

# Geologia dell'Ambiente

Periodico trimestrale della SIGEA  
Società Italiana di Geologia Ambientale



Supplemento al n. 3/2017

ISSN 1591-5352

ATTI DEL CONVEGNO NAZIONALE

## TECNICA DI IDRAULICA ANTICA

A CURA DI  
ANTONELLO FIORE, GIUSEPPE GISOTTI,  
GIOACCHINO LENA E LUCIANO MASCIOTTO

ROMA, 18 NOVEMBRE 2016



# Progetto *Albanus*: indagini speleologiche per lo studio dell'emissario del lago Albano (Roma, Italia)

## Albanus Project: speleological investigations of the artificial drainage system (outlet) of the Albano Lake (Rome, Italy)

Parole chiave (*key words*): Cavit  artificiali (*artificial cavities*), emissari artificiali sotterranei (*artificial underground outlets*), Colli Albani (*Alban Hills*), lago Albano (*Alban Lake*)

CARLO GERMANI  
Egeria Centro Ricerche Sotterranee (Roma)  
Hypogea - Ricerca e Valorizzazione Cavit  Artificiali  
E-mail: carlo.germani@gmail.com

CARLA GALEAZZI  
Egeria Centro Ricerche Sotterranee (Roma)  
Hypogea - Ricerca e Valorizzazione Cavit  Artificiali

### INTRODUZIONE

La gestione dei laghi e delle zone umide pu  essere ottenuta utilizzando superfici artificiali o canali sotterranei (emissari) (Castellani, Dragoni, 1991, 1997; Dragoni, Cambi, 2015). Al momento   noto che, in Italia, ci sono non meno di ventuno antichi tunnel realizzati per questo scopo (Galeazzi *et al.*, 2012), che risalgono ai tempi dei romani o prima;   probabile che ve ne siano ancora molti da scoprire.

Tra i tunnel antichi pi  lunghi esistenti nell'area mediterranea ci sono due gallerie scavate per regolarizzare le variazioni di livello dei laghi di Albano e Nemi, situati pochi chilometri a sud di Roma, nell'area vulcanica dei Colli Albani. Il tunnel Albano   lungo circa 1450 metri, mentre il tunnel di Nemi   lungo circa 1600 m. I due emissari furono scavati tra il VI e il IV secolo a.C. per regolare il livello dei due specchi d'acqua che, privi di sbocchi naturali, erano soggetti a forti variazioni di livello. Contrariamente a quanto avvenuto per i bacini minori della stessa zona (Germani, Parise, 2009; Germani *et al.*, 2012), i laghi di Albano e Nemi non furono completamente prosciugati, sia in ragione della profondit  (170 m Albano e 33 m Nemi) sia per mantenere un'ampia conserva d'acqua con possibilit  di sfruttamento del rivo ottenuto per l'irrigazione. L'epoca di realizzazione, le difficolt  affrontate e risolte con mezzi limitati, la funzionalit  rimasta intatta sino a tempi recenti, collocano queste opere tra le pi  importanti del nostro passato. La struttura ha una straordinaria importanza archeologica, geologica e speleologica; ci  nonostante   ancora poco nota. Allo stesso tempo, va annoverata fra le grandi opere che testimoniano gli sforzi dall'uomo per gestire l'acqua e sviluppare l'agricoltura e le civilt  urbane.

### 1. L'EMISSARIO DEL LAGO ALBANO

La tradizione storica pone l'Emissario del Lago Albano tra le pi  antiche imprese romane sotterranee documentate, secondo solo alla Cloaca Massima. Secondo lo storico

Tito Livio (circa 60 a.C. - 17 d.C.) (V, 15) il tunnel fu scavato all'inizio del IV secolo a.C. dai romani durante la guerra contro Veio, citt  etrusca situata pochi chilometri a nord di Roma. La leggenda vuole che l'opera sia stata realizzata come conseguenza di un responso dell'oracolo di Delfi: "*Veio non sar  conquistata (dai Romani) finch  il lago Albano uscir  dalle sue rive*". Dell'evento parlano anche Dionigi d'Alicarnasso (I, 66) ed altri autori classici, riportando sostanzialmente la versione di Livio, alcuni facendo intendere la possibilit  che l'emissario sia pi  antico e che in epoca romana sia stato riutilizzato un tunnel crollato o dismesso in precedenza.

Molti secoli dopo, nel '700, Piranesi dedica all'emissario uno studio architettonico ricco di dettagli tecnici e bellissime tavole, contribuendo alla notorit  dell'opera. Della struttura di regolazione trattano anche vari autori moderni (p.es. Fea, 1820; Raggi, 1879) ma le descrizioni si limitano in genere alla sola struttura monumentale dell'Incile, ignorando il condotto sotterraneo o descrivendolo in modo errato (Raggi parla di 62 pozzi, assolutamente inesistenti). Nella seconda met  del secolo scorso, grazie ad una serie di esplorazioni condotte da speleologi, il tunnel sotterraneo viene parzialmente esplorato (Dolci, 1958; Chimenti e Consolini, 1958) ma bisogna attendere il 1978 per avere un rilievo completo (Cardinale, Castellani e Vignati, 1978), frutto di numerose e impegnative ricognizioni. In "Civilt  dell'acqua" (Castellani, 1999) viene fornita una descrizione completa del condotto e, parallelamente, vengono illustrate le tecniche di progettazione e di scavo (vedi anche Castellani e Dragoni, 1990; Bersani e Castellani, 2005). In "Oltre l'avventura", (Ferri Ricchi, 2001) si legge un appassionante resoconto delle esplorazioni speleologiche degli anni '60.

Il condotto ha funzionato presumibilmente in modo ininterrotto dall'antichit  fino ai nostri giorni. Negli anni '70 del secolo scorso l'acqua fluiva ancora dal lago nell'emissario rendendone impossibile la percorrenza interna se non

chiudendo le paratie ottocentesche di regolazione poste all'incile. I depositi di terra presenti alla base dei due pozzi utilizzati nella *coltellatio*, ostacolavano (ed ostacolano ancora) il deflusso dell'acqua facendo si che il cunicolo rimanesse in gran parte allagato anche con la paratia di regolazione completamente chiusa. Due occlusioni concrezionali rendevano inoltre la porzione centrale del condotto percorribile solo con tecniche subacquee.

