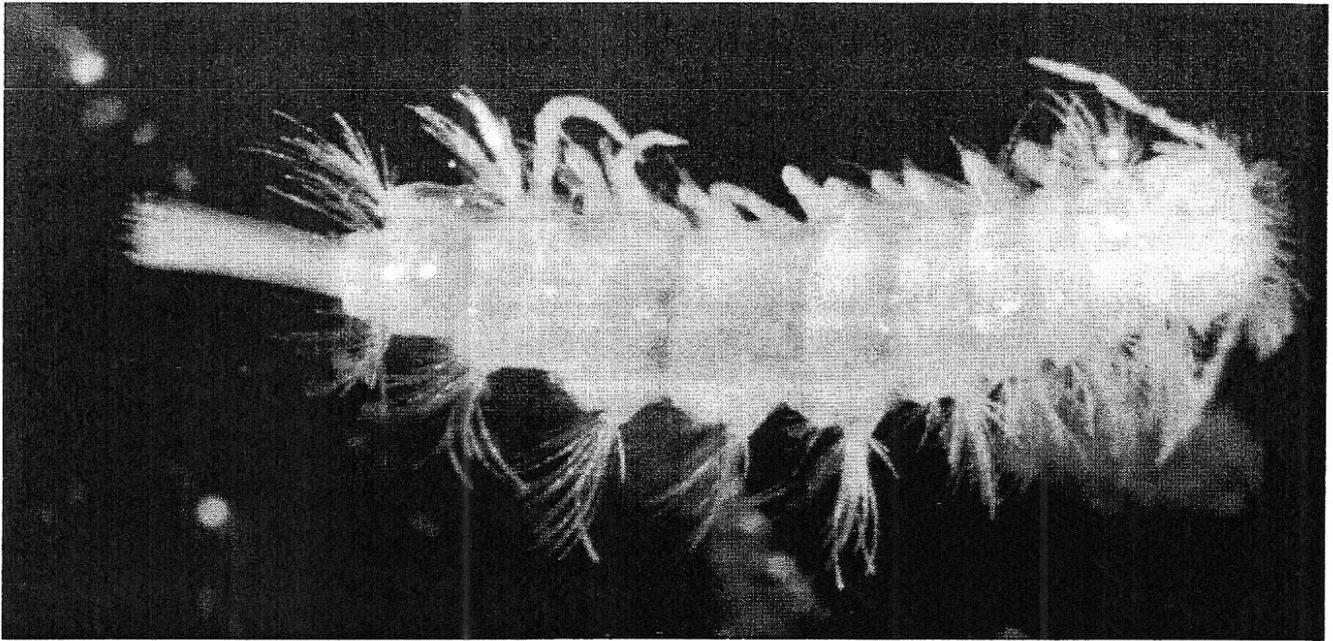


Foto n° 4. DIPLOPODA POLYXENIDAE: *Polyxenus* sp., habitus. 7 mm (foto: D. Zanon).

è stato catturato in pianura, e tutti quegli esemplari di *Paraleptoneta spinimana* che mai è stata catturata a nord della Toscana>>. In buona sostanza, i sotterranei del Castello di Porta Giovia non solo rappresentano un monumento da recuperare, ma anche un delicato ecosistema da rispettare e studiare.

L'incognita

Esplorando il sottosuolo del Castello ci si è sorpresi a considerare, con qualche meraviglia, come un tale patrimonio, pur sostanzialmente alla portata di chiunque, fosse rimasto a lungo ignorato (tranne che dal Beltrami e da pochi altri) e perciò ignoto. Ci si è anche scoperti a riflettere -con una certa vena di narcisismo, chi lo nega?!- sul fatto che pochi fra gli 'addetti ai lavori' amino affrontare la fatica fisica richiesta dalle esplorazioni. Altri cercheranno di porre -graziosamente- ostacoli auspicabilmente insormontabili, perchè l'altro studio infastidisce la quiete palustre creata ad arte. Ci si è anche talora scontrati, perchè sottacerlo, con scarsa disponibilità a collaborare e, peggior cosa e più dolorosa, con una certa tendenza alla 'rapina' dei dati da noi acquisiti. Del resto, ci è stato detto che il Castello è un feudo conteso tra più aspiranti feudatari. Ed è un peccato che, anche in questo caso, interessi privati siano sovrachianti rispetto agli interessi del Cittadino. L'inanità di questi anni, comunque, non si è rivelata totalmente negativa. L'altra faccia della medaglia è che l'immobilismo spesso evita interventi dissennati, che sconfinano nell'inefficienza e nell'incompetenza. Non si può infatti immaginare che si possa proporre di costruire attorno al Castello delle strutture sotterranee, tra cui un 'centro multimediale', e proprio laddove vi sono

