



Consiglio Nazionale  
delle Ricerche



Società Italiana di Geologia Ambientale

# TECNICA DI IDRAULICA ANTICA



18 NOVEMBRE 2016

SALA CONVEGNI CNR - PIAZZALE ALDO MORO, 7 - ROMA

## ABSTRACT BOOK

CON IL PATROCINIO DI



MINISTERO  
PER I BENI E  
LE ATTIVITÀ  
CULTURALI



Autorità di Bacino  
del Fiume Tevere



## INDICE

### Relazioni ad invito

BENEDINI M. - L'idraulica come scienza ed esperienza di vita .....	pag. 1
BOTTAZZI G., LABATE D. - Bonifiche idrauliche e centuriazione nel Modenese in età romana .....	pag. 3
CREMASCHI M. - Gestione delle acque nell'età del Bronzo della pianura padana, il caso della Terramara di Santa Rosa .....	pag. 4
CREMONINI S., MATTIOLI S. - Geomorfologia e poleogenesi nella <i>VIII Regio augustea</i> . Considerazioni sui siti urbani d'età antica .....	pag. 5
LOMBARDI L., SANTUCCI E., LEONI B. - Distribuzione dell'acqua nella città di Roma .....	pag. 6

### Contributi

AGOSTINO R., GRILLO E. - La cisterna sotterranea e il sistema idraulico della Villa del Naniglio di Gioiosa Jonica (RC) .....	pag. 7
ARGENTIERO I., FIDELIBUS M., PARISI A., PARISI M., PELLICANI R., SPILOTRO G. - L'acqua, le tecniche di captazione e gli insediamenti umani sul bordo occidentale dell'Altopiano Murgiano (Sud Italia) .....	pag. 8
BELLELLI V., DRAGONI W., PIRO S. - Idraulica etrusca: infrastrutture idriche a Cerveteri e territorio .....	pag. 11
BIXIO A., BIXIO R., DE PASCALE A., MAIFREDI A., TRAVERSO M. - I cunicoli-cisterna di <i>Göreme</i> in Cappadocia (Turchia centrale) .....	pag. 12
BIXIO R., PARISE M., YAMAC A. - Idraulica rupestre in Turchia .....	pag. 13
BRANDO M., CARRERA F. - Roma Piazza Cavour: gli <i>Horti Domitiae</i> . Sistemazioni idrauliche in un <i>hortus</i> imperiale nell' <i>Ager Vaticanus</i> fra la fine del I sec. d.C. e l'età severiana .....	pag. 14
CANNELLA C., MANITTA C., NICITA C., ORIFICI M., PINTO VRACA M., POLLINA G., SAPIENZA S., TRECARICHI V. - Cunicoli drenanti nel territorio messinese - Dalle tecniche costruttive alla fruizione naturalistica .....	pag. 15
CAVIGLIA C., DESTEFANIS E., MASCIOTTO L. - L'acquedotto romano e la piscina romana di Acqui Terme (AL) come testimonianze di tecniche idrauliche avanzate dell'antichità .....	pag. 15
CESARI G. - L'estrazione dell'oro in Spagna durante l'impero romano: tecniche idrauliche e paesaggio .....	pag. 17
CIFARELLI F.M., COLAIACOMO F., KAY S.J., SMITH C.J., CECCARELLI L., PANZIERI C. - Alle origini delle signina opera: la grande vasca di Prato Felici dagli scavi del <i>Segni Project</i> .....	pag. 18
DEMARIA D. - Acqua, roccia e paesaggio: come è stato progettato l'acquedotto romano di Bologna .....	pag. 19
DESTEFANIS E., CAVIGLIA C., MASCIOTTO L. - Gli acquedotti romani in Piemonte e Valle d'Aosta .....	pag. 21

FADDA M.A. – Nei santuari nuragici dedicati al culto dell’acqua la metallurgia genera scambi commerciali ed evoluzione tecnologica .....	pag. 22
FELICI M. L. – La sistemazione idraulica nella reggia di Versailles.....	pag. 23
FELLUCA E., GERMANI C. – <i>Aqua Traiana</i> e <i>Aqua Paula</i> le sorgenti.....	pag. 26
FERRARO G. ,IANNELLI M.T., ROTELLA A.M. – Regimentazione idraulica ad Hipponion/Vibo Valentia .....	pag. 27
FILETICI M.G., FORTINI P., ROCCELLA V., SANTINI E. – Il collettore fognario posto sotto la Via Sacra nel Foro Romano .....	pag. 29
FRONTORI I. – Il controllo e la gestione dell’acqua a Mediolanum .....	pag. 31
GALEAZZI C., GERMANI C., PARISE M. – La Carta degli Antichi Acquedotti: un progetto della Commissione Nazionale Cavità Artificiali della Società Speleologica Italiana .....	pag. 32
GAUTIER DI CONFIEGO E. – Macchine idrauliche per macinare il grano e per servizi industriali .....	pag. 34
GENNARI E., PACITTI P. – L’acquedotto romano di Pesaro – Novilara. Conoscere, tutelare e valorizzare .....	pag. 35
GENTILE G.C. – Studio sull’Acquedotto Masseria San Pietro sul Mar Piccolo a Taranto.....	pag. 37
GERMANI C., GALEAZZI C., MAZZOLI M. – Progetto <i>Albanus</i> : analisi strutturale e delle tecniche di realizzazione dell’emissario del lago Albano (Roma, Italia) .....	pag. 38
GIANNITRAPANI C.A. – La <i>piscina limaria</i> dell’acquedotto Vergine .....	pag. 39
GRANO M.C., LAZZARI M. – Costruzione e manutenzione di mulini a ruota orizzontale e di gualchiere nella Basilicata del XIX secolo .....	pag. 40
GUADO G. – Il cisternone romano di Formia e l’ingegneria idraulica romana .....	pag. 41
GUGLIELMI P., BENTIVENGA M. – Utilizzo dell’energia dell’acqua: i mulini ad acqua di Tramutola – Basilicata .....	pag. 43
KOEHLER J. – Acqua Alessandrina .....	pag. 45
MANZO P. – <i>Aquam haurire. putealia</i> e sistemi di attingimento dell’acqua in epoca antica	pag. 46
MARTORANO F. – Captazione delle acque, approvvigionamento e distribuzione a Reggio e Locri in età greca e romana .....	pag. 47
MASULLO C., DI MICOLI M. – Vasche di dissabbiaggio e laminazione borboniche delle pendici vesuviane .....	pag. 48
MONTELEONE M.C. – Regolazione delle portate e gestione della rete idraulica nel mondo romano: tre livelli di regolazione per un funzionamento semplice e ottimale .....	pag. 50
ORLANDI G., MAZZEI M., CICCIOI P., DI SALVO C. BANGRAZI A. – Alla Scoperta dell’ingegneria idraulica romana del II sec.a.C. – I PRATA di Corchiano (VT) lungo il fosso di Fustignano .....	pag. 51
PADERNI S. – Aspetti e problemi tecnico-idraulici dell’acquedotto romano di Termini Imerese: i sifoni Barratina e Tre Pietre .....	pag. 53
PARISE M. – Un esempio di opere di idraulica in ambiente carsico: “pozzi” e “pozzelle” del territorio pugliese .....	pag. 55
PARISE M., SANNICOLA G., SANTARCANGELO S., VIVA M. – Nuovi dati su opere idrauliche nel territorio tarantino .....	pag. 56

PELLANDRA D.I. – Impianti idrici in alcune ville rustiche, recentemente indagate, del suburbio romano (ROMA – ITALIA) .....	pag. 57
PICA R., MINOPOLI C., TROCCIOLA A. – I Regi Lagni: da opera di bonifica rurale a network fognario .....	pag. 58
PRIORE A., TARLANO F. – Sistemi di approvvigionamento idrico nella città romana di <i>Grumentum</i> e nel suo territorio .....	pag. 59
ROSA C., PANNUZI S. – Drenaggi e problematiche idrauliche nel suburbio ostiense .....	pag. 60
SCHIFI L., RICCI M.C. – Roma (XIV° Municipio, ex XIX°). Località Quartaccio di Torrevecchia. Via Valle dei Fontanili. Cisterne monumentali .....	pag. 61
SÜRMEHİHİNDİ G., PASSCHIER C. – Carbonate deposits in ancient water structures – a natural archive .....	pag. 62
TELLA F. – Un acquedotto della prima età imperiale nei pressi del Casale di Malafede ...	pag. 64
TODARO P. – Il “progetto Foggara”: progetto di studi e ricerche per la riabilitazione dei sistemi idraulici sotterranei nel <i>Sahara</i> algerino, regione del <i>Touat</i> e <i>Gourara</i> .....	pag. 65
TOMEO P. – Tecnica idraulica. area di Venafro (Isernia) .....	pag. 67
TORRE R., VALCHERA A. – L'acquedotto di Betilieno Varo ad Alatri (Frosinone): nuovi dati sulle sorgenti, sul percorso a pelo libero e sul sifone .....	pag. 68
VIVALDA P.M., SORIANO F., NANNI L., FRONZI D. – Le antiche fonti dei corpi arenacei plio-pleistocenici dell'anconetano: valenza di un tempo e stato attuale .....	pag. 69

Marcello BENEDINI

Associazione Idrotecnica Italiana

Abstract

Parlare di storia dell'Idraulica per una persona che ha dedicato la propria vita all'Idraulica (intesa nella sua più vasta accezione, cioè come scienza che si occupa dei problemi dell'acqua, soprattutto da un punto di vista ingegneristico) non è cosa che possa risolversi tanto facilmente. Una risposta approfondita significherebbe ripercorrere un lunghissimo cammino, che a sua volta, richiederebbe un testo voluminoso. Più significativo può essere un esame della situazione attuale, in relazione anche ai recenti eventi che interessano il nostro Paese. Negli ultimi decenni abbiamo infatti assistito a notevoli innovazioni, sia che si voglia considerare l'aspetto teorico, sia che si voglia fare riferimento a concrete applicazioni.

L'idraulica rimane comunque una disciplina applicativa, alla quale non si chiede di arricchire le conoscenze umane, come avviene invece per altre discipline che producono "una scoperta", introducendo nuovi spazi conoscitivi. Ad essa si chiede di applicare a specifici casi e di adattare conoscenze già acquisite in altri campi, al fine di migliorare il rapporto che essa mantiene con la natura e con ciò che l'uomo è in grado di realizzare per utilizzare, controllare e proteggere l'acqua, suo elemento fondamentale. All'idraulica fanno inoltre capo numerosi capitoli, che si tende a trattare in maniera separata ed autonoma, ma che alla fine non possono non essere considerati che facce particolari di una medesima realtà. È anche emersa un'opinione secondo la quale per il grande sviluppo che tali discipline autonome hanno raggiunto negli ultimi decenni non ci sarebbe più necessità di avere una disciplina onnicomprensiva, che si presenterebbe sempre più come un sommario, necessariamente superficiale, di quanto le singole materie sono invece in grado di trattare.

Diversa è invece la situazione delle applicazioni pratiche dell'idraulica, per le quali bisogna innanzitutto tenere in debito conto gli aspetti che caratterizzano il momento attuale. È infatti passata l'epoca dei capolavori di ingegneria della prima metà del secolo scorso, quando nel nostro Paese fiorivano opere come i complessi impianti idroelettrici con le grandi dighe, oppure le estese opere di bonifica ed irrigazione, oppure ancora i sistemi acquedottistici in grado di alimentare intere regioni. Al momento attuale l'attenzione si è spostata su tutto ciò che ha attinenza con la protezione dell'ambiente e del territorio, e si assiste pertanto al sorgere di opere legate alle fognature ed alla depurazione dei liquami domestici ed industriali, nonché ad opere destinate al controllo degli eventi di piena. Purtroppo anche al ripristino di manufatti danneggiati dalle inondazioni, attività che richiama spesso una

responsabilità di coloro che non hanno saputo prevedere la possibilità che tali eventi potrebbero realmente verificarsi. In merito a questa responsabilità si assiste ora, in seguito al ripetersi di eventi gravi e luttuosi, al fatto che i mezzi di informazione e gran parte dell'opinione pubblica esprimono una vera e propria condanna nei confronti di coloro che hanno realizzato interventi recenti nei fiumi, torrenti e corpi idrici in genere, e quindi si tende a colpire indirettamente tutta l'idraulica italiana, fatto che si rivela poi ingiusto ed errato, poiché, ad un'approfondita disamina, si scopre poi che nelle fase progettuale e nella realizzazione sono stati ignorati proprio i principi fondamentali dell'idraulica.

Gianluca BOTTAZZI, Donato LABATE

Soprintendenza archeologica dell'Emilia Romagna

Abstract

Tra le opere idrauliche di età romana sono ben noti gli acquedotti, i canali artificiali, le reti fognarie urbane e le sistemazioni portuali. La rete infrastrutturale più imponente ed estesa è però costituita dai reticoli centuriali che da 2000 e più anni operano la gestione idraulica (bonifica e irrigazione) e l'organizzazione territoriale della pianura padano-veneta. Un caso esemplare è costituito dal Modenese, ove su ampi settori del territorio è ben conservato l'impianto della centuriazione. Si riconoscono due orientamenti entrambi prossimi ai 23 gradi E: quello centro-occidentale da riferire alla deduzione nel 183 a.C. della colonia di Mutina, quello orientale in relazione con la deduzione nel 189 a.C. di Bononia. Nelle campagne modenesi è presente una scacchiera di strade e canali che ripercorrono il tracciato della centuriazione, tracciato che è testimoniato, diversamente da quanto avviene altrove, non solo dalle persistenze ma anche da numerosissime evidenze archeologiche che hanno messo in luce e accertato tratti di vie in ghiaia e/o laterizi e in terra battuta fiancheggiate da canali di scolo. Le vie centuriali (cardini e decumani) risultano in scavo spesso delimitate da modeste scoline ma anche da canali e fossati larghi in media 2 m (con un massimo di 3 m, pari a 10 piedi romani) e profondi fino ad un massimo di circa 2 m (7 piedi). Un canale di maggiori dimensioni è quello attestato a lato del proposto cardine massimo, canale ampio 22 piedi (6,6 m) con una profondità di circa 10 piedi. Si è notato che i canali delimitavano lateralmente i cardini (che seguono la pendenza media del terreno) non sempre sono uguali: i canali ad ovest dei cardini sono frequentemente più ampi e più profondi di quelli posti sul lato orientale. In un caso per un decumano (trasversale alla pendenza) il canale a sud risulta leggermente più ampio di quello a nord. Il motivo è da ricercare nella pendenza del terreno: i canali a ovest dei cardini e quelli a sud dei decumani favoriscono un migliore deflusso delle acque di superficie. Anche la via Emilia, realizzata nel 187 a.C., da Marco Emilio Lepido e quindi alcuni anni prima della deduzione dei coloni, era fiancheggiata da canali larghi circa 4 m, ove possibile verosimilmente utilizzati anche per il trasporto su piccole chiatte della ghiaia per la realizzazione della massicciata stradale. Questa estesa rete di bonifica idraulica ancora in uso dopo 2200 anni testimonia l'alto livello d'ingegneria idraulica raggiunta dai Romani. Lo sviluppo lineare dei canali lungo gli assi centuriali della pianura modenese può essere calcolato in 4900 km su un'area di 842 kmq.