Qualche decennio dopo, malgrado il livello del lago Albano si fosse abbassato ben sotto la soglia dell'Incile, una ulteriore frana nel pozzo pi  vicino allo sbocco, in localit  Le Mole di Castel Gandolfo, occludeva quasi del tutto il passaggio sotterraneo provocando il completo allagamento del canale e all'incile il rigurgito delle acque di stillicidio interne. (Caloi *et al.*, 2012). Nel 2009 la percorribilit  del condotto era limitata a pochi metri.

### 2. IL PROGETTO ALBANUS

Dal 2013, la Federazione Hypogea Ricerca e Valorizzazione Cavit  Artificiali<sup>1</sup> conduce uno studio sistematico dell'emissario Albano (Progetto *Albanus*), utilizzando tecniche all'avanguardia, con l'obiettivo di esplorare e documentare l'antico condotto, ottenere la sua topografia precisa ed esaminare le tecniche di scavo e le modalit  di realizzazione.

Lo studio   condotto in collaborazione con la Soprintendenza per i Beni Archeologici del Lazio, il Parco Regionale dei "Castelli Romani" e il comune di Castel Gandolfo, nell'ambito del quale ricade l'opera idraulica. Il progetto   dedicato alla memoria del professor Vittorio Castellani, eminente studioso e speleologo, membro del Centro Ricerche Sotterranee Egeria. Il Progetto *Albanus*, oltre a quanto

<sup>1</sup> Hypogea Ricerca e valorizzazione cavit  artificiali   la Federazione Speleologica del Lazio che comprende i gruppi A.S.S.O., EGERIA Centro Ricerche Sotterranee e Roma Sotterranea.

detto, ha lo scopo di salvare il significato di questa opera idraulica in termini di patrimonio culturale e geologico, anche tentando di ripristinare la sua funzione originaria.

Lo studio, che ha richiesto l'intervento di tecnici speleo-subacquei e attività di rilievo topografico in immersione da parte di tutti i ricercatori, è stato preceduto da esami chimici e batteriologici di campioni presi alle due estremità del tunnel, che hanno attestato la buona qualità dell'acqua e l'assenza di agenti patogeni.

L'esplorazione è iniziata nel 2013. Dall'ingresso a monte (Incile) il canale sotterraneo è stato trovato completamente inondato, tanto che gli speleo-subacquei sono entrati in gioco fin dall'inizio dello studio. Dopo tre tentativi di superare un passaggio molto stretto, a circa 36 metri dall'ingresso, è stato necessario sospendere i tentativi di esplorazione. In questo punto, infatti, la volta si abbassa fino a toccare l'acqua e le esplorazioni subacquee hanno mostrato che tra il fondo e la volta del tunnel ci sono circa 1,10 m di fango limoso-argilloso e solo 20 cm di acqua. In queste condizioni, per ragioni di sicurezza, era impossibile proseguire.

Le ricerche si sono spostate verso l'uscita del tunnel, in località Mole di Castel Gandolfo, dove è stato possibile accedere al canale sotterraneo attraverso uno stretto passaggio nel muro che chiude l'uscita in corrispondenza del lavatoio settecentesco. Questo primo tratto è risultato riempito con materiali vari, principalmente rifiuti provenienti da recenti lavori stradali. Nonostante la dimensione ristretta dell'ingresso e del successivo tratto di galleria, la maggior parte del riempimento è stato rimosso fino a consentire il passaggio sicuro degli speleologi che, tuttavia, si sono dovuti fermare di nuovo dopo 70 m, alla base del primo pozzo dove un cumulo di terra e materiali caduti dai campi sovrastanti (reti di plastica, rifiuti, radici) ha impedito ulteriori progressi.

Nella primavera del 2014 erano accessibili solo 36 metri dall'Incile e 70 metri dall'uscita mentre circa millequattrocento metri rimanevano ancora inesplorati.

Nell'estate del 2014 si è deciso di operare partendo dal primo pozzo. Qui parte dell'ostruzione è stata rimossa e il regolare deflusso dell'acqua ripristinato. Questa azione ha permesso di drenare parzialmente il canale e di abbassare il livello dell'acqua interna di 90 cm, rendendo possibile il passaggio. Gli speleologi e gli speleo-sub sono quindi riusciti a percorrere oltre 1020 m a fronte dei 1.450 complessivi, superando due sifoni in immersione. Le condizioni del canale sotterraneo nel tratto percorso appaiono perfette, anche se completamente allagato, con l'eccezione di alcune zone che mostrano allargamenti anomali dovuti a crolli verificati in epoche indeterminate, caratteristica già descritta dai primi esploratori alla fine del 1950.

Nel mese di settembre 2014, anche se il tunnel non è stato completamente esplorato, abbiamo iniziato il lavoro di documentazione e rilievo in dettaglio della struttura. L'acqua, estremamente chiara, in alcuni tratti è profonda oltre 2 m ed è molto fredda (circa 14°C) a causa della sostenuta percolazione. Le concrezioni di calcite presenti a partire da 500 metri dall'ingresso (le misure sono indicate a partire dalle Mole) rendono l'avanzamento attraverso il tunnel altamente suggestivo ma, al tempo stesso, ricoprono parzialmente la volta e le pareti, nascondendo forse pozzi o discenderie (cunicoli inclinati), non più visibili dall'esterno. Due imponenti colate concrezionali a 590 e 900 metri dall'ingresso chiudono completamente la galleria lasciando un passaggio solo sotto il livello dell'acqua (sifone). L'abbondanza di stalattiti, lame di calcite e "capelli d'angelo" è piuttosto insolito in una struttura vulcanica e sarà oggetto di analisi specifiche.

Nelle attuali condizioni, la massa di fango che inizia a 36 m dall'ingresso a monte e prosegue per circa 400 m è il principale ostacolo al completamento dell'esplorazione. Il fango non può essere rimosso manualmente, le operazioni dovranno rispettare le normative ambientali e di sicurezza e la sua rimozione richiede un intervento complesso e oneroso ancora da finanziare. Questa sarà la fase finale del Progetto *Albanus*, che renderà accessibile l'intero canale sotterraneo.

I prossimi passi del progetto prevedono il coinvolgimento di esperti in varie discipline e la creazione di un comitato scientifico internazionale che dovrebbe garantire la prosecuzione delle indagini tecniche e scientifiche nella zona, anche dopo la fine del Progetto *Albanus*.