opere in laterizio risalenti al XV secolo. Come non si può comprendere la proposta di svuotare internamente l'unico rivellino superstite per ricavarci un ascensore, seppure adeguato agli handicappati, che conduca dal piano terreno agli spalti. Speriamo che, anche con il nostro modesto intervento, non sia più possibile ignorare il patrimonio rimasto celato, a dispetto di chi vuole proseguire nella cementificazione della città e di chi, con dati d'acconto, si limita a 'tutelarne' l'immagine in circoli e salotti. Avranno però i Milanesi la voglia di riappropriarsi di una parte della loro storia?

Ringraziamenti

Come ho già avuto modo di ricordare in altre sedi, la ricerca è stata svolta da numerose persone, che hanno costituito nel tempo un gruppo eterogeneo, e per questo versatile, un po' bizzoso e poco incline alla stabilità, ma senz'altro tenace e desideroso di scoprire 'cosa c'è sotto'. Il nostro comune denominatore, il nostro 'legante', è stata la Speleologia, e in particolare quella praticata nelle cavità artificiali. Ringrazio pertanto tutti gli speleologi dell'Associazione S.C.A.M., e quanti del Gruppo Grotte Milano hanno partecipato, e coloro i quali ci hanno aiutato fornendo informazioni e documentazione. Un particolare ringraziamento lo riservo al Sig. Luigi Cassani, Responsabile della Sicurezza del Castello, che tra il 1988 e il 1990 ci diede ampia disponibilità nel corso delle operazioni, nonché importanti informazioni un caloroso incoraggiamento.

Note

1. BASSI, BERTO, PERLETTI 1996, pp. 20-33.
2. PADOVAN 1992 e 1996.
3. ZANON 1996, pp. 150-174.



Bibliografia

BASSI, BERTO, PERLETTI 1996 =
 R. Bassi, R. Berto, F. Perletti, *Inquadramento geologico regionale del territorio di Milano*, in *La fortezza Celata. I sotterranei del Castello Sforzesco di Milano*, Vigevano 1996, pp. 20-33.

BELLONI 1968 =
 G.G. Belloni, *Storia illustrata del Castello*, Comune di Milano, Milano 1968, pp. 36, 70-71.