## GESTIONE DELLE ACQUE NELL'ETÀ DEL BRONZO DELLA PIANURA PADANA, IL CASO DELLA TERRAMARA DI SANTA ROSA.

Mauro CREMASCHI

Dipartimento di Scienze della Terra "A. Desio" – Università di Milano

Abstract

Le Terramare sono i resti archeologici di villaggi nella pianura padana centrale che risalgono alla media – recente età del Bronzo, ca. 1550 – 1150 cal a.C. Già le ricerche del XIX secolo avevano messo in evidenza il particolare rapporto che intercorreva fra questi siti e la rete fluviale, poiché venne fin da allora accertato che il fossato che li circondava era alimentato da un canale dedotto da un vicino corso d'acqua. Nel quadro della ripresa degli studi terramaricoli, gli scavi della Terramara di Santa Rosa, in corso da più di trent'anni, si sono concentrati sui fossati, canalette e pozzi che risultano circondare il villaggio, al margine dell'abitato, mettendoli in luce per ampio tratto. Gli apparati idraulici che risultano circondare il sito appaiono complessi. Il fossato innanzi tutto consiste di una ampia concavità asimmetrica, ripida dalla parte dell'abitato, ma gentilmente inclinata dalla parte esterna per permettere un facile accesso da questa direzione. E' stato accertato su base archeologica che il fossato 'incile', già teorizzato dalle ricerche del XIX secolo effettivamente esistesse anche per la Terramara di Santa Rosa, di grandi dimensioni ed attraversato da ponti in corrispondenza delle strade uscenti dal villaggio. Il fossato risulta alimentato inoltre da una serie di pozzi artesiani scavati lungo il margine interno del villaggio, mentre su quello esterno vi sono pozzi e canalette che drenano verso l'esterno del villaggio. Gli apparati idraulici appaiono destinati a concentrare le acque al margine del villaggio e a ridistribuirle attraverso canali irrigui alle campagne circostanti. Tale modello trova riscontro in altre terramare ed in particolare nei grandi siti di Fabbrica dei Soci e di Castello del Tartaro nelle Valli Grandi Veronesi ed appare estendibile all'intero mondo terramaricolo. Recentemente poi sono stati scoperti ed esplorati, in diverse località, tratti di canali e fossati irrigui anche lontani dagli abitati, lasciando con ciò intravedere l'esistenza di una campagna rurale articolata in campi regolarmente delimitati ed irrigati (e drenati) da una rete idrica artificiale. Queste circostanze convincono che spetta alle terramare il merito di aver introdotto un'agricoltura intensiva ed irrigua in ambiente padano. Gli apparati idraulici di Santa Rosa, dei quali è ancora in corso l'esplorazione, riflettono poi numerosi mutamenti ambientali lungo l'intera vita dell'abitato, conseguenti alle variazioni climatiche di scala secolare di questo scorcio dell'Olocene. In particolare sono documentati eventi alluvionali del vicino paleoalveo del Po nel Bronzo Medio Avanzato, in un momento cruciale nello sviluppo dell'abitato e, alla fine del villaggio stesso un abbassamento delle falde idriche locali, indice di un periodo di rilevante siccità, forse complice della crisi che ha portato alla scomparsa della civiltà terramaricola.

GEOMORFOLOGIA E POLEOGENESI NELLA VIII REGIO AUGUSTEA. CONSIDERAZIONI SUI  
SITI URBANI D'ETÀ ANTICA.

Stefano CREMONINI, Simone MATTIOLI

Dipartimento di Scienze Biologiche, Geologiche e Ambientali – Università di Bologna

Abstract

La realizzazione della bonifica di un ambito territoriale richiede potere economico commisurato all'ampiezza dell'area da considerare e, ovviamente, un patrimonio conoscitivo/tecnologico adeguato alle caratteristiche dell'obiettivo, ma soprattutto un modello organizzativo-sociale, politico, militare anche, di sufficiente respiro. Prima dell'intervento sul territorio viene quindi l'analisi del popolamento e della definizione gerarchica dell'insediamento su di esso, in buona sostanza, dell'ubicazione dei centri urbani. In questo la geomorfologia gioca sicuramente un ruolo fondamentale e primario.

Vengono confrontate le condizioni fisiografiche delle ubicazioni delle città storiche dell'Emilia-Romagna in rapporto alla cronologia nota dell'insediamento e si evidenzia l'anomalia del caso della città di Modena che ha fruttato a questa la possibilità di associare il proprio toponimo alla stratigrafia regionale.

Essa si presenta infatti 10 km a valle della posizione che avrebbe potuto/dovuto possedere in consonanza con quella delle altre città coeve. Ciò ha comportato problemi gravi all'impianto urbano che resilientemente ha levitato di quota ma contemporaneamente ha subito una parziale traslazione laterale, fenomeno unico nella casistica regionale.

La logica ubicatoria va quindi imputata ad un fattore di ereditarietà da preesistenza oppure ad una logica cogente di altro tipo.

Leonardo LOMBARDI<sup>1</sup> Elettra SANTUCCI<sup>2</sup>, Bruno LEONI<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Geologo - Roma

<sup>2</sup> Architetto - Roma

<sup>3</sup> Ingegnere - Associazione Roma Sotterranea

### Abstract

L'intervento riguarda non tanto gli 11 acquedotti che alimentavano la città, ma la tecnologia messa in opera per assicurare una efficace distribuzione dell'acqua.

Ciò era possibile grazie ai *castella*, locali, di varie dimensioni e forme, collegati tra loro e, inizialmente, connessi ai serbatoi terminale degli acquedotti o a serbatoi secondari.

L'intervento intende chiarire il vero significato di questa tecnologia che ancora oggi con i partitori consente una capillare diffusione dell'acqua.

E' un tema poco studiato e preso in considerazione solo da pochissimi autori malgrado l'elevato numero di questi ambienti.

Nell'intervento, oltre a considerazioni di carattere generale, facciamo riferimento a esempi studiati in dettaglio, quali le tre terme imperiali ancora osservabili (Traiano, Caracalla e Diocleziano) oltre ad altri monumenti studiati nel corso degli anni, quali i Trofei di Mario e i Mercati traianei.

## LA CISTERNA SOTTERRANEA E IL SISTEMA IDRAULICO DELLA VILLA DEL NANIGLIO DI GIOIOSA JONICA (RC)



Rossella AGOSTINO, Archeologo - Direttore Museo archeologico nazionale di Locri e Kaulon-Polo museale della Calabria

Eleonora GRILLO - Museo archeologico nazionale di Locri e Kaulon-Polo museale della Calabria

### Abstract

La villa del Naniglio (II-III sec. d.C.) è un'articolata e complessa costruzione su terrazzamenti disposti lungo il fianco della collina che si affaccia sul lato orientale della vallata del Torbido, già in antico naturale percorso di comunicazione tra il mar Jonio e il Tirreno gravitante nel territorio della polis di Locri Epizefiri. La villa è realizzata mediante un articolato sistema di strutture in opera mista che disegnano ambienti di diversa planimetria e nello stesso tempo costituiscono il contenimento del retrostante terreno della collina, creando una serie di terrazzamenti accompagnati da un articolato impianto di canalizzazione per la raccolta e lo smaltimento delle acque, al centro del quale si trova la grande cisterna sotterranea, il cosiddetto Naniglio (dal greco *anelios*, cioè senza sole) da cui l'intero complesso prende il nome. Il grande serbatoio, all'interno del quale si poteva scendere da una scala elicoidale posta all'angolo Sud-Ovest della costruzione, è costituito da un vano interrato di m 17,50 x 10,50, alto circa 5 m, a tre navate sostenute da otto pilastri quadrangolari che reggono un sistema di volte a crociera. È interamente rivestito di malta idraulica.

La cisterna del Naniglio è nota da tempo, ma non è mai stata oggetto di uno studio sistematico complessivo, in relazione anche all'intero impianto di canalizzazione delle acque, messo in luce nei recenti scavi del 2010, che si snoda attraverso i muri di sostegno dei terrazzamenti della parte esplorata della villa.

Oggetto dell'intervento al Convegno sarà appunto la presentazione del sistema idraulico della Villa del Naniglio, delle sue particolarità tecnico-costruttive e delle soluzioni adottate, con particolare riferimento anche ad altre contemporanee attestazioni note dal limitrofo territorio della Locride (edifici romani di contrada Petrarra di Locri (RC); Villa Romana di Palazzi di Casignana (RC) e del territorio calabrese (in particolare la Villa con Ninfeo di c. da Papaglioni di Zungri (VV)).

## L'ACQUA, LE TECNICHE DI CAPTAZIONE E GLI INSEDIAMENTI UMANI SUL BORDO OCCIDENTALE DELL'ALTOPIANO MURGIANO (SUD ITALIA)

Ilenia ARGENTIERO<sup>1</sup>, Maria Dolores FIDELIBUS<sup>2</sup>, Alessandro PARISI<sup>2,3</sup>, Michele PARISI<sup>3</sup>,  
Roberta PELLICANI<sup>1</sup>, Giuseppe SPILOTRO<sup>1</sup>

<sup>1</sup>UniBas DICEM, <sup>2</sup>PoliBA DiCATECH, <sup>3</sup>Ass. Gravina Sotterranea

### Abstract

La lunga linea di bordo tra l'altopiano della Murgia (Italia Meridionale) ad Est e il colmamento argilloso della fossa Bradanica ad Ovest, mette a contatto due mondi idrologici opposti: il nudo altopiano calcareo, che consente alle precipitazioni infiltrazione e, solo se associato a rari eventi intensi, lo scorrimento di superficie; sul lato opposto, il riempimento argilloso della fossa confina la struttura calcarea della Murgia, consentendole di essere un potente serbatoio acquifero, ma per contro determina il totale scorrimento delle acque di precipitazione, salvo modesti, talvolta discreti, accumuli sotterranei nelle coperture residue sabbioso conglomeratiche e calcarenitiche. In questo caso, la fuoriuscita dell'acqua avviene attraverso linee di sorgenti segnalate da ampi sviluppi di piante idrofile, prive di utilità pratica a causa della dispersione. Solo nelle aree interne della fossa, ove i depositi costieri sabbioso conglomeratici sono di spessore più consistente, le manifestazioni sorgentizie possono divenire puntuali e dotate di portate interessanti.

Questa semplice schematizzazione dà idea anche delle ragioni degli insediamenti umani organizzati all'interno di un ben vasto territorio colonizzato, che ha prediletto la linea di bordo e di appoggio dei sedimenti tardo pleistocenici sul più antico bordo calcareo. Castellaneta, Gioia, Matera, Altamura, Gravina, Irsina antiche si sono posizionate dove c'era l'acqua o dove era più facile captarla ed immagazzinarla. Altri centri urbani sono sorti sulla Murgia, ma su residue chiazze argillose e sabbiose, che comunque consentivano di avere un facile accesso alla risorsa idrica. Parliamo in questo caso di Rutigliano, Acquaviva e Corato, che sorgono sui ripiani carsici interni, già riconosciuti come tali da recenti studi.

Lo schema della gestione dell'approvvigionamento idrico degli insediamenti sul bordo W della Murgia è quindi tipicamente composto da tre elementi: l'opera di captazione, la via d'acqua e il serbatoio di accumulo finale. Questo schema prevede chiaramente la dislocazione in aree diverse della captazione e dell'accumulo, quest'ultima in posizione baricentrica rispetto all'utenza finale. Questo schema si differenzia in termini sostanziali quindi dalle cisterne ad alimentazione pluviale, che erano posizionate in stretta vicinanza con le superfici di raccolta della pioggia, utilizzate nella arida Murgia calcarea.

Dei sistemi idrici del bordo W della Murgia, alcune captazioni, serbatoi e parti delle adduzioni si sono conservate fino ai giorni nostri, mentre altre sono andate perse, generalmente distrutte dalle espansioni urbanistiche recenti.

Tra le conservate, particolarmente interessanti sono le captazioni di Matera, Gravina e di Irsina: la tecnica adottata è sostanzialmente la stessa; quella di Irsina, di epoca incerta, utilizza la tecnica dei *qanat*, ben diffusi nelle regioni magrebine e orientali già millenni a.C., di cui la traccia più significativa nell'area è costituita dalla captazione dell'acquedotto del Triglio presso Taranto. Grandi serbatoi di accumulo sono presenti a Matera, a Gravina, ed in altri centri.

#### Contesto idrogeologico delle captazioni

Il contesto idrogeologico delle opere di captazione di cui si parla nel presente lavoro è molto semplice. Il riempimento della fossa Bradanica termina nelle aree di interesse intorno alla fine del Pleistocene con depositi clastici argillosi ricoperti in terrazzamenti regressivi del mar Ionio da depositi sabbioso conglomeratici nelle aree ad alimentazione appenninica e da depositi calcarenitici sul versante orientale. Il tutto viene successivamente modellato fino alle attuali configurazioni dai vari processi geomorfici costieri e continentali che si sono succeduti o sovrapposti.

Nel contesto indicato, risultano importanti due aspetti: un letto impermeabile di argille, anche di modesto spessore, quando poggiano sul versante calcareo della Murgia; le coperture permeabili sabbioso conglomeratiche o calcarenitiche, di cui, ai fini della valutazione della potenzialità e della continuità stagionale dell'acquifero sotteso, risultano rilevanti la loro estensione ed il loro spessore.

Le captazioni delle acque sotterranee avvengono in corrispondenza di tale contatto ed assicurano alimentazioni ai sistemi idrici locali, sulle quali le comunità bilanciano i propri consumi.