### 3. ANALISI DEL CONDOTTO

#### 3.1 IL PROGETTO COMPLESSIVO

Il tunnel sotterraneo è lungo 1450 metri con una pendenza di circa l'1,4 per mille. La sezione varia da rettangolare a trapezoidale, probabilmente in funzione delle diverse modalità di scavo, ha larghezza variabile tra 90 e 130 cm e altezza 2-2,50 metri. Nel corso dei secoli frane e concrezioni hanno alterato questo profilo in alcuni punti.

L'opera è stata compiuta con la tecnica dello scavo a fronti contrapposti con l'impiego di più squadre che hanno effettuato lo scavo partendo dall'Incile, dalla base dei pozzi e dallo sbocco previsto.

All'Incile i lavori sono iniziati ad una quota più alta rispetto al livello massimo del lago e con una forte inclinazione sino al piano di scavo progettato, per evitare l'allagamento del condotto durante i lavori di realizzazione. A condotto completato, la soglia è stata abbassata consentendo alle acque del lago di fluire verso l'interno.

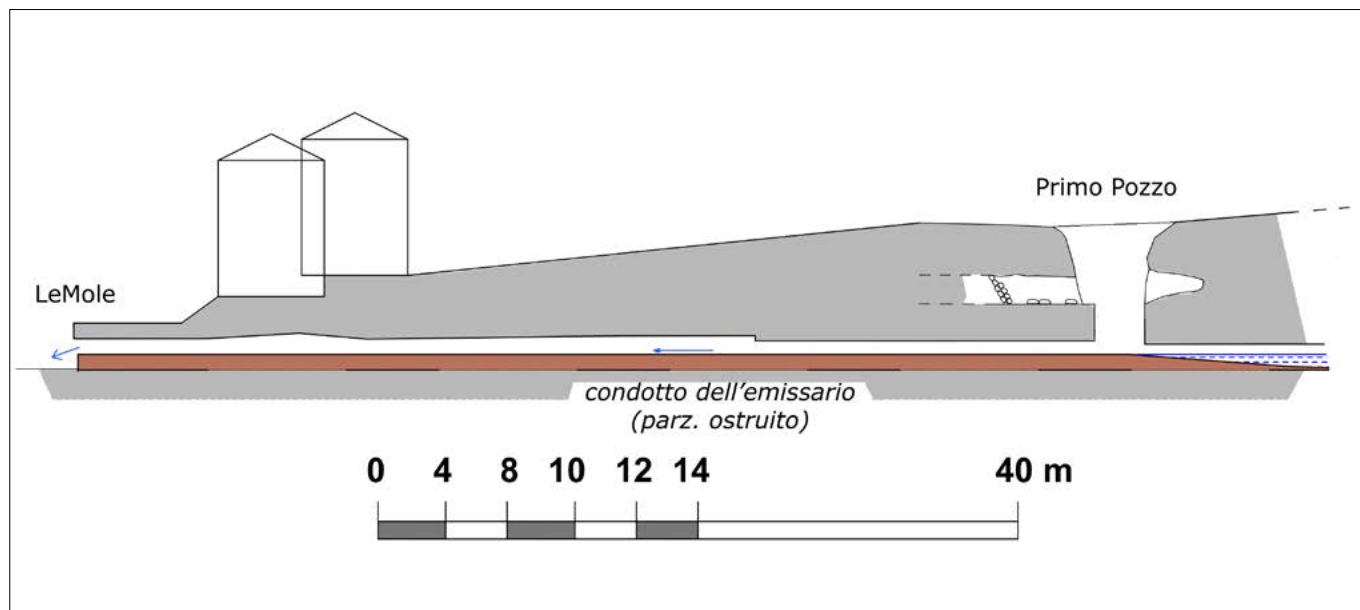


Figura 1 – Sezione del condotto tra l'uscita in loc. Le Mole e il primo pozzo (grafica C. Germani, rilievo Hypogea)



La progettazione venne certamente eseguita con il metodo della "coltellatio", comune nell'antichità, che fissa la quota dei due imbocchi e la direzione esterna che veniva riportata all'interno dello scavo tramite l'ausilio di pozzi aperti in prossimità delle uscite. Nel caso di Albano ne troviamo due presso lo sbocco a valle, il primo vicino all'uscita per una stima della direzione di scavo ed il secondo più interno per ridurre l'errore. Questo viene ulteriormente limitato grazie alle ondulazioni del cunicolo tra i due pozzi che permettono di vedere la luce dell'ingresso solo dal centro del condotto, aumentando la precisione nella direzione di scavo. Dal racconto degli esploratori degli anni '70, la luce dell'imbocco era sempre visibile fino alla prima ostruzione mentre oggi, a causa delle frane e della tamponatura muraria in Loc. Le Mole, la visuale si perde attorno ai 300 metri dall'ingresso.

### 3.2 I pozzi

I pozzi presentano dimensioni insolite, da noi mai precedentemente riscontrate in altre opere idrauliche antiche (Cappa, 2008): un metro di larghezza per quasi tre metri di lunghezza. L'analisi delle tracce di scavo sembra confermare che le dimensioni del pozzo fossero le stesse anche in origine.

Lo sviluppo inusuale lungo l'asse del condotto era probabilmente funzionale alle tecniche di scavo adottate, ai metodi di allineamento del cunicolo o alla necessità di avvicendamento veloce delle squadre di scavo.

Sul primo pozzo è visibile un secondo cunicolo scavato in epoca imprecisabile<sup>2</sup> poco sopra il tunnel (Fig. 1). Lo scavo, che immaginiamo piuttosto recente, ha contribuito all'instabilità della struttura e al parziale collasso del pozzo originario, con conseguente ostruzione del condotto. Non sono noti, allo stato dello studio, pozzi di allineamento sul lato a monte e dalle esplorazioni sin qui effettuate non vi è traccia di altri pozzi, spesso citati in letteratura, a partire dal Piranesi che li dava tuttavia per ipotetici.