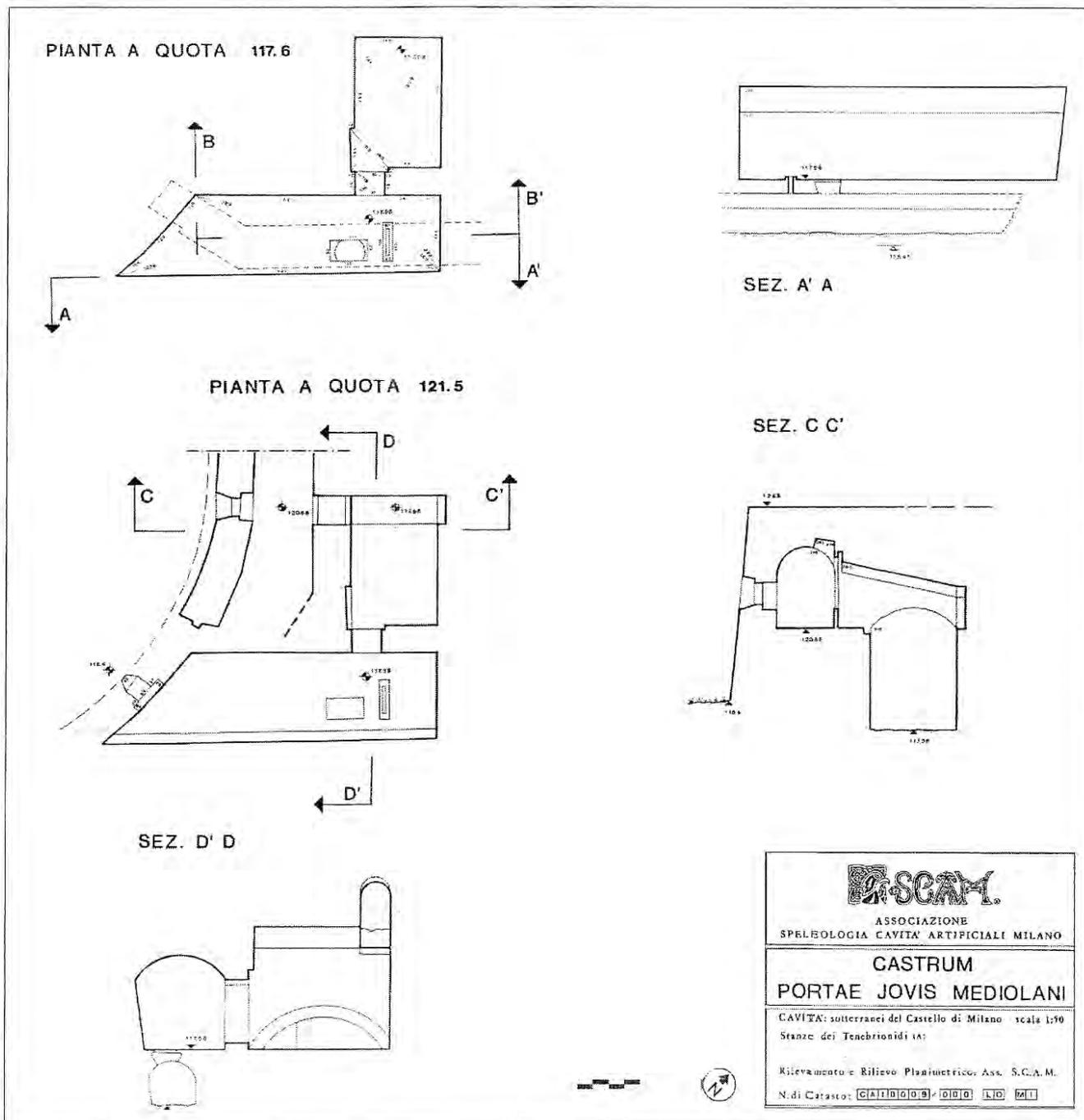
MIRAMELLA ROBERTI, VINCENTI, TABARELLI 1983 =
 M. Mirabella Roberti, A. Vincenti, G.M. Tabarelli, *Milano città fortificata*, Istituto Italiano dei Castelli, Roma 1983,