#### I sistemi idrici di Matera

L'approvvigionamento idrico di Matera, città che ingloba i caratteri dei due mondi geologici e idrogeologici che si fronteggiano e compenetrano, è duale: la parte, più antica, che insiste sull'ambiente calcareo, si è organizzata con sistemi di captazione e immagazzinamento accoppiati delle acque di pioggia; a seguito del più esteso insediamento urbanistico, sono stati realizzate ampie e centrali ambienti di accumulo (es.: il Palombaro grande), con alimentazione tramite condotte interrate nei sistemi idrogeologici descritti al bordo Sud della città, nel tratto tra il Castello Tramontana e l'attuale piazza Vittorio Veneto. Di tali sistemi sono rimasti parzialmente attivi i serbatoi e gli acquedotti, mentre le captazioni risultano parzialmente funzionanti, ma non esiste una loro esatta collocazione.

#### I sistemi idrici di Gravina

A partire dal XVIII secolo, la costruzione di tre acquedotti garantì l'approvvigionamento idrico con acque sorgive al centro urbano di Gravina: Pozzo Pateo, della Signora e

Sant'Angelo. Quest'ultimo, ad oggi l'unico dei tre integro e funzionante, capta l'acqua alle pendici sul bordo destro della gravina, con un percorso di circa 3.500 m in cui l'acqua scorre a pelo libero, mentre nella parte terminale l'acqua scorre in pressione attraverso un ponte viadotto lungo 120 m, che valica la gravina e raggiunge il centro urbano.

Seppure l'espansione urbanistica del XIX secolo li ha resi inaccessibili per lunghi tratti, Pozzo Pateo e della Signora rappresentavano importanti fonti di approvvigionamento cittadino sino alla venuta de "l'acqua del Sele". Essi canalizzavano le sorgenti, ancora attive, presenti nei contesti idrogeologici precedentemente descritti, distanti qualche chilometro dal centro urbano. Ad oggi, le recenti scoperte di cisterne pubbliche e di tratti inesplorati di questi acquedotti al di sotto del centro storico sono l'emblema della incompleta conoscenza del sistema idrico cittadino sino agli inizi del secolo scorso.

#### Il *qanat* di Irsina

L'opera di captazione di Irsina si differenzia dalle precedenti per i lunghi cunicoli sotterranei, punteggiati da pozzi di areazione, che si immergono nella falda idrica sostenuta dalle argille. L'opera si configura quindi come un vero e tipico *qanat*. In quanto tale ed in assenza di notizie storiche certe, il periodo di costruzione si potrebbe ricollocare nell'ampia fascia in cui le culture medio orientali dell'acqua potevano essere portate direttamente dagli arabi (fine del 1000 d.C.) o dalle culture multietniche importate da Federico di Svevia e a seguire.

#### Conclusioni

Il lavoro rivisita, anche alla luce di numerosi studi recenti, le captazioni idriche di alcuni importanti centri al bordo occidentale della Murgia; tali captazioni danno anche ragione della collocazione spaziale di tali importanti centri abitati, che si collocano al confine tra due mondi geologici e idrogeologici ben diversi, che hanno utilizzato preferenzialmente il bordo bradanico per le captazioni idriche ed il più stabile bordo della Murgia per gli insediamenti. In altri casi, l'insediamento urbano si collocava sulla porzione conglomeratica, sopra lo stesso acquifero, con problemi differiti nel tempo di qualità della risorsa idrica.

I sistemi di raccolta delle acque consistono in cunicoli drenanti di varia lunghezza, che si spingono al passaggio tra argille di base e coperture sabbiose o calcarenitiche. Nel caso della captazione di Irsina, si ha a che fare con un vero *qanat*, punteggiato nelle lunghe gallerie dai tipici pozzi di aerazione (e di lavorazione).

L'intero sistema delle captazioni, adduzioni e accumulo merita la salvaguardia delle parti ancora esistenti e una utilizzazione, in un contesto geo eco idrologico del tutto ancora attuale.

Vincenzo BELLELLI (CNR – ISMA)

Walter DRAGONI (Università di Perugia)

Salvatore PIRO (CNR – ITABC)

### Abstract

Come recita il titolo di un importante convegno organizzato a Perugia nel febbraio 1991, gli Etruschi furono indiscussi “maestri di idraulica”. Uno dei centri urbani in cui più spettacolari e sofisticate sono le infrastrutture idriche realizzate dagli Etruschi è indubbiamente Cerveteri, nel cui centro urbano l’ISMA del CNR conduce scavi regolari da molti anni in regime di concessione ministeriale.

L’équipe del CNR-ISMA, in particolare, sta esplorando sotto la guida di Vincenzo Bellelli la fascia periurbana del centro antico affacciata sulla vallata del torrente Manganello, in cui l’importanza dell’acqua sembra aver condizionato in maniera decisiva tutta la vita della comunità antica, sia per gli aspetti civili che per quelli religiosi.

Le prospezioni geofisiche condotte dall’ITABC (Salvatore Piro) intorno al sito in cui attualmente scava l’ISMA, il santuario del Manganello, hanno evidenziato l’esistenza di strutture idrauliche imponenti ancora inedite che consentono di ricostruire per grandi linee, ma su dati certi, la strategia della classe dirigente della città antica su questo versante della rupe urbana, in materia di controllo idrogeologico del territorio.

Strutture idrauliche imponenti ancora poco note sono disseminate anche nel territorio extraurbano di Cerveteri e hanno costituito in passato e costituiscono tuttora l’oggetto di lavori condotti sul terreno in collaborazione con geologi e speleologi.

Il convegno organizzato sull’idraulica antica dalla Sigea offre pertanto l’occasione per fare il punto su queste infrastrutture idrauliche dell’antica città etrusca di Cerveteri, riversando nel circuito della discussione evidenze inedite o ancora poco note.

Andrea BIXIO <sup>1</sup>, Roberto BIXIO <sup>2</sup>, Andrea DE PASCALE <sup>1-3</sup>, Alessandro MAIFREDI <sup>1-4</sup>, Mauro TRAVERSO <sup>1</sup>

<sup>1</sup> Centro Studi Sotterranei, Genova

<sup>2</sup> Ispettore Onorario Cavità Artificiali - MiBACT (Ministero Beni e Attività Culturali), Roma

<sup>3</sup> Museo Archeologico del Finale-Istituto Internazionale Studi Liguri, sezione Finalese

<sup>4</sup> Geologia Verticale, Genova

### Abstract

Molte ricerche e scritti sono stati dedicati alle antiche architetture scavate nelle rocce della Cappadocia (Turchia centrale): chiese rupestri, complessi residenziali e produttivi, rifugi sotterranei. Meno indagate risultano le opere idriche ipogee che, viceversa, ricoprono un ruolo fondamentale nella evoluzione di qualsiasi insediamento umano. Solo da pochi anni sono state condotte, non a caso da esperti speleologi di varie nazionalità, indagini specifiche su questo argomento. Da tali ricerche emerge la presenza sul territorio attorno a Göreme, nella regione di Nevşehir, nel centro della Cappadocia storica, di sistemi idrici di notevole ingegno, catalogabili in: opere di produzione, accumulo, trasporto, regimazione.

Un recente nuovo ciclo di esplorazioni, ha consentito l'individuazione di una diversa tipologia di opere di accumulo che rivoluziona la conoscenza sulle modalità di raccolta dell'acqua, alternative allo sfruttamento di sorgenti o di falde acquifere: i "cunicoli-cisterna". Questi impianti idrici sotterranei sono identificati da due elementi principali: la riserva d'acqua, anziché essere concentrata in un unico grande ambiente, è distribuita in un sistema di cunicoli il cui invaso è equivalente a quello di una singola cisterna; l'alimentazione, anziché provenire da una falda acquifera, da una sorgente o da un acquedotto, è assicurata da particolari dispositivi, denominati "trincee-vespaio", attraverso i quali precipitazioni meteoriche, acque di fusione nivale e ruscellamento vengono direttamente assorbiti nel sottosuolo e convogliati nei cunicoli-cisterna. Questo sistema implica l'esistenza di due o più accessi a partire dai quali i cunicoli sono stati scavati con la nota tecnica "a fronti contrapposti". Inoltre, gli invasi sono generalmente associati a "camere di prelievo", per la distribuzione dell'acqua all'esterno, realizzate, in casi specifici, con la tecnica dei "fori-pilota".

Roberto BIXIO <sup>1,2</sup>, Mario PARISE <sup>3</sup>, Ali YAMAC <sup>4</sup>

<sup>1</sup> Centro Studi Sotterranei, Genova

<sup>2</sup> Ispettore Onorario Cavità Artificiali - MiBACT (Ministero Beni e Attività Culturali), Roma

<sup>3</sup> CNR-IRPI, Bari

<sup>4</sup> OBRUK Cave Research Group, Istanbul, Turchia

Autore di riferimento: Mario Parise – m.parise@ba.irpi.cnr.it

### Abstract

E' ben noto come le cavità artificiali siano estremamente diffuse in Turchia, coprendo praticamente tutte le casistiche della classificazione tipologica, proposta dalla Commissione Cavità Artificiali della Società Speleologica Italiana, e di recente fatta propria a livello internazionale dall'analoga commissione della *International Union of Speleology* (UIS). Non stupisce quindi che anche le antiche opere idrauliche scavate dall'uomo, con notevole ingegno ed efficacia, nelle formazioni rocciose abbiano un ruolo di grande importanza, che travalica il confine della zona maggiormente nota per gli insediamenti rupestri (la Cappadocia, in Turchia centrale), estendendosi anche ad altre aree.

Usufruendo dei risultati di una serie di campagne speleo-archeologiche sistematiche e di ampio respiro, svolte in Turchia a partire dal 1991 ed ancora in atto, il presente contributo descrive in breve una serie di tipologie di cavità artificiali, inerenti ai soli impianti idrici, che sono stati realizzati in ambiente ipogeo per tutta la loro estensione, o solo in parte, a testimonianza della rilevanza storica, architettonica ed ingegneristica di tali opere. Da condensatori e neviere, a pozzi per l'emungimento di acqua (a sezione variabile), a colatoi, vasche, cisterne a camera e cisterne lineari (o cunicoli-cisterna, recentemente individuati); da by-pass a condotti di drenaggio per la bonifica dei terreni, sino a veri e propri acquedotti, si riscontrano in Turchia numerose opere di ingegneria idraulica, molte delle quali, a causa del particolare ambiente, ostile e difficoltoso da percorrere, sono state documentate soltanto per mezzo di specifiche tecniche esplorative speleologiche.

Grazie al grande interesse per la Cappadocia, ed agli ormai numerosissimi studi ivi condotti, gran parte delle strutture risultano concentrate in quella regione, ma opere analoghe sono state identificate e rilevate anche in altre località dell'Anatolia: dalla Turchia Egea (nei siti di Troia e Midas Şekri), all'antico altopiano armeno (come negli insediamenti di Bitlis ed Ahlat, sul lago di Van), sino agli estremi confini nord-orientali (ad Ani, capitale medievale del regno d'Armenia).

ROMA PIAZZA CAVOUR. GLI *HORTI DOMITIAE* SISTEMAZIONI IDRAULICHE IN UN  
*HORTUS IMPERIALE NELL'AGER VATICANUS* FRA LA FINE DEL I SEC. D.C. E L'ETÀ  
SEVERIANA

Massimo BRANDO<sup>1</sup>, Francesco CARRERA<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Archeologo Libero Professionista

Abstract

L'attività di archeologia preventiva coordinata dalla Soprintendenza Speciale per il Colosseo, il Museo Nazionale Romano e l'Area Archeologica Centrale di Roma durante i lavori di realizzazione di un parcheggio interrato in Piazza Cavour (Municipio I, ex Municipio XVII), ha permesso di documentare stratigraficamente, per la prima volta, un ampio settore degli *Horti Domitiae*, la vasta proprietà imperiale che le fonti situano in questo settore dell'*Ager Vaticanus*. In attesa dell'edizione completa dello scavo, in questa sede presentiamo i risultati preliminari dello studio delle complesse sistemazioni idrauliche documentate dallo scavo archeologico: si tratta di un articolato sistema di canalette, vasche di decantazione, pozzetti e livelli di drenaggio funzionali alla manutenzione di un vasto giardino monumentale sulle sponde del Tevere che il materiale recuperato per mette di datare fra la fine del I sec. d.C. e l'età severiana.

Calogero CANNELLA, Concettina MANITTA, Carmelo NICITA, Michele ORIFICI,  
Massimiliana PINTO VRACA, Giuseppa POLLINA, Salvatrice SAPIENZA, Vito TRECARCHI  
(Geologi Professionisti)

Abstract

Il territorio messinese, in funzione della sua particolare conformazione geologica e idrogeologica, vanta da sempre la presenza di un elevato numero di opere di captazione e particolarmente di cunicoli drenanti con profondità che talvolta raggiungono qualche decina di metri. Tali cunicoli, nati già nel periodo arabo-normanno, in virtù della valenza tecnica, sono stati preservati, tutelati e successivamente diffusi in varie parti della Sicilia.

I cunicoli drenanti in quest'area sono stati realizzati allo scopo di sfruttare le risorse idriche, tuttavia non sono mancate circostanze in cui tali opere, contestualmente, hanno avuto anche la fondamentale funzione di salvaguardia geomorfologica di settori di versante in stato di precario equilibrio. Nel tempo le tecniche di costruzione sono variate lasciando comunque memorie importanti per le nuove generazioni riguardo sia la storia di insediamenti abitativi sia l'attenzione posta in termini di salvaguardia del territorio e di sfruttamento delle risorse idriche. I documenti storici e le testimonianze ai quali si è fatto riferimento nella stesura del lavoro confermano quanto la memoria storica, con particolare richiamo all'esistenza di antiche opere di captazione in aree che nel tempo sono state abbandonate, sia oggi un importante elemento nell'ottica di una corretta gestione del territorio e della equilibrata fruizione delle sue risorse. Il lavoro propone, tenendo in considerazione la classificazione dei vari tipi di acquifero, un quadro delle diverse tipologie di cunicoli drenanti presenti nel territorio della provincia di Messina. Ognuno degli autori ha curato per una parte del territorio studiato, sulla base di una scheda univoca preliminarmente predisposta e condivisa, gli aspetti conoscitivi dei sistemi di captazione tenuto conto dell'inquadramento topografico, del contesto geologico e idrogeologico, del periodo di costruzione, delle tecniche costruttive, dei materiali utilizzati, del tipo di sfruttamento, delle profondità di captazione e delle dimensioni del cunicolo. Lo studio effettuato si è proposto dunque di creare una correlazione fra: aspetti geologici e idrogeologici del territorio messinese; aspetti idraulici con riferimento ai cunicoli drenanti e relative opere di canalizzazione; aspetti antropologici connessi alle tecniche di costruzione delle opere di captazione in oggetto e all'uso delle risorse idriche; aspetti culturali in funzione della valorizzazione ambientale e turistica di cunicoli drenanti ubicati in settori calati all'interno di percorsi naturalistici. Quanto emerso si ritiene possa rappresentare un documento di interesse per gli enti dell'area studiata ai fini di utili approfondimenti finalizzati anche alla valorizzazione naturalistica dei propri territori e delle opere di valenza storica, talvolta poco note, allocate al loro interno.