### 3.3 LE CORNICI

Altra caratteristica è la presenza di "cornici", ovvero di variazioni della sezione del cunicolo dell'ordine di pochi centimetri a delinearne il contorno e visibili lungo tutto il condotto (Fig. 2). Già segnalate da Castellani (Castellani, Dragoni, 1991; Castellani, 1999), si ipotizzava che fossero servite a valutare

la velocità di progressione delle squadre al lavoro, ognuna delle quali lasciava una cornice come segnale di "fine turno". Le analisi attuali, da noi condotte in numerose strutture idrauliche del Lazio, ci portano a notare che le cornici si trovano quasi sempre su un solo lato del condotto e in corrispondenza di un cam-

sorta di "talpa meccanica" *ante litteram*. In questa ipotesi, le cornici sembrano più verosimilmente causate da leggeri cambiamenti di direzione dello scavo, quando tutto il macchinario veniva arretrato di qualche decina di cm e riallineato secondo la nuova direzione che doveva seguire il tunnel (Fig. 3). La cor-



Figura 2 – Le "cornici" presenti lungo il condotto (Foto V. Puggini)

bio di direzione, ovvero costantemente sul lato esterno della curva. Osservando la forma del condotto e le lunghe tracce di scavo visibili sulle pareti, come anche nell'emissario di Nemi (Castellani, Dragoni, op. cit.), si può ipotizzare l'utilizzo di un macchinario ligneo che supportava e indirizzava con maggior precisione lo scalpellamento manuale: una

nice si sarebbe così conservata solo sul lato esterno. Di questo ipotetico macchinario non esiste purtroppo nessuna descrizione nelle fonti antiche.

### 3.4 LO SCAVO

Anche lo scavo a fronti contrapposti è oggetto di riflessione alla luce delle risultan-

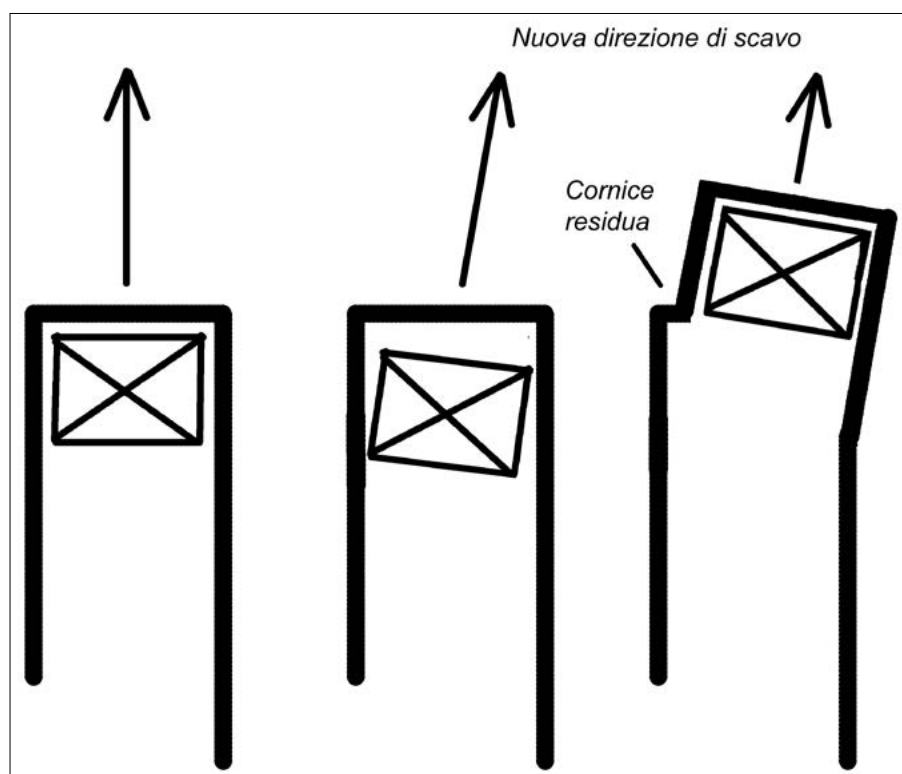


Figura 3 – Schema della possibile origine delle "cornici" (grafica © C. Germani)

<sup>2</sup> Lo stato di degrado di questa zona rende difficile l'interpretazione delle tracce, ma lo scavo del secondo cunicolo appare decisamente posteriore alla realizzazione nell'emissario e probabilmente correlato alla necessità di irrigare i campi di questa area. Nei disegni del Piranesi (1762) non c'è traccia di questa struttura.