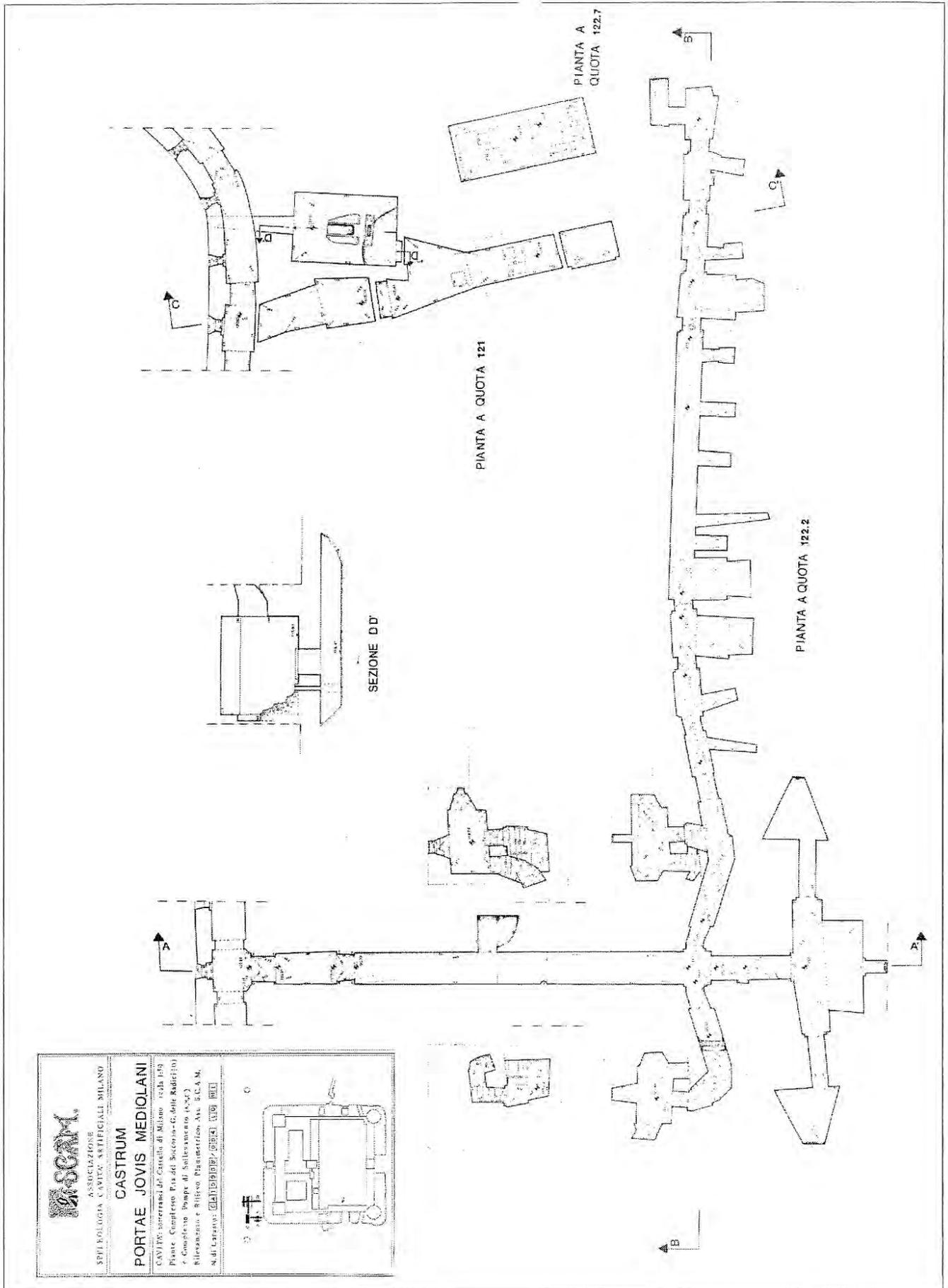
pp. 61-66.