## L'ACQUEDOTTO ROMANO E LA PISCINA ROMANA DI ACQUI TERME (AL) COME TESTIMONIANZE DI TECNICHE IDRAULICHE AVANZATE DELL'ANTICHITÀ

Caterina CAVIGLIA, Enrico DESTEFANIS, Luciano MASCIOTTO

Dipartimento di Scienze della Terra, Università degli Studi di Torino

### Abstract

La città di Acqui Terme è nota fin dall'antichità per le sue fonti termali, come la "Bollente" che raggiunge temperature di 70 °C. Per tali risorse idriche naturali, essa venne citata da Plinio il Vecchio, nella sua *Naturalis Historia*, tra le città "fondate dalle acque", assieme a Pozzuoli e *Aquae Sextiae* (Aix-en-Provence). Gli stabilimenti termali rappresentano uno degli elementi fondamentali della civiltà e del modo di vivere romani, costituendo inoltre una delle più esemplari testimonianze delle capacità costruttive e tecniche raggiunte nell'antichità. Nell'ambito degli stabilimenti termali acquesi, una delle strutture meglio conservate, ritrovata nel centro cittadino, è la piscina romana. Scoperta nel luglio 1913, riapparve durante gli scavi delle fondamenta per un portico comunale, come una grande vasca a tre gradini, di grandi dimensioni, fatta per il bagno in comune, realizzata in marmo bianco, assieme alle vasche più piccole, per l'applicazione dei fanghi e gli incavi delle condutture. Gli scavi hanno mostrato che, precedentemente alla costruzione del complesso termale, in questo settore della città scorreva un corso d'acqua, in cui defluivano le acque della sorgente "Bollente". Assieme alla piscina romana, uno dei resti archeologici romani più caratteristici e noti della città sono gli archi dell'acquedotto romano: si tratta infatti del meglio conservato fra tutti i monumenti di questo tipo ancora esistenti nel territorio piemontese ed uno degli esempi di acquedotti di epoca romana più significativi dell'intera Italia settentrionale. La costruzione di questo impianto può essere fatta risalire alla prima età imperiale, forse all'epoca augustea (inizi del I secolo d.C.). Il percorso dell'antico acquedotto si sviluppa per una lunghezza di circa 12 km, a partire dal bacino di raccolta delle acque situato nel comune di Cartosio, a sud di Acqui Terme, attraverso la Valle Erro, fino alla sponda sinistra della Bormida, con un salto di quota complessivo di circa m 50. Nel primo tratto, il tracciato è quasi interamente sotterraneo ed è costituito da un condotto a sezione rettangolare, realizzato in opera cementizia (ciottoli fluviali o piccoli blocchi di arenaria legati con malta tenace) e coperto da una volta a botte. Nel tratto terminale invece, all'altezza dell'attuale strada statale del Sassello, proprio per la necessità di attraversare la valle della Bormida e l'alveo del fiume, venne realizzata la grandiosa costruzione in elevato, raccordata alla parte sotterranea del condotto. Nel suo complesso, la struttura in elevato doveva essere costituita, in origine, da almeno una quarantina di piloni, attraverso i quali l'acquedotto faceva infine il suo ingresso monumentale nell'antico abitato di *Aquae Statiellae*.

Giorgio CESARI - Autorità di Bacino del Fiume Tevere

Abstract

Il sito archeologico di *Las Médulas* è stato incluso nella lista 1997 del Patrimonio UNESCO come uno dei migliori esempi di segno lasciato sulla storia del paesaggio, non solo per i resti materiali, spettacolari, di una attività passata, ma per la possibilità di comprendere il rapporto continuo tra la società e il territorio occupato, tra le comunità che sfruttano le risorse naturali, e in ultima analisi, le relazioni sociali in cui si sviluppano l'occupazione e lo sfruttamento. I resti delle miniere romane, ben conservate a *Las Médulas*, fanno dell'area uno straordinario esempio di tecnologia antica. Ma il significato di produzione di oro così ottenuto può essere compreso solo all'interno del complesso processo storico di cui era parte. A fronte di altre miniere, è difficile vedere oggi dove il prezioso metallo poteva essere rinvenuto per lo sfruttamento e tanti miti sono nati circa l'esaurimento del prezioso minerale durante l'antichità. Senza voler esagerare circa l'efficacia delle tecniche romane o il lavoro degli schiavi, le enormi quantità di oro prodotte da Romani possono spiegare la grandezza della opera umana. I romani scoprirono il deposito d'oro di *Las Médulas* risalendo il fiume *Sil*, lungo il cui percorso da *Quiroga (Lugo)* ci sono numerose miniere d'oro romane, tra i quali si possono evidenziare la *Montefurado (Lugo)*, *Córgomo* e *A Medua (Ourense)*. In tutti i casi il sistema operativo era basato sull'uso della forza idraulica, come spiegato dal naturalista romano Plinio il Vecchio nel suo libro 33 della Storia naturale. Nel caso di *Las Médulas* furono trasferite le acque dalla vasca del *Duero* al *Sil* con canali che raggiungevano la lunghezza di più di 100 km. Grazie a una forte pendenza, l'acqua era gettata sui depositi contenenti oro attraverso i canali e trascinava via il conglomerato aurifero, creando una sorta di fosso artificiale. Al termine di questi fossi canalizzati si lavava il materiale contenente l'oro. Questo è ben visibile in alcuni fossi, come il *Couso* e il *Furnia*. In altri casi, come nel *Frisga*, i livelli ricchi di oro stati sfruttati selettivamente, costruendo successivi solchi convergenti in cui gettare l'acqua per rimuovere il conglomerato. Il risultato molto caratteristico di queste operazioni è una sorta di campo arato con enormi solchi. Per dare un'idea della quantità di oro estratto, solo a *Las Médulas* furono rimossi circa 84,3 milioni di m<sup>3</sup> e sono stati ottenuti tra le 3,5 e le 5 tonnellate di oro. Il progetto di sfruttamento dell'Impero romano ha in un caso comportato anche il cambiamento del corso del fiume *Sil* con la costruzione di una galleria artificiale attraverso una montagna, impresa non da poco considerando che si è trattato di una galleria di 120 metri scavata nella roccia riscaldandola per mezzo di incendi e raffreddandola quindi molto rapidamente con l'acqua, e così facilitando lo scavo della galleria stessa.

Francesco Maria CIFARELLI<sup>1</sup>, Federica COLAIACOMO<sup>2</sup>, Stephen J. KAY<sup>3</sup>, Christopher J. SMITH<sup>3</sup>, Letizia CECCARELLI<sup>4</sup>, Camilla PANZIERI<sup>5</sup>

<sup>1</sup> Sovrintendenza Capitolina ai Beni Culturali

<sup>2</sup> Museo Archeologico Comunale di Segni

<sup>3</sup> British School at Rome

<sup>4</sup> McDonald Institute for Archaeological Research, University of Cambridge

<sup>5</sup> Independent archaeologist, Rome

#### Abstract

Nella letteratura archeologica è ancora viva la discussione riguardo la reale natura di quelle che Vitruvio chiama *signina opera* o, come maggiormente diffuso nel linguaggio comune, dell'*opus signinum*. Due importanti interventi su questo tema, quello di C.F. Giuliani nel volume *Segni I*, edito a Napoli nel 1992, e quello di P. Braconi negli atti del XIV colloquio AISCOM, editi nel 2009, sembrano aver ormai posto nella corretta linea interpretativa le fonti antiche su questo tema, mostrando come tale denominazione debba essere interpretata come “modo di costruire [cisterne] alla maniera di Segni”. Tuttavia, l'autorevole posizione di P. Gros (ribadita negli atti del convegno *Vitruvio nella cultura architettonica antica, medievale e moderna*, Genova 2003), secondo il quale la definizione di *opus signinum* deve essere riferita ai noti pavimenti in cocciopesto, consiglia di non abbandonare il lavoro di approfondimento di tale tematica.

In questo senso, le ricerche degli ultimi venti anni nella città cui tale tecnica deve il nome, l'antica *Signia*, hanno costruito un quadro documentario estremamente ampio, che consente oggi di affiancare alla lettura della tradizione un corposo numero di testimonianze archeologiche in una più organica e completa discussione del tema.

Fra queste, è di grande importanza una grande vasca rettangolare, databile intorno alla metà del II secolo a.C., rinvenuta negli scavi del *Segni Project*, progetto di ricerca sulla città condotto in maniera congiunta dal Comune di Segni – Museo Archeologico Comunale e *British School at Rome* dal 2011. A un breve inquadramento del problema delle *signina opera*, con una riesamina delle fonti ad esse relative, seguirà l'illustrazione delle caratteristiche tecniche della grande vasca di Prato Felici, che costituisce un esempio quasi paradigmatico e di alta antichità di un modo di costruire strutture legate all'acqua sperimentato nella città di Segni nel momento della sua massima fioritura del tardo ellenismo e da questa diffuso all'intero mondo romano.

## ACQUA, ROCCIA E PAESAGGIO. COME È STATO PROGETTATO L'ACQUEDOTTO ROMANO DI BOLOGNA

Danilo DEMARIA - Gruppo Speleologico Bolognese-Unione Speleologica Bolognese

### Abstract

L'acquedotto romano di Bologna è stato realizzato alla fine del I secolo a.C., probabilmente per volere dell'imperatore Augusto, rimanendo in funzione almeno fino alla fine dell'età romana. Prelevando l'acqua dal torrente Setta, circa 1 km a monte dalla sua confluenza nel fiume Reno, la conduceva alla città di *Bononia* con un percorso originale di 21 km, completamente in sotterraneo, snodandosi lungo i versanti vallivi, di cui seguiva il profilo quasi pennellandone le curve di livello. Il dislivello fra il *caput aquae* e il punto di arrivo in città è calcolabile in circa 21 m, derivandone di conseguenza una pendenza media dell'1‰ (in realtà variabile nei singoli tratti e oscillante da un minimo di 0,43 a un massimo del 2,45‰).

Nel corso dei secoli il condotto è stato oggetto di più interventi di ristrutturazione. Ce ne sono noti due grazie ai bolli laterizi rinvenuti, il primo in età adrianea e il secondo in età severiana (Settimio e Caracalla), ma in realtà dallo studio del condotto se ne possono ipotizzare altri: uno probabilmente in età neroniana e l'ultimo fra la fine del III-inizi del IV secolo (Diocleziano o Costantino). Questi interventi si configurano di solito come veri e propri tagli del percorso, tesi quindi a congiungere due punti del condotto lungo la via più breve, affrontando situazioni di scavo più ardite e impegnative rispetto a quelle della prima fase augustea, un chiaro indice di un'evoluzione e di una padronanza ormai assoluta delle tecniche di scavo in sotterraneo.

L'acquedotto cade progressivamente in disuso alla fine del mondo antico, anche se il Comune di Bologna tenterà a più riprese, nel corso dei secoli, il suo recupero: un'opera che si compirà appieno nel 1881, quando lo speco, ripristinato, tornerà a fornire compiutamente acqua alla città. Un compito che assolve ancora oggi, in quanto circa il 10% del fabbisogno idrico del capoluogo emiliano è veicolato tuttora dal bimillenario condotto: questo aspetto lo rende in sostanza unico nel panorama degli studi sull'acquedottistica antica, in quanto lo possiamo vedere funzionare esattamente come 2000 anni fa e derivarne di conseguenza dati idraulici importanti.

Un elemento che ha sempre incuriosito gli studiosi che nel corso del tempo si sono occupati dell'acquedotto è relativo proprio al *caput aquae* nel torrente Setta e non nel fiume Reno, ossia la scelta operata dai Romani di usufruire di un tributario e non del principale corso d'acqua locale. Questa decisione ha oggettivamente spiazzato gli studiosi, che di conseguenza hanno via via proposto diverse spiegazioni, spaziando dalla presunta migliore

qualità dell'acqua del Setta fino a chiamare in causa i supposti confini della colonia romana. Come spesso accade in questi casi il numero e il tenore delle ipotesi sono fiorite come conseguenza dei pochi dati disponibili.

Proprio su questo punto nodale la riesplorazione e lo studio completo dell'acquedotto da noi effettuato alcuni anni addietro ha consentito di verificare diversi dati già noti da tempo, ma trascurati e - inseguendo labili tracce di vecchie descrizioni - ha permesso di giungere a più sicure conclusioni, che gettano nuova luce sulle tecniche di captazione dell'acqua, nonché sugli elementi alla base della progettazione acquedottistica dei Romani e ci rivelano una conoscenza geologica e una capacità di lettura del paesaggio a livelli assolutamente moderni.

Enrico DESTEFANIS, Caterina CAVIGLIA, Luciano MASCIOTTO

Dipartimento di Scienze della Terra, Università degli Studi di Torino

#### Abstract

Tra le principali opere idrauliche del passato si possono ricordare gli acquedotti romani antichi, sia come opera monumentale, sia come struttura per la distribuzione di acqua pubblica, la cui importanza divenne prioritaria in età imperiale. L'acquedotto rappresentava non solo un'opera di ingegneria idraulica, ma anche il segno della qualità della vita e del livello socioeconomico di una città. Lo sviluppo sul territorio della canalizzazione, su percorsi che oggi si possono ipotizzare sulla base dei resti archeologici, evidenzia l'importanza di un'opera che deve essere in perfetto equilibrio con il territorio a cui si rapporta. I ritrovamenti archeologici di strutture acquedottistiche del territorio subalpino sono tredici, relativi ad altrettante città di origine romana.

Nel lavoro vengono presentati i principali acquedotti romani antichi di Piemonte e Valle d'Aosta, come quelli delle città di Torino, Aosta, Alba, Chieri, Acqui Terme, in relazione alle caratteristiche idrologiche e idrogeologiche del territorio, che condizionano la distribuzione delle risorse idriche superficiali e sotterranee. L'acqua veniva captata principalmente da corsi d'acqua, come nel caso dell'acquedotto di Libarna (Serravalle Scrivia) che attingeva direttamente dal torrente Scrivia, o come quello di Acqui Terme dal torrente Erro, in Valle Bormida.