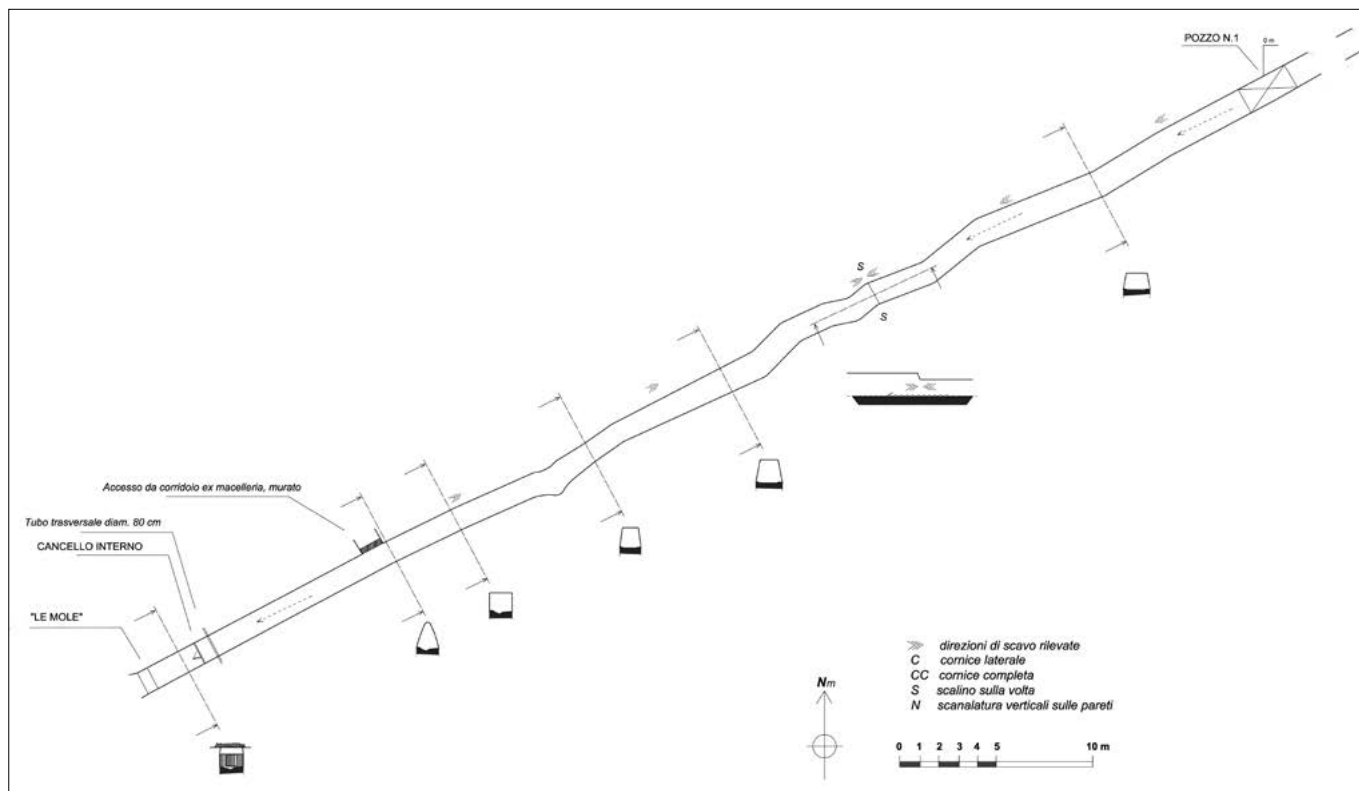


Figura 4 – Planimetria e sezioni del condotto tra l'uscita in loc. Le Mole e il primo pozzo (progressiva 70 m) (grafica © C. Germani, rilievo Hypogea)

ze esplorative. Allo stato delle conoscenze, il tratto tra Le Mole e il primo pozzo risulta chiaramente realizzato a fronti contrapposti (Fig. 4). Il resto del condotto, dal primo fino al secondo pozzo ed oltre, appare sempre scavato in direzione lago e, pur avendo esplorato più di 2/3 del percorso, non abbiamo trovato traccia del punto di incontro con le squadre provenienti dall'incile.

Il rilievo e l'osservazione delle tracce di scavo hanno però evidenziato alcune "ano-

malie": a) in prossimità del secondo pozzo dove, nell'ipotesi di uno scavo partito dalla base del primo pozzo sarebbe lecito attendersi variazioni di direzione o, sulle pareti, evidenze di aggiustamenti nello scavo, il condotto appare invece particolarmente regolare sia nella direzione che nella sezione (Fig. 5). In questo tratto la larghezza del cunicolo è di 100-120 cm, leggermente superiore a quella in corrispondenza del pozzo (90 cm), che viene perfettamente "centrato" dal fronte di scavo;

b) il fronte di scavo da valle non attraversa il pozzo, ma si interrompe dopo averlo raggiunto. Superato il pozzo in direzione lago, lo scavo riprende con larghezza 100-120 cm.; c) circa a metà strada tra i due pozzi, a 260 metri dal primo, si nota una decisa variazione della sezione di scavo che passa da trapezoidale a rettangolare. Si nota anche un modesto gradino sulla volta.

Quanto esposto evidenzia anzitutto l'estrema precisione della tecnica di scavo

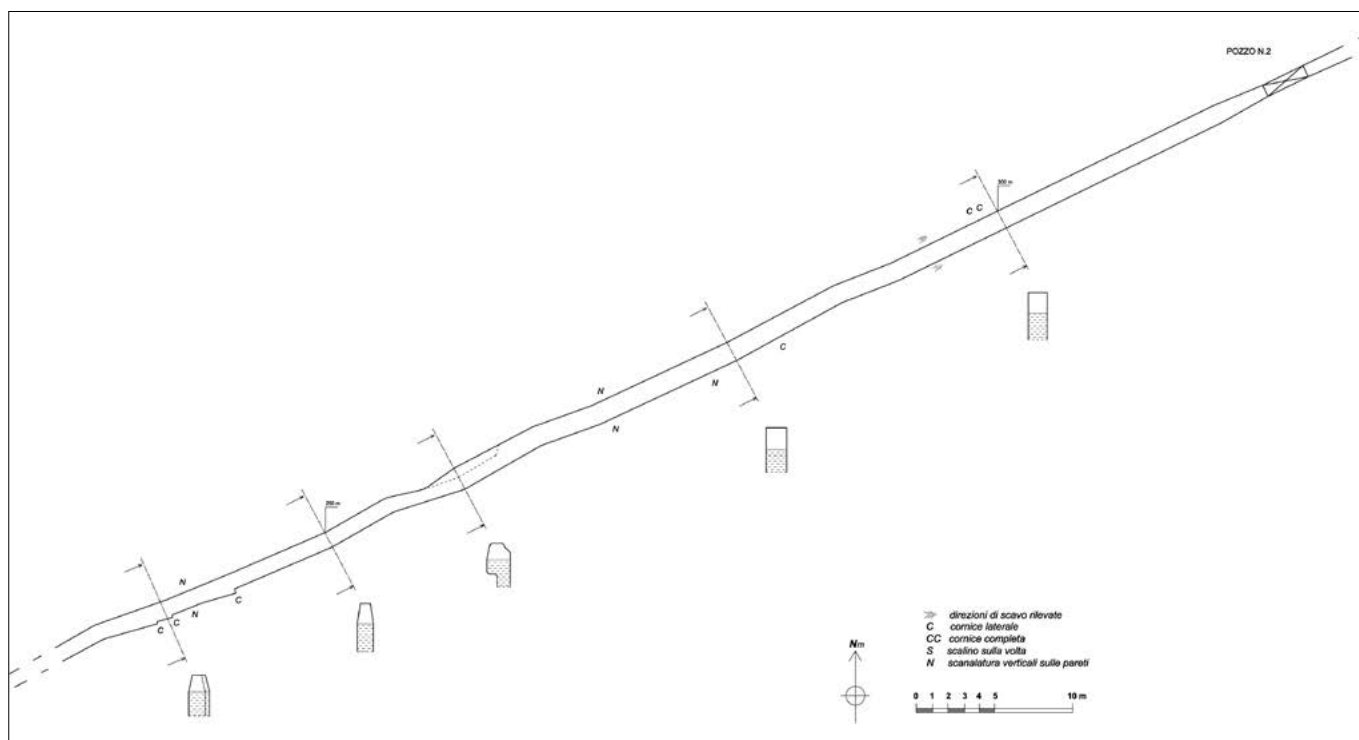


Figura 5 – Planimetria e sezioni del condotto tra la progressiva 260 m e il secondo pozzo (progressiva 380 m) (grafica © C. Germani, rilievo Hypogea)