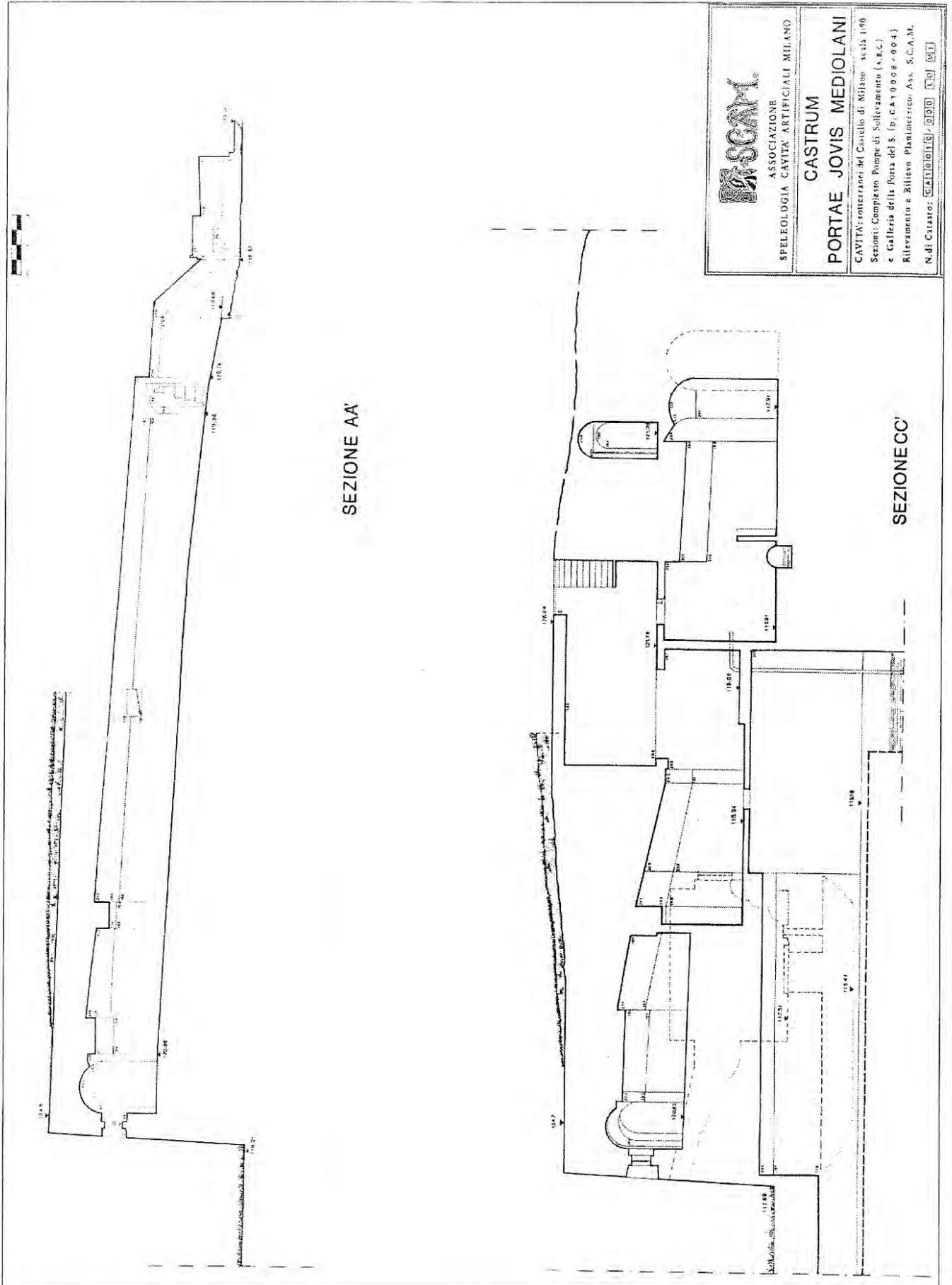
PADOVAN 1992 =
 G. Padovan, *Castrum Portae Jovis Mediolani*, Speleologia, Società Speleologica Italiana, n° 27, Milano 1992, pp. 61-64.