Un caso particolare è costituito dal ponte-acquedotto di Pont d'Aël, edificato nel 3 a.C. per la colonia di *Augusta Prætoria Salassorum*, l'odierna Aosta, allora appena fondata. Il ponte, situato all'entrata della val di Cogne, una valle laterale, sostiene un acquedotto tecnicamente avanzato, lungo in totale 6 km. Oltre alla sua posizione insolita, la costruzione (in origine presumibilmente su tre livelli) presenta ulteriori particolarità, come una galleria di controllo sotto la condotta dell'acqua. In quello che era una volta il canale delle acque passa oggi un sentiero per escursioni.

Anche a Torino, dopo 18 secoli sono stati individuati in una delle vie del centro cittadino i resti di un acquedotto romano. Realizzato fra primo e secondo secolo dopo Cristo, esso captava l'acqua dal fiume Dora Riparia, oltre la zona oggi detta della Pellerina, viaggiando su archi sopraelevati.

Viene infine descritta la struttura tipo dell'acquedotto romano, come sistema integrato per la conduzione dell'acqua, costituito da opere di captazione e di presa, vasche di distribuzione, condotti principali e secondari.

Maria Ausilia FADDA

Abstract

Nelle fasi finali dell'età del Bronzo (XII sec a.C.), le popolazioni nuragiche si trovarono, a causa di cambiamenti climatici, nella necessità di potenziare le risorse idriche già in uso ma soprattutto di cercare e captare le vene sorgive che erano presenti nelle zone interne della Sardegna più montuose ed impervie che resero più difficile la progettazione di funzionali impianti idraulici per usi civili e religiosi. In tutta l'isola si affermò un modello architettonico che, pur con diverse varianti, era composto da un atrio di forma rettangolare con una panchina laterale, una scala trapezoidale coperta da architravi scalati che portava all'interno del vano cilindrico del pozzo delimitato da un muro aggettante che componeva una *tholos* ipogeica chiusa a piattabanda che si ergeva fino al piano di campagna. Intorno ai pozzi usati come luoghi di culto dedicati alla divinità dell'acqua si realizzarono degli spazi con allestimenti per le funzioni religiose e per accogliere i pellegrini che raggiungevano il tempio dai villaggi circostanti. La gestione dell'acqua nei santuari da parte di classi dominanti favorì la costruzione di *insulae* artigianali dove operavano maestri metallurghi che facevano la riduzione del minerale di rame a basso fuoco a pozzetto e a camino per produrre bronzi figurati a cera persa e bronzi d'uso con l'uso di matrici in steatite. A partire dall'VIII secolo a.C. i maestri fusori nuragici costruirono nei santuari posti in prossimità dei fiumi singolari forni di arrostitimento per la complessa lavorazione di sideriti, ematiti, limoniti e magnetiti che richiedeva abbondante acqua per eliminare le impurità presenti nei minerali di ferro. Nell'età del Ferro sono documentati ampi scambi commerciali tra la Sardegna e l'Etruria mineraria.

Maria Luisa FELICI

### Abstract

Scopo di questo poster è la presentazione della sistemazione idraulica dell'area che ospita la reggia di Versailles (Francia) e gli accorgimenti necessari per addurre acqua in quantità sufficiente a permettere l'effettuazione degli scenografici "giochi d'acqua" delle fontane tanto cari a Luigi XIV, il Re Sole. Il poster sarà arricchito da immagini e da una sezione geologica dell'area in questione.

Le prime notizie certe sul luogo che ospita la reggia di Versailles risale al 1038 ed è presente in un documento dell'Abbazia Saint-Père di Chartres cui uno dei sottoscrittori fu Hugo de Versaillis. Da allora l'area di Versailles ha conosciuto molti padroni e molta storia ma indubbiamente l'arrivo di Luigi XIV di Borbone (1638-1715), il Re Sole, cambiò la sua sorte. Il re, infatti, vissuto negli anni del XVII-XVIII secolo, decise che era giunto il momento di abbandonare Parigi per vivere in luogo non troppo lontano dalla città ma in cui poter risiedere con tutta la sua corte. Così Luigi XIV, intorno al 1661, cominciò ad investire denaro nella costruzione di una delle più lussuose residenze reali del mondo, il castello o reggia di Versailles, che si caratterizzò non solo per gli ampi spazi costruttivi e scenografici ma anche per gli spettacolari effetti scenici dei giochi d'acqua delle numerose fontane e bacini che abbellivano il parco reale con lo scopo di stupire i visitatori.

Proprio la creazione di fontane e bacini d'acqua fu il motivo basilare che portò alla ricerca di risorse idriche nelle aree circostanti, visto che quanto disponibile nella zona si dimostrava del tutto insufficiente a coprire una tale necessità.

L'inquadramento geologico del luogo che oltre al castello ospita anche la città di Versailles, mostra che l'area in cui si trova la reggia è un ampio bacino, posto a 100-150 metri di altitudine, caratterizzato da suoli sabbiosi a base argillosa e marnoso-calcarei. Ciò spiega la presenza di stagni nel luogo, alcuni dei quali anticamente situati proprio in quello che oggi possiamo considerare l'accesso al castello. Il bacino è circondato da collinette boschive a circa 180 metri di altitudine e geograficamente confina a sud con la piana di Satory, ad est con la foresta di Meudon e la piana di Vélizy, a nord con la foresta di Fausses-Reposes. L'area si prolunga ad ovest con la piana di Versailles.

Il rilievo è stato appiattito nel corso delle opere di edificazione del castello e le depressioni coperte e riempite di sedimenti. La collina Montbauron, alta 150 metri, è un rilievo isolato formato da una protuberanza al centro della città di Versailles.

L'area di Versailles è drenata da due piccoli fiumi, Marivel, che scorre verso est e raggiunge direttamente la Senna a Sèvres, e il Gally che raggiunge ad ovest il fiume Mauldre presso

Beynes. Entrambi questi corsi d'acqua hanno modificato il loro percorso a causa della recente urbanizzazione: il Gally ha subito modifiche al momento della costruzione del castello e del Grand Canal di cui è l'emissario naturale mentre il Marivel è oggi divenuto uno scarico fognario interamente coperto.

Causa la scarsità di portata dei fiumi citati, che quindi rendeva impossibile garantire un adeguato approvvigionamento idrico in grado di sostenere la portata richiesta dai bacini e dalle fontane, e di soddisfare le richieste di Luigi XIV, per il quale le fontane dovevano essere sempre funzionanti, architetti ed ingegneri proposero di volta in volta distinte soluzioni per risolvere l'inconveniente.

All'inizio si cercò di razionalizzare l'uso delle fontane del parco e solo i bacini più vicini al castello furono usati quotidianamente, dalle otto del mattino alle otto di sera. Le fontane, invece erano a pieno regime solo in occasioni speciali, come feste, visite di personalità, ma per non più tre ore per volta.

La ricerca delle acque irrigue portò all'avvio, quasi in contemporanea di grandi opere: la prima consisteva nella realizzazione di una rete idrica di collegamento tra gli stagni limitrofi all'area di Versailles finalizzata alla raccolta delle acque piovane; la seconda era incentrata sulla deviazione di un corso d'acqua che garantisse la portata necessaria; la terza mirava al sollevamento artificiale dell'acqua della Senna, fiume situato a pochi chilometri dalla reggia, per raggiungere il più vicino acquedotto collegato con Versailles. Pensate singolarmente, alla fine queste tre opere portarono alla creazione di un sistema idrico integrato con elementi interdipendenti.

L'opera idraulica risolutiva, conosciuta come "Macchina di Marly" e considerata la più grande macchina idraulica per il sollevamento delle acque mai costruita fino al 1684, fu realizzata da Rennequin Sualem, un vallone originario del principato di Liegi, sotto la supervisione dell'ingegnere capo del progetto e ideatore Arnold de Ville. Il cantiere iniziò nel 1681 e terminò nel 1684.

La macchina prende il nome da Marly, un piccolo centro situato a poca distanza da Versailles e noto per il suo castello, ma in realtà odiernamente situata nel comune di Bougival, dipartimento di Yvelines, a 7 km da Versailles.

Scopo della macchina era di sollevare l'acqua della Senna fino alla sommità della collina di Louveciennes, posta a 162 metri d'altezza rispetto al livello del fiume, da cui un acquedotto sotterraneo di 6 km conduceva l'acqua alla reggia per gravità, sfruttando i 37 metri di dislivello con i bacini del castello.

La costruzione e il meccanismo di funzionamento della macchina, di cui si parlerà più in dettaglio nel poster, comportò spese ingenti, e la disponibilità di 1.800 persone tra operai, carpentieri, fabbri, idraulici e altre maestranze, oltre ad una ingente quantità di legname, piombo, acciaio, ferro per la costruzione e manutenzione della macchina. Tale sistemazione permise di produrre circa 5.000 m<sup>3</sup> di acqua al giorno, pari a 34 m<sup>3</sup> per ora. Il rumore

prodotto dallo sfregamento delle parti metalliche era molto elevato, ciò nonostante la macchina funzionò ininterrottamente per 133 anni.

Nel 1817 Luigi XVIII ordinò la demolizione della macchina a causa della sua incapacità di assicurare una adeguata portata, che nel frattempo era scesa a soli 200 m<sup>3</sup> al giorno. Altri professionisti si cimentarono a trovare una soluzione, l'ultima delle quali rimase in funzione fino al 1963. Attualmente sono installate turbine elettriche che sollevano l'acqua e la conducono in sotterraneo verso gli impianti di Louveciennes, da cui è distribuita a circa 300.000 abitanti.

Elena Felluca <sup>1</sup>, Carlo Germani <sup>2</sup>

<sup>1</sup> Ricercatrice indipendente; *elena.felluca@gmail.com*

<sup>2</sup> Egeria Centro Ricerche Sotterranee (Roma); *carlo.germani@gmail.com*

L'acquedotto Traiano, realizzato per volere dell'imperatore Traiano nel 109 d.C., è il decimo degli undici acquedotti di Roma antica. Raccoglieva le acque di molte sorgenti attorno al lago di Bracciano, sui monti Sabatini, e raggiungeva Roma con un percorso in gran parte sotterraneo. Abbandonato intorno al IX secolo, fu completamente ristrutturato da Paolo V e rientrò in funzione nel 1612 con il nome di Acqua Paola. Tra il XVII e il XIX secolo vennero condotte nell'acquedotto le acque del lago di Bracciano e, con modalità diverse, quelle dei laghi di Martignano e Stracciacappa.

Le sorgenti originali, raccordate in rami disposti a raggiera attorno al lago, nel corso dei secoli sono andate distrutte, sono state destinate ad altri usi o se ne è persa memoria.

Gli autori, effettuando una accurata indagine sul territorio, hanno potuto ritrovare ed esplorare gran parte delle fonti, ricostruendone dettagliatamente il percorso fino al condotto principale. Il contributo riunisce il frutto di due progetti di ricerca indipendenti condotti sul campo da uno degli autori (Felluca) e dagli speleologi del CRS Egeria e Roma Sotterranea.

Giancarlo FERRARO<sup>1</sup>, Maria Teresa IANNELLI<sup>2</sup>, Anna Maria ROTELLA<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Geologo libero professionista –Geofisica misure

<sup>2</sup> Già funzionario archeologo Soprintendenza Archeologia della Calabria

<sup>3</sup> Archeologo libero professionista, collaboratore esterno Soprintendenza Archeologia della Calabria

#### Abstract

L'abitato della città di *Hipponion-Vibo Valentia* è compreso all'interno di un ampio terrazzo, degradante con pendenze relativamente moderate verso Nord-Ovest. La superficie terrazzata si mostra allungata in direzione SE-NO, con evidenti condizionamenti, nel suo sviluppo, dovuti a motivi tettonici. L'area terrazzata presenta un culmine altimetrico nella zona del Castello (570 m s.l.m.), segue una fascia relativamente acclive, degradante in direzione Nord-Est, interessata da terrazzamenti antropici; quindi una zona di raccordo tra questa e quella sub-pianeggiante coincidente con la vallecola, molto svasata, del *Fosso Sant'Aloe*.

L'assetto geologico è caratterizzato dalla presenza di un basamento metamorfico di medio-alto grado (scisti e gneiss quarzoso-biotitici granatiferi) interessati da coperture colluviali e orizzonti pedogenetici di spessore e composizione molto variabile, ma in prevalenza fini. La superficie terrazzata del vasto altopiano è legata a processi di erosione marina in età pleistocenica. I suoli dell'area si impostano su coltri derivanti da forti processi di alterazione realizzatisi su lembi di depositi marini terrazzati, a granulometrie medio-fini, o direttamente sulle metamorfite del substrato, con minerali argillosi di neoformazione, dalla colorazione rossastra per l'alto contenuto di ossidi di ferro. Sia le dinamiche idrauliche che quelle morfogenetiche dell'area, sono state fortemente condizionate dagli interventi antropici succedutesi nel tempo.

Integrando i dati geomorfologici, quelli stratigrafici acquisiti attraverso attività d'indagini preventive (carotaggi archeologici) e i dati derivanti da scavi archeologici, gli autori formulano alcune ipotesi sull'evoluzione dell'assetto dell'area relativa all'abitato antico:

- Come può rilevarsi dalle ricostruzioni stratigrafiche in varie zone della città, è presumibile che l'impianto greco (seconda metà del VII sec. a.C.) sia stato preceduto da una fase erosiva caratterizzata da incisioni relativamente profonde, con una rete idrografica ben più complessa di quella attuale.
- La fase di colonizzazione greca sembra "assecondare" le dinamiche idrauliche naturali con interventi di sistemazione e di protezione dall'erosione costituiti da

argini e briglie in muratura (attestazioni in tal senso sono state rinvenute in via G. Murat).

- Già prima della colonizzazione romana, forse per cambiamenti climatici, deve essere iniziato un processo di sovralluvionamento sui versanti e all'interno di alcune antiche incisioni, come testimonia la presenza diffusa di suoli policiclici; il fenomeno viene ad accelerarsi per motivi antropici durante la colonizzazione romana, che evidentemente comprende un riassetto urbano con la realizzazione di terrazzamenti lungo i versanti e di importanti colmate all'interno delle incisioni. Situazioni del genere si incontrano, ad esempio, nell'area del *Fosso Sant'Aloe*, dove la stratigrafia di alcuni carotaggi vede la presenza di oltre 5 m di colluvi interessati da pedogenesi policiclica, indicativa di un interrimento più o meno graduale. Sempre nella stessa area si rinvencono delle colmate antropiche: in questo caso il terreno di copertura si presenta meno pedogenizzato, a tessitura molto eterometrica e contenente abbondanti frammenti di ceramica e di strutture.