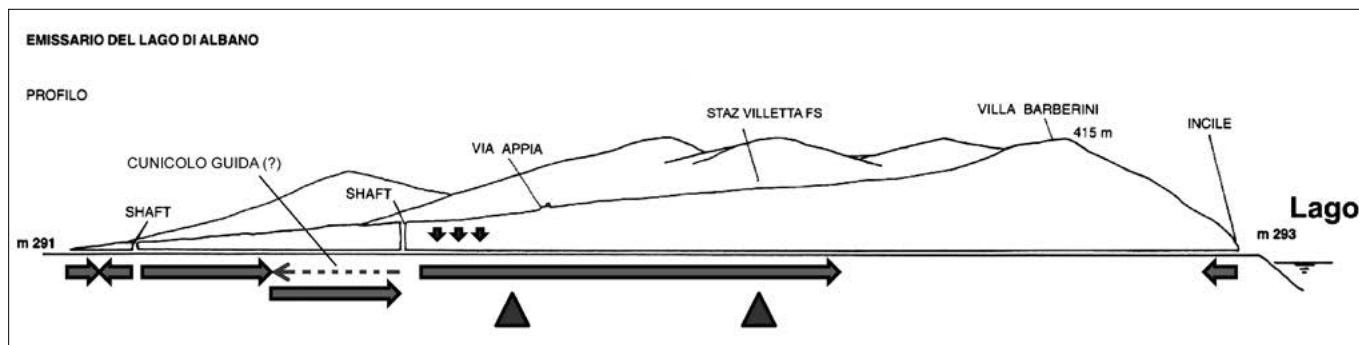


Figura 6 - Schema della possibile successione delle operazioni di scavo. I triangoli in basso indicano le due imponenti colate calcifiche che ostruiscono il condotto (grafica © C. Germani)

adottata, che ha consentito di raccordare il condotto al secondo pozzo con un errore di poche decine di cm. Inoltre, come era lecito attendersi, un fronte di scavo è sicuramente partito dal secondo pozzo. Difficile invece dare una spiegazione al cambio della sezione di scavo riscontrato a 260 metri dal primo pozzo. A partire da quel punto, inoltre, la galleria appare più larga, con meno ondulazioni del tratto precedente. Non essendoci notizie storiche dettagliate possiamo solo formulare alcune ipotesi:

- 1) a 260 metri i progettisti hanno ritenuto di aver raggiunto una sufficiente precisione nella direzione da tenere nello scavo ed hanno adottato un metodo diverso, più efficiente o più rapido;
- 2) è possibile che lo scavo tra il primo e il secondo pozzo sia stato condotto a fronti contrapposti realizzando prima una sorta di cunicolo-guida che è stato in un secondo momento ripercorso dalle squadre di scavo e portato alle dimensioni attuali.

Lo schema complessivo potrebbe dunque essere, in definitiva, quello di Fig. 6 nel quale gran parte dello scavo ed il lavoro di allineamento è stato condotto a partire dalle Mole mentre le squadre all'incile (i versi di scavo

da questo lato vanno dal lago verso l'interno del monte) si sono concentrate soprattutto sulle delicate procedure di abbassamento della soglia e della conseguente messa in opera dell'emissario.

### 3.5 LE SCANALATURE VERTICALI

Lungo l'asse sotterraneo si notano alcune grandi scanalature verticali sulle pareti (N-N nel rilievo) apparentemente guide per inserire delle assi o tavole trasversali al cunicolo e presenti a partire da circa 200 m dall'ingresso e cadenzate di un centinaio di metri. Le scanalature sono sempre seguite, in direzione lago, da una serie di ondeggiamenti del condotto in tutto simili a quelli riscontrati vicino all'ingresso e presumibilmente usati per migliorare l'allineamento dello scavo.

È possibile che tali incavi siano stati utilizzati per riportare la corretta direzione di scavo quando la luce proveniente dall'accesso non era ancora disponibile (fronti di scavo non ancora congiunti) o era troppo lontana per essere efficacemente utilizzata dagli scavatori. Un'asse lignea trasversale poteva ospitare dei traguardi ottici o una lampada da utilizzare al posto della luce proveniente dall'esterno.

## 4. GLI AMBIENTI MONUMENTALI

L'emissario, oltre ad essere formato dalla lunga galleria sotterranea rettilinea, presentava due ambienti monumentali, realizzati in opera quadrata, siti rispettivamente all'incile ed allo sbocco (Galeazzi *et al.*, 2015). Il primo è ancora magnificamente visibile mentre del secondo non rimane più traccia.

Nell'ambito del Progetto *Albanus* sono state effettuate misurazioni accurate e di dettaglio anche nella porzione monumentale dell'incile (Figg. 7 e 8). Questo è suddiviso in due spazi: il primo è un piccolo vano rettangolare che costituisce la "camera dei filtri" composta da due pareti filtranti atte a bloccare eventuali ostacoli galleggianti trasportati dalle acque nell'emissario. Il secondo è un vasto ambiente quadrangolare scoperto, la "camera di manovra". Questa è caratterizzata ancora oggi da una moderna paratia metallica per la regolazione del flusso e, sulla parete di fondo, da un monumentale arco a tutto sesto disposto a "protezione" dell'ingresso del cunicolo. L'imponenza della struttura, alta oltre 8 metri e larga 6, ricorda un arco trionfale e la parete opposta, originariamente più bassa, in antico permetteva di scorgere la grande arcata dall'esterno.