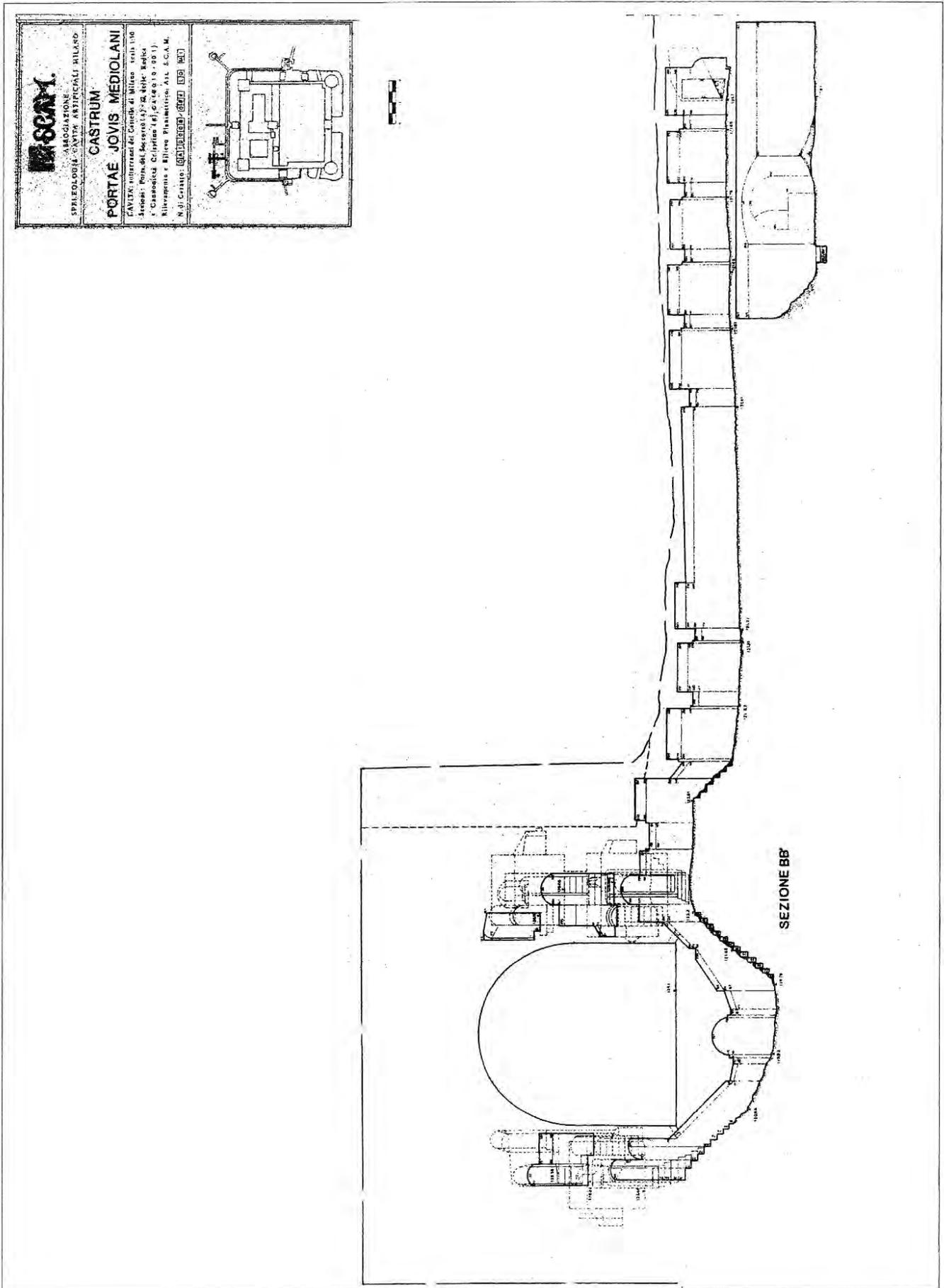
PADOVAN 1996 =
 G. Padovan, *La fortezza celata. I sotterranei del Castello Sforzesco di Milano*, Vigevano 1996.

ZANON 1996 =
 D. Zanon, *Le ricerche biospeleologiche nei sotterranei*, in *La fortezza Celata. I sotterranei del Castello Sforzesco di Milano*, Diakronia, Vigevano 1996, pp. 147-174.









A.I.S.A.
ASSOCIAZIONE
SPELEOLOGICA
SPELEOLOGIE CAVITÀ ARTIFICIALI MILANO

**CASTRUM
PORTAE JOVIS MEDIOLANI**

CAVITÀ: Interrotta del Circolo di Milano - scala 1:100
Scoperta: P. Rossi, M. Bignardi, G. Rossi, G. Rossi, G. Rossi
Cassonata: C. Rossi (1911-1912)
Rilievamento e Rilievo Planimetrico: A.I.S.A.M.
N. di Caviglioli: (1911-1912) (1913-1914)

XV° CONGRESSO LOMBARDO DI SPELEOLOGIA

Sant'Omobono Imagna-Terme 2 - 3 ottobre 1999

ARTIGIANLEGNO