Maria Grazia FILETICI, Patrizia FORTINI, V. ROCCELLA, Edoardo SANTINI

Soprintendenza Speciale per il Colosseo, il Museo Nazionale Romano e l'Area Archeologica di Roma

### Abstract

L'inondazione del Foro Romano Palatino del novembre 2011 ha, con grande evidenza, sottolineato il rischio idro-geologico al quale era sottoposta l'area archeologica di Roma. È stato dunque varato un grande progetto per la sicurezza e la revisione complessiva dei sistemi idraulici antichi e per la riorganizzazione dello smaltimento delle acque bianche e nere. Nell'ambito di questo progetto sono stati condotti ampi lavori di restauro e adeguamento strutturale del condotto fognario posto sotto la Via Sacra. Tale condotto (individuato, svuotato, restaurato e rimesso in funzione durante gli scavi condotti da G. Boni) raccogliendo condotti minori che provengono dalle pendici settentrionali del Palatino e da quelle meridionali della Velia, funziona da collettore di fondo valle nel tratto compreso tra il Tempio di Venere e Roma e la Cloaca Massima sotto il Foro Romano.

I lavori si sono svolti seguendo diverse fasi, alle prime ricognizioni conoscitive è seguita una fase di pulizia dai detriti accumulatisi nell'ultimo secolo. Successivamente si è proceduto ad un puntuale rilievo della struttura, operazione propedeutica non solo alla conoscenza dell'opera ma anche alla progettazione del restauro. Le attività di restauro (condotte con una metodica e con tecniche compatibili con i luoghi su cui si è intervenuti e che hanno messo a punto, in particolare per il piano di scorrimento, una nuova metodologia di intervento) sono state condotte, inizialmente, per sanare le diverse lesioni formatesi, successivamente, per adeguare l'infrastruttura alle normative vigenti e al suo attuale utilizzo; il tutto senza interrompere il funzionamento del collettore durante i lavori.

Le informazioni del rilievo preliminare sono state integrate, in occasione dei lavori di consolidamento e restauro del condotto da misurazioni manuali ed osservazioni dirette sulle caratteristiche strutturali ed archeologiche dello speco, lo spessore dei muri e la tipologia dell'opera muraria in cui gli stessi sono realizzati. Nella stessa occasione si è provveduto a realizzare un'ampia ed esaustiva documentazione fotografica. La documentazione così prodotta è stata integrata con la documentazione storica e di archivio, in particolare per tutte quelle aree non interessate direttamente dai lavori. La raccolta di una grande quantità di dati archeologici ha così portato ad una più puntuale scansione temporale delle diverse fasi costruttive del condotto e a una sua migliore comprensione tecnica.

Il condotto risulta oggi composto da porzioni costruite con diverse tecniche murarie, di diverse epoche, che coprono un lasso cronologico compreso tra il V sec. a.C. e il III d.C. Ogni tratto risulta sapientemente raccordato con il precedente e realizzato per rispondere alle esigenze che ogni intervento aveva dovuto porre. Il canale si adegua sinuosamente a quella che doveva essere l'orografia dell'area e alla sua vocazione di collettore di fondovalle ricevendo quasi 60 condotti laterali in circa 300 metri di lunghezza.

Ilaria FRONTORI

#### Abstract

Come è noto ai suoi abitanti, fino ai primi decenni del secolo scorso Milano doveva avere sembianze piuttosto diverse dalle attuali, soprattutto per via del suo stretto legame con l'acqua, garantito da una fitta rete di canali artificiali e da un articolato apparato idrico alimentato da fontanili e risorgive. L'origine dell'intero sistema, che nel corso dei secoli si è progressivamente adattato allo sviluppo della città romana, medievale e moderna, va ricondotta agli iniziali processi di romanizzazione del territorio e ai primi interventi di pianificazione urbana, direttamente connessi ad ampie opere di regimazione idrica. Proprio all'istituzione del municipium del 49 a.C. si datano infatti i più antichi tentativi di deviazione e incanalamento dei corsi d'acqua naturali che scorrevano nel territorio circostante, allo scopo di controllare e gestire la potente risorsa, realizzare un'autonoma ed efficiente rete di acque interne e una solida difesa del nucleo urbano.

L'intensa sovrapposizione edilizia che ha interessato Milano dall'età post-medievale ai giorni nostri ha irreversibilmente cancellato, con scarse possibilità di recupero, buona parte del vasto apparato idrografico e delle principali opere idrauliche di età romana: ciò nonostante, l'analisi dei dati emersi da alcuni recenti contesti archeologici, confrontata con le testimonianze delle fonti storiche e cartografiche, sembra fornire elementi di primaria importanza nell'ottica della ricostruzione di tale sistema, ponendo l'accento su aspetti fino ad oggi considerati marginalmente. I cospicui rinvenimenti di opere di canalizzazione, di infrastrutture idriche e di tratti del fossato difensivo portano dunque a riaprire il dibattito sul reale aspetto della città antica, rivalutando l'importanza dell'elemento "acqua" nella definizione della sua corretta fisionomia, ben prima dell'imponente realizzazione dei navigli.

LA CARTA DEGLI ANTICHI ACQUEDOTTI. UN PROGETTO DELLA COMMISSIONE NAZIONALE CAVITÀ ARTIFICIALI DELLA SOCIETÀ SPELEOLOGICA ITALIANA

Carla GALEAZZI <sup>1</sup>, Carlo GERMANI <sup>1</sup> & Mario PARISE <sup>3</sup>

<sup>1</sup> Commissione Nazionale Cavità Artificiali, Società Speleologica Italiana

<sup>2</sup> Egeria Centro Ricerche Sotterranee, Roma

<sup>3</sup> CNR-IRPI, Bari

Autore di riferimento: Mario Parise – m.parise@ba.irpi.cnr.it

Abstract

Da oltre dieci anni la Commissione Nazionale Cavità Artificiali (CNCA) della Società Speleologica Italiana (SSI) ha avviato un progetto di censimento e catalogazione delle antiche strutture acquedottistiche sul territorio nazionale, che si sviluppano, in parte o del tutto, in sotterraneo: la Carta degli Antichi Acquedotti. I risultati parziali del progetto sono stati presentati in più occasioni nell'ambito di incontri e congressi internazionali, a testimonianza della rilevanza di tali strutture di idraulica antica, e della grande importanza che ad esse viene data a livello internazionale. Nel presente contributo si fornisce un aggiornamento sullo stato dell'arte del progetto, e si indicano le potenziali linee di sviluppo per attività future.

L'Italia presenta sul suo territorio un enorme quantitativo di opere idrauliche, con lunghezze anche superiori ad alcune decine di chilometri, che rappresentano una valida documentazione delle capacità e tecniche ingegneristiche delle antiche comunità. Grazie allo sviluppo per gran parte sotterraneo, molte di queste opere idrauliche si sono conservate pressoché intatte per millenni. Scopo principale del progetto è la raccolta organica del materiale esistente sugli antichi acquedotti sotterranei in Italia, sia per mezzo di dirette esplorazioni speleologiche che mediante l'analisi della documentazione esistente, al fine di realizzare un dettagliato inventario e contribuire alla salvaguardia di queste opere di ingegneria idraulica di importanza storica unica. Una apposita scheda digitale, consistente in tre sezioni, è stata elaborata, e utilizzata per la raccolta sistematica di dati e informazioni rilevanti per ciascun singolo acquedotto. I due vincoli spazio-temporali stabiliti per l'inclusione di un acquedotto nella banca dati sono i seguenti: il limite temporale superiore è definito al XVIII secolo, e l'acquedotto deve essere lungo almeno 400 metri. Sono stati identificati e censiti oltre 140 acquedotti a sviluppo ipogeo, distribuiti lungo l'intero territorio italiano. Essi rappresentano il prodotto di enormi sforzi da parte delle antiche popolazioni, frutto di notevoli capacità tecniche ed ingegneristiche, oltre che di una elevate

conoscenza degli aspetti geologico-morfologici ed idrogeologici del territorio. L'importanza di tali opere è ulteriormente testimoniata dal fatto che gran parte di esse sono ancora funzionanti al giorno d'oggi, o potrebbero essere rimesse in funzione con limitati interventi. Naturale corollario della Carta degli Antichi Acquedotti è stato poi il censimento di altre opere idrauliche antiche, come gli emissari dei laghi vulcanici o dei polje carsici dell'Italia centrale. Esistono infatti numerosi contesti geomorfologici che hanno reso necessaria, nel corso dei secoli, la realizzazione di emissari sotterranei per la regolazione dei livelli idrici di specchi d'acqua permanenti e/o temporanei. Tali interventi sono stati di frequente progettati ed eseguiti per determinate finalità antropiche, quali l'attività agricola, o per l'utilizzazione delle risorse idriche verso insediamenti abitativi: gli Etruschi e poi i Romani, tra il VI sec. a.C. e il II d.C., provvidero, ad esempio, a scavare gallerie imponenti per mezzo delle quali riuscirono a mettere a regime numerosi bacini, tra i quali si ricordano gli emissari del Lago di Nemi e del Lago del Fucino.

In definitiva, gli antichi acquedotti costituiscono pregevoli testimonianze storiche ed archeologiche di antiche opere di ingegneria idraulica, allo stesso tempo evidenziando una gestione delle risorse naturali attenta e sostenibile, basata sulla necessità di non stravolgere il delicato equilibrio naturale, al fine di un utilizzo consapevole delle risorse idriche.

Edoardo GAUTIER DI CONFIENGO

Abstract

E' noto da tempo l'uso dell'energia idraulica in epoca romana per la produzione di farina. L'archeologia ha ritrovato un considerevole numero di impianti, a Roma come in numerose località dell'Impero dall'estremo orientale a quello occidentale. Una recente pubblicazione (Wikander 2000) elenca quarantaquattro impianti identificati; nuovi ritrovamenti aumentano questo numero. Lo studio di alcuni condotti idraulici portati alla luce negli anni '20 del '900 a Gerasa (Seigne-Morin 2008), ha recentemente permesso di comprendere che essi erano destinati ad alimentare una macchina idraulica per segare il marmo: due colonne parzialmente tagliate in senso assiale davano prova di questo tipo di funzionamento. Impianto simile è stato trovato a Efeso e, sempre in Asia Minore, a Ierapolis di Frigia, l'epigrafe sepolcrale di Aurelio Ammiano porta inciso lo schema di funzionamento della macchina con l'immagine di un parallelepipedo di marmo in fase di taglio. Le applicazioni si ampliano se si considera il sistema di frantumazione del minerale nelle miniere aurifere di Las Médulas di Spagna e in quello (ancora in fase di studio) per battere le pelli in fase di concia nella fullonica di Sepino.

La diffusione di questi impianti idraulici e la diversità delle loro applicazioni permette di riflettere sulla ragionevole ipotesi dell'esistenza di tipologie di macchine per altre lavorazioni. Torni ad esempio ?

Le poche tracce lasciate sono dovute alla tipologia dei materiali che erano usati nella costruzione di questi impianti; quelli deperibili come il legno per i condotti idraulici, per le ruote e gli ingranaggi si sono degradati ed hanno lasciato poche tracce. Materiali pregiati come bronzo ed altri metalli sono stati oggetto di concupiscenza e facilmente asportati. Le tracce della loro esistenza sono quindi estremamente labili, mancano le macine di pietra come per i mulini. E' opportuna una riflessione su queste tematiche per fornire agli archeologi strumenti per riconoscere eventuali presenze nel corso dei loro scavi.

Enrico GENNARI<sup>1</sup>, Patrizio PACITTI<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Consigliere Nazionale SIGEA

<sup>2</sup>Libero professionista

## RIASSUNTO

L'acquedotto romano di Pesaro ha origine (*caput aquae*) all'interno del bacino nord del Fosso dei Condotti, alle pendici di Novilara, località amena d'importanza storico-archeologica e paesaggistica, già nota anche per la presenza di un importante sito archeologico romano, dove sono state scoperte recentemente ulteriori tombe a seguito dei lavori di ampliamento della 3<sup>a</sup> corsia A14. I terreni interessati dalle captazioni delle sorgenti e attraversati dall'acquedotto romano sono di età alto-miocenica e pliocenica con litologie caratterizzate da alternanze sabbioso-arenacee ed argilloso sabbiose subordinate, con talora ridotti depositi fluviali sabbioso-ghiaiosi di età pleistocenica. L'opera idraulica principale diparte dalle pendici del Monte Fuga, presso Novilara, e scende nella piccola valle lungo il Fosso dei Condotti; attraverso cunicoli principali e secondari posti a profondità variabili, discende assecondando l'andamento geomorfologico della Valle dei Condotti fino alla località di Muraglia, e da qui giunge con pregevoli opere di ingegneria idraulica archeologica, fino al centro della Città di Pesaro (Piazza del Popolo). Grande è il valore storico, archeologico, idraulico e culturale di questa opera che già in precedenti occasioni è stata oggetto di attenzioni e studi specifici, ma che necessita di urgenti interventi di manutenzione ordinaria-straordinaria e di valorizzazione. Partendo da alcune più recenti ricerche effettuate in occasione della realizzazione dei lavori della 3<sup>o</sup> corsia A14, si sono potute approfondire le conoscenze di un tratto iniziale, che comprende una decina di pozzi di ispezione (*lumina*) ed alcuni rami laterali che convergono nell'arteria principale. I pozzetti hanno una sezione circolare: le costruzioni sono ancora generalmente solide, con mattoni sagomati (probabilmente i più antichi), le murature presentano gli appositi incavi (*pedarole*) per facilitare la discesa nella condotta, ma il sistema si sta deteriorando gravemente, perdendo la funzionalità idraulica e le qualità architettoniche ed archeologiche. Volte, massetti, fondo dei cunicoli e camere rappresentano pregevoli esempi di ingegneria idraulica sepolta, ricavati direttamente nelle bancate arenacee tipiche delle formazioni geologiche presenti; presentano incrostazioni, concrezioni, depositi e radici che stanno deteriorando la funzionalità e la bellezza delle iscrizioni ed i sorprendenti particolari costruttivi che costituiscono rari esempi della creatività e genialità dei romani: sul fondo e

nelle volte sono presenti crostoni stalagmitici anche di grosse dimensioni e rara bellezza che vanno ad impreziosire le condotte a volta alla cappuccina, scivoli, salti di quota dove l'acqua veniva, ed ancora viene, raccolta e veicolata attraverso numerose feritoie, bocchette di captazione e condotte a geometria variabile. Un patrimonio da custodire, conoscere meglio, riscoprire, tutelare, divulgare e valorizzare, possibilmente attraverso un progetto congiunto di valorizzazione dei numerosi patrimoni storico-archeologici e culturali della Città di Pesaro, rappresentato oltre che dal citato sito Piceno di Novilara (sede di importanti tombe), delle numerose Domus e mosaici presenti nella Cattedrale ed in altre parti della città romana.