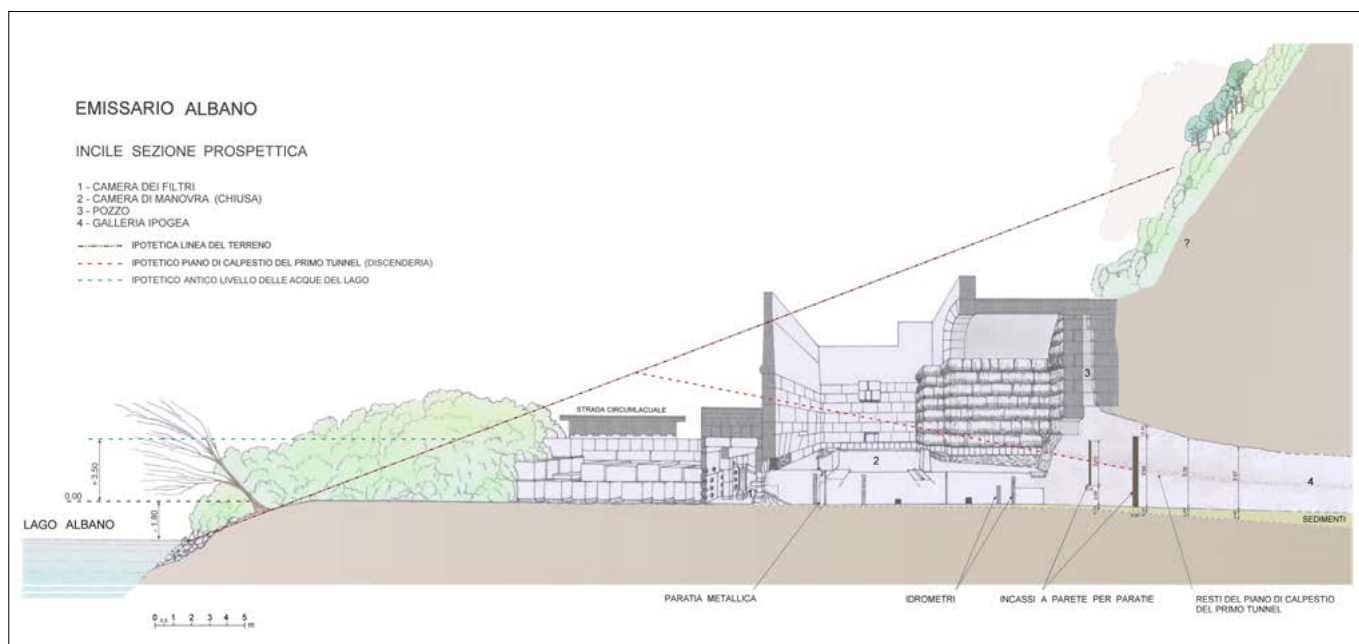


Figura 7 - Sezione prospettica dell'incile (rilievo e grafica © L. Casciotti)



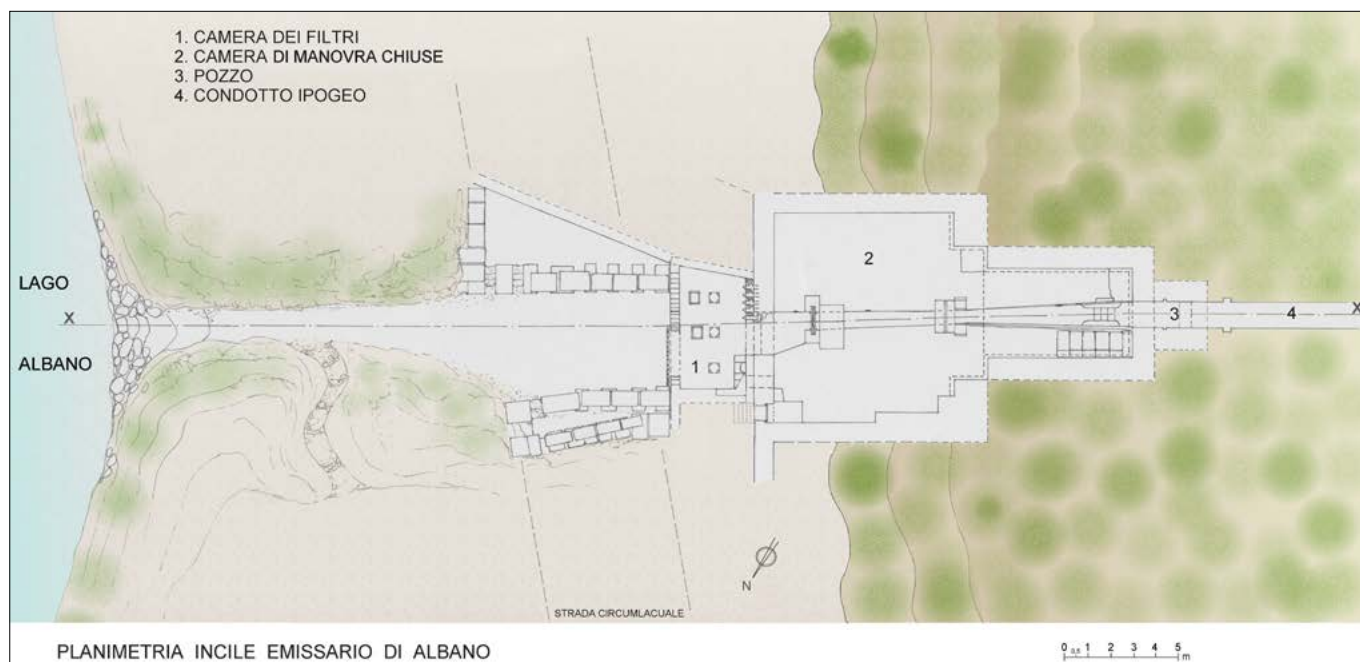


Figura 8 – Planimetria dell'Incile (rilievo e grafica © L. Casciotti)

Nel XVI o XVII secolo furono intrapresi dei nuovi interventi edilizi visibili nei disegni del Piranesi, tra i quali la sopraelevazione della muratura del recinto. In periodo successivo un analogo intervento di consolidamento fu eseguito nel vicino muro perimetrale.

Simile importanza doveva avere il grande ambiente oltre lo sbocco, in località Le Mole, oggi scomparso. Era ubicato sotto l'alta torre medievale della Mola, edificata sul suo estradosso e ben documentato nelle illustrazioni dell'emissario Albano eseguite dal Piranesi nel 1762 e pubblicate nel 1764. Il singolare vano, caratterizzato da una forma trapezoidale allungata, era coperto da una volta a botte a tutto sesto che nel progredire si alza e si allarga in una sorta di "galleria a cannocchiale".