Giacinto Cosimo GENTILE

Gruppo Speleo Statte (TA)

Abstract

A meno di un chilometro a nord delle coste del mar Piccolo di Taranto si trova un'antica masseria denominata San Pietro.

Situata in un piccolo villaggio ed immersa negli ulivi secolari nasconde sotto di essa un interessante e pregevole cunicolo.

Si tratta di una parte di un antico acquedotto, di probabili origini romane, dalle dimensioni variabili, scavato nella roccia, che oggi troviamo fortemente alterata e disfatta.

Lo studio ha portato al rilievo dell'ipogeo e ad una sua collocazione territoriale, al fine di poterne definire in maniera oggettiva il suo percorso.

Non mancano i riferimenti storici nonostante le scarse informazioni esistenti.

**PROGETTO *ALBANUS*: ANALISI STRUTTURALE E DELLE TECNICHE DI REALIZZAZIONE  
DELL'EMISSARIO DEL LAGO ALBANO (ROMA, ITALIA)**

Carlo GERMANI<sup>1-2</sup>, Carla GALEAZZI<sup>1-2</sup>, Mario MAZZOLI<sup>2-3</sup>

<sup>1</sup> Egeria Centro Ricerche Sotterranee (Roma)

<sup>2</sup> Hypogea Ricerca e Valorizzazione Cavità Artificiali

<sup>3</sup> A.S.S.O. (Roma)

Autore di riferimento: carlo.germani@gmail.com

Abstract

Dal 2014 è in corso uno studio condotto dalla Federazione Hypogea - Ricerca e Valorizzazione Cavità Artificiali denominato *Progetto Albanus*, che ha l'obiettivo di riesplorare, studiare e documentare l'antico emissario del lago Albano. Il contributo riassume le difficoltà incontrate nel parziale ripristino della percorribilità del condotto ed i primi risultati dello studio, tutt'ora in corso con ausilio di tecniche speleo-subacquee, durante il quale è stata acquisita la topografia della struttura e sono state analizzate le tecniche di scavo. L'emissario del lago Albano, o di Castel Gandolfo, situato pochi Km a sud di Roma, fu realizzato secondo Tito Livio fra il 398 e il 397 a.C. per regolarizzare il bacino che, privo di sbocchi naturali, era soggetto a forti variazioni di livello a seconda delle precipitazioni atmosferiche. Contrariamente a quanto avvenuto per alcuni specchi d'acqua minori del Lazio (Pantano Secco, Vallericcia, Pavona, Marco Simone) che furono completamente prosciugati, Albano e il vicino lago di Nemi furono regolati mediante condotti sotterranei sia perché molto profondi sia per mantenere, con buona probabilità, un'ampia conserva d'acqua utilizzabile nell'irrigazione. L'epoca di realizzazione, le difficoltà tecniche incontrate nello scavo, la funzionalità rimasta intatta sino ai nostri giorni collocano l'emissario Albano fra le più importanti testimonianze del nostro passato.

Il progetto è dedicato alla memoria del Prof. Vittorio Castellani, astrofisico, accademico dei Lincei e speleologo che studiò l'emissario alla fine degli anni '70.

Clara Annarita GIANNITRAPANI - Archeologa – Ricercatrice indipendente

#### Abstract

L'antico acquedotto Vergine nasceva presso l'VIII miglio dell'antica via Collatina, circa al km 10,500 della via attuale. Le sorgenti si trovavano nell'antico Agro Lucullano, che comprende l'odierna Salone. Dall'epoca di Agrippa ad oggi nel bacino imbrifero di Salone confluiscono le acque che vengono filtrate attraverso i banchi di pozzolana e generano a poco a poco ricche sorgive sotterranee, che fuoriuscendo dal terreno vulcanico danno vita a ricche polle. Da un gruppo di quattro di queste polle nasce il nucleo principale delle sorgenti dell'acqua Vergine. Gli ingegneri romani, oltre a captare le acque dalla sorgente, fecero confluire nel condotto principale acqua dalle aree sorgentifere limitrofe al bacino. Questo non avvenne solo nel bacino delle sorgenti, infatti, l'acquisizione di acqua attraverso i cunicoli secondari fu attuata lungo tutto il percorso, tramite un gigantesco cunicolo di drenaggio nel condotto dell'acquedotto. In tal modo fu costituito un sistema di raccolta e convogliamento delle acque potabili presenti lungo tutto il percorso, fino a Roma. Utilizzando fonti letterarie ed evidenze archeologiche ho dimostrato che i problemi di staticità del tratto extra extraurbano dell'acquedotto si presentarono già pochi anni dopo la messa in opera. Le diverse variazioni dello speco fanno desumere che la composizione del terreno (in particolare tufo) e la velocità dell'acqua in alcuni tratti abbiano prodotto dei problemi all'interno del canale, alcuni risolti durante la costruzione dell'acquedotto stesso, altri in anni non molto distanti dalla fine dei lavori. E' probabile che tali accorgimenti presi nel tratto extraurbano per rallentare la velocità dell'acqua, ad un certo punto non siano stati più sufficienti e gli idraulici romani scelsero di dotare l'acquedotto di una *piscina limaria*. Quasi tutti gli acquedotti romani ne erano dotati, pertanto sembra scontata la presenza di tale struttura lungo il percorso dell'acquedotto Vergine, ma in realtà la costruzione della *piscina* non era prevista nel progetto originario di Agrippa, fu costruita circa cento anni dopo, in età Adrianea. La *piscina limaria* era una struttura coperta, sufficientemente voluminosa, in grado di rallentare la velocità dell'acqua e permettere la precipitazione delle particelle in sospensione e altre impurità. L'acqua Vergine era rinomata per la sua purezza, un dato confermato dagli scarsi residui di calcare lungo il condotto dell'acquedotto. Quello che resta da determinare è se la velocità dell'acqua Vergine sia stata sempre la stessa fin dall'inizio della costruzione originaria o se ci sia stato un maggiore afflusso di acque mediante le vene convogliate successivamente nel condotto. Per avere un quadro completo della situazione bisognerebbe condurre degli studi climatologici e geologici per capire quali fattori esterni possano aver influito sul condotto e possano aver influito sulla tenuta dall'opera idraulica, sulla velocità e pressione del liquido al suo interno.

## COSTRUZIONE E MANUTENZIONE DI MULINI A RUOTA ORIZZONTALE E DI GUALCHIERE NELLA BASILICATA DEL XIX SECOLO

Maria Carmela GRANO<sup>1,2</sup>, Maurizio LAZZARI<sup>1</sup>

<sup>1</sup>CNR-IBAM; <sup>2</sup>Università "Sapienza" Roma; mc.grano@ibam.cnr.it

<sup>1</sup>CNR-IBAM, C/da S. Loja, zona industriale, Tito Scalo (PZ); m.lazzari@ibam.cnr.it

### Abstract

Attraverso lo studio sistematico e diacronico di documenti e cartografie inedite d'archivio, sono stati catalogati e identificati sul territorio dell'intera regione Basilicata antichi opifici idraulici come mulini per la macinatura dei cereali, gualchiere per follare i panni di lana, segherie e frantoi ad acqua. Tutte queste strutture, che per semplicità definiamo con la parola mulini, si differenziano per la tecnologia dei meccanismi in due grandi categorie: mulini a ruota orizzontale e mulini a ruota verticale. Attraverso analisi statistiche dai dati raccolti nel corso di 3 anni di ricerca, le caratteristiche costruttive di oltre 800 strutture idrauliche sono state messe a confronto, individuando i principali accorgimenti tecnologici, maturati sul terreno, per prove ed errori, piuttosto che sui manuali di idraulica. Lo studio ha individuato anche le caratteristiche del territorio e dei corsi d'acqua maggiormente favorevoli per il posizionamento di un mulino. Inoltre, poiché il funzionamento dei mulini non poteva prescindere da una costante manutenzione dei macchinari e dei canali di derivazione dell'acqua, sarà presentata una analisi dei costi di costruzione e manutenzione di alcuni mulini, esistenti in Basilicata nel XIX secolo.

Giancarlo GUADO – Sigea

#### Abstract

Nel I secolo a.C. il geografo greco Strabone, notando che “i Romani posero ogni cura su tre cose sopra a tutte, che furono invece trascurate dai Greci, l’aprire cioè strade, il costruire acquedotti, il disporre nel sottosuolo le cloache”, coglieva in pieno l’importanza che la mentalità romana diede alla realizzazione di opere complesse di ingegneria civile. I Romani furono un popolo di grande spessore nella realizzazione di opere di pratica utilità; spiriti pratici per eccellenza, furono i primi a promuovere l’evoluzione e lo sviluppo dell’ingegneria con tecniche così moderne e risultati talmente maestosi e duraturi, da stupire persino nel terzo millennio. La costruzione di strade, acquedotti, impianti fognari, ponti, disseminati fin nelle più remote province dell’impero, dei quali ancora oggi rimangono testimonianze tangibili, è da considerarsi uno dei tratti distintivi e forse più importanti della civiltà latina, un vero e proprio “marchio di romanità”, unico e insuperato per più di mille anni. L’ingegneria idraulica romana nasce nella Roma dei Tarquini, tra il settimo e il sesto secolo prima di Cristo. Nella florida città fluviale nascono i canali di drenaggio, una tecnica derivata dagli Etruschi e, tra le prime grandi opere di urbanizzazione, viene costruita la Cloaca Massima, una delle più antiche condotte fognarie, realizzata usufruendo ancora dell’esperienza etrusca. In quattro secoli, tra il 312 a.C. e il 52 d.C., si sviluppa la tecnica degli acquedotti che ben presto diventano nove, poi, nei secoli immediatamente successivi, undici. La scelta tra i diversi sistemi di approvvigionamento era legata a esigenze reali, ma l’obiettivo generale rimaneva, così come nei sistemi moderni, quello di creare infrastrutture tenendo conto della richiesta e della qualità dei servizi, ma contenendo per quanto possibile i costi. Per circa quattro secoli i Romani non avevano avuto altro che l’acqua del Tevere, dei pozzi e delle fontane che sgorgavano in città. Nell’anno 442 il censore Appio Claudio cominciò la costruzione di un acquedotto che, per mezzo di un lungo canale, portò l’acqua a Roma da una distanza di 11 km. Da allora i Romani costruirono gli altri acquedotti. I vari canali, prima d’entrare in Roma, depositavano l’acqua in vasti purgatori (*Piscinae*) dove essa si ripuliva del limo e di ogni altra sostanza impura, quindi riprendeva il suo corso ed andava a sboccare in punti diversi della città e dentro altri cisternoni. Il fondo di questi cisternoni era traforato da tanti calici o imbuti di piombo che davano inizio a condotte, sempre in piombo, sotto terra che portavano acqua nelle case ed in ogni luogo che n’avesse necessità per usi pubblici o privati. Valutando i traguardi dell’ingegneria romana, non si può che rimanere stupefatti, riconoscendogli una modernità, un’efficienza e una genialità che travalicano i limiti temporali, rendendo quell’esperienza unica e irripetibile. Essa è forse

veramente “la più alta manifestazione della grandezza di Roma”, come affermava Frontino. Di sicuro, rappresenta una delle eredità più autentiche che i Romani hanno lasciato al mondo. Le testimonianze letterarie di questo sapere teorico/pratico sono in Vitruvio e Plinio il Vecchio.

Il cisternone romano di Formia è da inquadrare in questo ampio capitolo che riguarda le grandi opere idrauliche realizzate da Roma antica. Formia si trova sul mar Tirreno, nel golfo di Gaeta, non lontano dall'attuale confine fra Lazio e Campania. Il "Cisternone Romano" di Formia, datato al I sec. a.C., è un'imponente struttura ipogea scandita in senso longitudinale da file di pilastri che suddividono l'ambiente in 4 navate coperte da volte a pseudo-crociera. Presenta forti affinità tipologiche con due delle più importanti cisterne del mondo antico, quali la "*Piscina Mirabilis*" di Miseno e la celebre "*Yerbatan Saray*" di Istanbul, e può essere considerato un importante tassello nel recupero archeologico delle principali testimonianze dell'ingegneria idraulica romana. La struttura, perfettamente conservata, è suddivisa da file di pilastri in quattro navate coperte da volta a crociera aperta. Esso fu costruito appoggiando il lato più lungo all'interno delle mura poligonali. Sulle sue volte ciclopiche sono state costruite quattro strade e undici case. Dal bacino di raccolta, tramite un'articolata rete di distribuzione, l'acqua veniva fornita agli edifici pubblici (terme, fontane, ninfei) e privati (residenze, botteghe artigianali, impianti commerciali) della città di pianura.

Paola GUGLIELMI & Mario BENTIVENGA

Dipartimento di Scienze – Università degli Studi della Basilicata – via dell'Ateneo Lucano, 10  
– 85100 Potenza – Tel. 0971205834, e-mail: [mario.bentivenga@unibas.it](mailto:mario.bentivenga@unibas.it)

Abstract

I vecchi mulini ad acqua, oggi esempi di archeologia industriale, sono presenti numerosi in Basilicata, in particolare nell'alta val d'Agri. Per questo lavoro si è scelto di studiare in dettaglio il contesto idrogeologico, costruttivo e storico dei vecchi mulini ad acqua presenti nel territorio comunale di Tramutola (provincia di Potenza), alimentati da sorgenti e dai corsi d'acqua situati lungo il versante destro dell'alta valle del fiume Agri.

L'area di studio ricade nel settore assiale dell'Appennino meridionale, dove affiorano Unità Lagonegresi (Trias sup.-Cretaceo inf.), Unità della Piattaforma appenninica (Trias sup.-Burdigaliano sup.), Unità Liguridi (Cretaceo sup.), successioni fliscioidi di *thrust-top* (Burdigaliano-Langhiano) e depositi quaternari (Scandone, 1972; Patacca & Scandone, 2007; Carbone et alii, 1991). Il contatto tra terreni molto permeabili (calcarei fratturati) e terreni meno permeabili (terreni fliscioidi e lagonegresi) ha permesso la localizzazione di numerosi sorgenti per soglia di permeabilità. La rete idrografica ha uno scarso drenaggio superficiale sui rilievi carbonatici, mentre si presenta con una buona gerarchizzazione su terreni prevalentemente argillosi (AA. VV., 2003).