I rilievi del Piranesi, volutamente esagerati nelle dimensioni allo scopo di accentuare la monumentalità, mostrano l'interno utilizzato come concia di pelli e occupato da numerose vasche di bagno e macerazione. Sono evidenti nella zona d'uscita della galleria cinque canaletti idrici uguali, incassati al livello del pavimento, e le loro connesse canalizzazioni, disposte secondo uno schematico andamento a delta. "La farai defluire... dividendola in ruscelli..." (Livio, V, 16). Si trattava forse di un *castellum aquae*?

## CONCLUSIONI

L'emissario Albano rappresenta una delle opere idrauliche più note dell'antichità e, contemporaneamente, la meno conosciuta e studiata al presente. Le esplorazioni condotte da Hypogea nell'ambito del Progetto *Albanus* hanno consentito di rivisitare e incrementare le conoscenze acquisite nel corso delle esplorazioni condotte nella seconda metà del '900, affinandole e definendole in modo più puntuale.

## BIBLIOGRAFIA

- BERSANI P., CASTELLANI V. (2005) *Considerations on water flow regulation in ancient times in the Alban Hills. Considerazioni sulla regolazione delle acque in epoca antica nell'area dei Colli Albani*, T&A Gennaio/Marzo 2005.
- CALOI V., CAPPÀ G., CASTELLANI V. (1994) *Antichi emissari nei Colli Albani*, Atti XVII Congresso Naz. di Speleologia, Castelnuovo Garfagnana, 1994, pp. 299-307.
- CALOI V., GALEAZZI C., GERMANI C. (2012) *Gli emissari maggiori dei Colli Albani*, in Opera Ipogea 1-2012, pp. 29-40.
- CAPPÀ G. (2008) *I pozzi collegati ai condotti sotterranei degli acquedotti antichi*, in Atti VI Conv. Naz. Speleologia in Cavità Artificiali, Napoli 30/5-2/6/2008, Opera Ipogea 1-2 2008, pp. 47-52.
- CARDINALE M., CASTELLANI V., VIGNATI A. (1978) *L'emissario del Lago di Albano, 2000 anni dopo*, Quaderni Museo Speleologico "V. Rivera", IV, pp. 17-30.
- CASTELLANI V. (1999) *Civiltà dell'acqua*, Editorial Service System, Roma.
- CASTELLANI, V., DRAGONI, W. (1990) *Contribution to the history of underground structures: ancient Roman tunnels in central Italy*, Proceedings of Intern. Simp. on Unique Underground Structures, Denver (Colorado-USA; June 12-5, 1990).
- CASTELLANI V., DRAGONI W. (1991) *Opere arcaiche per il controllo del territorio: gli emissari sotterranei artificiali dei laghi albani*, in *Gli Etruschi maestri di idraulica*, Ed. Electa, Perugia.
- CASTELLANI, V., DRAGONI, W. (1991) *Italian tunnels in antiquity*, Tunnels and Tunnelling, vol. 23 pp. 55-58.
- CASTELLANI, V., DRAGONI, W. (1997) *Ancient tunnels: from Roman outlets back to early Greek civilization*, XII Int. Congress of Speleology, La Chaux-de-Fonds (Switzerland), vol. 3, p. 269.
- CASTELLANI V., DRAGONI W. (2003) *Gli Emissari dei Laghi Albani. Aggiornamenti e prospettive*, in Lazio e Sabina vol. II a cura di Giuseppina Ghini, Lavori e Studi della Soprintendenza per i Beni Archeologici del Lazio, De Luca Editori d'Arte, pp. 215-220.
- CHIMENTI M., CONSOLINI F. (1958) *Relazione tecnica sull'esplorazione dell'emissario del lago di Albano*, in Not. Circ. Spel. Rom. Anno VIII, n. 1, p. 20.
- CASTELLANI V., CALOI V., DOBOSZ T., GALEAZZI C., GALEAZZI S., GERMANI G. (2003) *L'emissario del Lago di Nemi indagine topografico-strutturale*, in Opera Ipogea 2/3-2003, Società Speleologica Italiana.
- DOLCI M. (1958) *Esplorazioni dell'emissario del lago di Albano in comune di Castel Gandolfo*, in Not. Circ. Spel. Rom. Anno VIII, n. 1, pp. 17-19.
- DRAGONI W., CAMBI C. (2015) *Hydraulic Structures in Ancient Rome*, 42<sup>nd</sup> IAH Congress: Hydrogeology back to future, Rome, Italy 13<sup>th</sup> - 18<sup>th</sup> September 2015. MT1 Field Trip Guide, Sept. 16<sup>th</sup>, pp. 15.
- FEA C. (1820) *Lettera a S. Ecc. Rma Monsig. Frosini, Maggiordono di S.S., e Prefetto de' Sacri Palazzi, relativa a Castel Gandolfo, e suoi contorni (19 Luglio 1818)* in *Varietà di notizie economiche, fisiche, antiquarie sopra Castel Gandolfo, Albano, Ariccia, Nemi, loro laghi ed emissari*, Ed. F. Bourlié, pp. 1-12.
- FERRI RICCHI L. (2001) *Oltre l'avventura*, Ed. Ireco.
- GALEAZZI, C., GERMANI, C., PARISE, M. (2012) *Gli antichi emissari artificiali dei bacini endoreici*, Opera Ipogea 1-2012, pp. 3-10.
- GALEAZZI C., GERMANI C., CASCIOTTI L. (2015) *The drainage tunnel of Lake Albano (Rome, Italy) and the 3-years study program "Project Albanus": a progress report*, Hypogea 2015 - Proc. of International Congress of Speleology in Artificial Cavities - Rome, March 11/17 2015, pp. 178-191.
- GERMANI, C., PARISE, M. (2009) *Interventi antropici nel bacino idrografico del Fiume Tevere: gli antichi emissari sotterranei*, Atti Convegno "Il Bacino del Tevere", Accademia Nazionale dei Lincei, Roma.
- GERMANI C., GALEAZZI C., CALOI V., DOBOSZ T. (2012) *Gli emissari minori dell'edificio vulcanico Albano: laghetto di Monte Compatri, Pantano Secco, Pavona, Giulianello*, in Opera Ipogea 1-2012, pp. 29-40.
- RAGGI O. (1879) *I Colli Albani e Tuscolani*, Ristampa Anastatica Arnaldo Forni Editore, 2005.