Nel territorio di Tramutola, la presenza di corsi d'acqua e di sorgenti perenni ha fatto sì che, nei secoli scorsi, la popolazione sfruttasse sapientemente questa risorsa attraverso i mulini ad acqua allo scopo di produrre energia meccanica per la macinazione del grano (Penta, 2011). A questo si aggiunge, da una parte la diffusione della coltivazione dei cereali, favorita da buone condizioni climatiche e pedologiche, dall'altra, la presenza dei monaci che fecero dell'attività molitoria un mezzo di sostentamento, uno strumento atto a valorizzare le risorse del territorio oltre che a mantenere un ruolo primario nella vita sociale ed economica dal XII al XVIII secolo (Masini, 2009).

I mulini di cui rimangono i resti e che consentono di ricostruire il funzionamento e la tipologia, sono *Mulino Capo l'acqua* che si trova nel centro abitato di Tramutola e *Mulino San Carlo*, nell'omonima località in periferia del centro abitato, entrambi alimentati dalla sorgente Capo d'acqua. Vi sono i resti di un terzo mulino, sito nei pressi di Tempa di Cavolo, *Mulino Caolo*, alimentato dalla sorgente Capocavolo. I documenti e le ricostruzioni storiche attribuiscono ai due mulini una datazione tra il XV ed il XVI secolo (Masini, 2009 *cum*

*biblio*). L'elemento caratterizzante del primo mulino, *Capo l'acqua*, è l'integrazione col tessuto urbano e sociale dell'abitato. L'acqua proviene da una sorgente ad un'altitudine di 850 m circa e, con un salto di quota di 180 m, raggiunge il mulino. Il mulino che si trova al di fuori dell'area urbana dell'abitato di Tramutola, in località San Carlo, si distingue da quello "urbano" per la presenza di un acquedotto, sopraelevato su archi, che alimentava la macchina idraulica. Una torre a base poligonale convogliava la caduta d'acqua di circa 9 m utile a raggiungere la differenza piezometrica.

La ricostruzione dei meccanismi, simili per entrambe le strutture, portano a definirli come "mulini a ritrecina" caratterizzati da una ruota idraulica orizzontale collegata ad un albero che consentiva la rotazione della macina mobile (Meuti *et alii*, 2011). I meccanismi del mulino Capo d'acqua sono stati recuperati ed in parte ricostruiti, a differenza di quello in località San Carlo di cui rimangono pochi resti.

Un aspetto interessante dei mulini è l'uso "integrato" e sostenibile che si faceva in passato delle risorse idriche e, a questo riguardo, Tramutola è un caso esemplare. L'acqua, prima ancora di azionare il mulino, veniva impiegata per usi domestici e per abbeverare gli animali. Dopo aver attraversato il mulino, veniva impiegata per l'irrigazione dei campi. Nel XVI secolo, l'acqua di scarico dei mulini veniva impiegata ad uso industriale per la macinazione e la lavorazione del lino e nelle concerie. Si può quindi parlare di una sorta di "ciclo dell'acqua" in cui confluivano tutte le attività economiche e domestiche dell'uomo.

Jens KOEHLER

The American University of Rome

Abstract

Questa relazione vuole presentare alcune proposte riguardo la progettazione e costruzione del cosiddetto Acquedotto Alessandrino.

Nel 226 d.C. l'imperatore Alessandro Severo inaugurò, secondo le fonti, l'*Aqua Alexandriana*, l'ultimo acquedotto della Roma antica, insieme alle nuove terme nel *Campus Martius*. Dopo gli studi settecenteschi di Raffaele Fabretti, gli imponenti ruderi di un acquedotto fra la Via Casilina e la Via Prenestina, all'est della città, vengono identificati con l'Acqua Alessandrina. Oltre alla dubbiosa identità ed alla incerta destinazione – l'intero tratto urbano è sconosciuto – tante altre domande si pongono ancora oggi al ricercatore.

Poche centinaia di metri dopo la captazione delle acque sorgive, lo *specus* emerge dal sottosuolo e prosegue per la valle di Pantano Borghese, prima appoggiato su un muro e poi sugli archi. L'inclinazione laterale del acquedotto, le multiple perdite di acqua, che hanno formato vere colonne di calcare, e l'aggiunta di un secondo *specus* sovrapposto – già noto all'Ashby – raccontano dei gravi problemi tecnico-edilizi sul terreno paludoso. Non solo a Pantano Borghese, ma anche lungo tutto il tratto della Acqua Alessandrina si osservano successivi interventi di manutenzione, la cui data è ancora da stabilirsi tra il III secolo d.C. e il periodo medievale.

Pamela MANZO

Archeologa - independent researcher - pamelamanzo@libero.it

Abstract

Il presente contributo costituisce rielaborazione di parte di una tesi di laurea magistrale dal titolo "*I putealia romani: usi, tipologie e iscrizioni degli esemplari di Pompei e Ostia*". Ci si propone di delineare in questa sede il concetto generale di *puteal*, inteso come vera (o bocca) di un pozzo, o del foro di presa di una cisterna, la cui funzione primaria consiste nella protezione di tali cavità, agevolandone inoltre l'estrazione dell'acqua. Per completezza, verranno innanzitutto elencati i contesti – pubblici, privati e sacri, con particolare riferimento ai casi di Pompei e Ostia – in cui è attestata la presenza delle vere da pozzo e il materiale in cui sono prevalentemente realizzate (marmo e terracotta). Lo studio dei *putealia* è inoltre direttamente connesso a quello dell'ingegneria idrica, soprattutto laddove il singolo manufatto si trovi ancora nel suo contesto originario. Pertanto, la parte più consistente dell'intervento verterà sull'analisi degli aspetti tecnico-funzionali, analizzando sia gli attrezzi connessi e finalizzati al sollevamento dell'acqua, sia gli altri utensili di corredo (recipienti e coperchi). A tale scopo si prenderanno in considerazione fonti di diverso genere: si esamineranno gli evidenti segni lasciati sui *putealia*, confrontandoli con le numerose testimonianze ricavate soprattutto dalle pitture, dai rilievi e dalle monete. Si farà inoltre riferimento alle informazioni provenienti da varie zone del mondo greco e romano e alle notizie che si possono ricavare dall'opera di Vitruvio riguardanti le macchine utilizzate per l'elevazione dell'acqua, tentando infine di delineare un quadro quanto più esaustivo di quali fossero gli attrezzi e i meccanismi utilizzati per attingere l'acqua dai pozzi e dalle cisterne nel mondo antico.

CAPTAZIONE DELLE ACQUE, APPROVVIGIONAMENTO E DISTRIBUZIONE A REGGIO E  
LOCRI IN ETÀ GRECA E ROMANA

Francesca MARTORANO

Università *Mediterranea* di Reggio Calabria

Abstract

Scavi archeologici sono stati realizzati a partire dalla fine dell'Ottocento nelle *poleis* di Reggio e Locri Epizephiri. I dati collazionati sono di differente entità e qualità, trattandosi per Reggio prevalentemente di scavi di emergenza legati alla ricostruzione post-terremoto 1908, mentre a Locri la ricerca archeologica si mostra relativamente più semplice, visto che il sito non presenta stratificazioni successive all'età tardo antica.

Lo studio è stato orientato a ricostruire, attraverso l'esame di dati editi e di inedita documentazione d'archivio, le modalità di uso delle risorse idriche nei due centri urbani in età greca. Se ne analizzeranno le tipologie di captazione delle acque e i sistemi di distribuzione e si verificherà la diffusione dell'approvvigionamento nelle aree insediative.

I risultati raggiunti per l'età greca saranno poi posti a confronto con le scoperte di età romana, per verificare se vi sia stata persistenza di tipologie e modi d'uso o trasformazioni tecnologiche che abbiano generato cambiamenti profondi nella distribuzione e nella qualità della risorsa idrica.

Catello MASULLO (1) e Marco DI MICOLI (2)

- (1) Docente presso la Cattedra di “Gestioni dei Servizi Idrici”, Facoltà di Ingegneria ,  
Università di Roma 3 - c.masullo@hydroarchsrl.com, secretary@hydroarchsrl.com  
(2) Hydroarch S.r.l. www.hydroarchsrl.com

#### Abstract

Alle pendici dell'area vulcanica Somma-Vesuvio, si celano le più maestose opere idrauliche d'epoca Borbonica: vasche di laminazione, infiltrazione, dissabbiaggio, briglie, tutte utilizzate all'epoca come protezione e difesa per i contadini dalle piene dei torrenti, dalle alluvioni e per evitare problemi d'impaludamento, che affliggevano la città di Napoli e le falde del Vesuvio; erano i più grandi progetti di prevenzione del rischio idrogeologico per quei territori. Tradizionalmente tali aree erano caratterizzate dai cosiddetti “alvei-strada”. Utilizzati per la gran parte dell'anno come strade. Salvo trasformarsi in impetuosi torrenti in occasione delle precipitazioni di maggiore intensità. Che facevano sovente vittime tra gli utilizzatori di tali sentieri. E inondavano le zone più a valle di ingenti quantità di trasporto solido, rendendole impraticabili. Tra il VII e l'VIII secolo, queste terre, senza più cura, si erano trasformate in pantani e laghetti, alimentati dalle acque che scendevano dai monti del nolano, ora ricoperti da diversi boschi tra Acerra, Marigliano.

Alla metà dell'800, sotto il regno dei Borbone, vennero realizzate grandi vasche nelle quali le acque di piena venivano laminate, si infiltravano e soprattutto depositavano l'ingente trasporto solido. Queste vasche venivano utilizzate come cave di sabbia. Il materiale depositato, essendo già lavato, era particolarmente appetibile per gli utilizzi nelle costruzioni. Tale uso ne comportava pertanto la manutenzione e lo svuotamento costante. Oggi queste preziose opere di ingegneria idraulica, spesso ancora funzionanti, sono in parte negate e spesso sepolte sotto ogni genere di rifiuto, sembrano non appartenere a nessuno, neanche alle opere pubbliche borboniche. Con il tempo, alcune di queste vasche sono state abbandonate, e in alcuni casi, sono state requisite in maniera del tutto impropria. E' il caso, ad esempio, della grande vasca di Pacciano, nel territorio di Pomigliano d'Arco. La quale, esclusa dalla sua funzione idraulica, è stata per decenni utilizzata come ippodromo per le corse clandestine di cavalli, gestite dalla delinquenza organizzata. Fino a quando non è intervenuto un progetto di ripristino della primigenia destinazione d'uso.

L'idraulica antica borbonica è stata di recente virtuosamente recuperata con sistematicità in alcune aree della regione. Attualmente un esempio di pianificazione idraulica in un'area ad alto rischio idrogeologico è quella del Comune di Forino (AV), che si trova nel bacino del

fiume Sarno ed ha caratteristiche orografiche, geomorfologiche ed idrogeologiche del tutto simili a quelle degli abitati di Sarno e Cervinara colpiti da eventi catastrofici nel 1998/1999. Al fine di ovviare a tali gravi inconvenienti e pericoli incombenti l'Amministrazione Comunale di Forino si è dotata di un Progetto di Pianificazione Generale di sistemazione idrogeologica ed idraulico-scolante del territorio comunale (C. Masullo, 1999) ripristinando l'antico uso delle bonifiche Borboniche, con vasche di dissabbiaggio e di laminazione delle piene. In occasione degli eventi meteorici disastrosi e luttuosi per i comuni contermini non si sono invece registrati lutti, grazie alla efficacia delle misure e degli interventi preventivi adottati. Le opere comprese nel progetto generale furono essenzialmente ricondotte alle tipologie di briglie, sistemazioni antierosione degli "alvei-strada", vasche di laminazione, infiltrazione, dissabbiaggio, canali di drenaggio realizzati con gabbionate, collettori fognari, interventi di ingegneria naturalistica.

Le opere di prevenzione così realizzate hanno assicurato una notevole laminazione delle piene, una grossa infiltrazione, quindi evitando lo scorrimento sul territorio e sulle strade ma infiltrazione verso falda profonda e soprattutto gran parte del materiale è stato trattenuto. Sono state previste delle rampe di discesa nelle vasche appositamente realizzate che consentono la eliminazione di questi sedimenti. Sono state stabilite convenzioni con i cavatori della zona che si sono resi disponibili alla asportazione gratuita delle preziose sabbie vesuviane lavate, utilizzate convenientemente per il confezionamento di malte e calcestruzzi. Ripristinando così le sagge usanze della idraulica antica borbonica.

I famosi eventi del maggio 98, nonché quelli successivi del 99, hanno trovato tutte queste vasche vuote e le colate detritiche formatesi le hanno completamente riempite. Ne è risultato che i danni alla popolazione sono stati piuttosto contenuti e, soprattutto, è stato possibile evitare eventi luttuosi.

In definitiva si può affermare che è di fondamentale importanza che gli Enti Territoriali interessati si dotino tempestivamente di strumenti di pianificazione generale degli interventi necessari a prevenire il dissesto idrogeologico, prendendo come esempio le efficienti opere Borboniche, di sapiente idraulica antica.

REGOLAZIONE DELLE PORTATE E GESTIONE DELLA RETE IDRAULICA NEL MONDO  
ROMANO. TRE LIVELLI DI REGOLAZIONE PER UN FUNZIONAMENTO SEMPLICE E  
OTTIMALE.

Maria Carmela MONTELEONE

Independent Researcher - Leicester, UK

contact@mcmonteone-research.online

Abstract

La gestione delle acque nei sistemi di acquedotto extraurbano ed urbano nell'era romana è la sintesi dell'evoluzione tecnica raggiunta dalle varie civiltà avvicendatesi nel bacino del Mediterraneo; l'applicazione in larga scala di metodologie ricorrenti rivelano un sistema di progettazione coerente e ben studiato, con efficienti applicazioni del moto dei fluidi a pelo libero e in pressione. Il presente articolo è un primo approccio ad uno studio più vasto, riguardante il livello di efficienza di gestione della rete di distribuzione date le antiche tecniche per la regolazione e misura delle pressioni e portate. Partendo da una installazione tipica, il *castellum divisorum*, si analizza l'uso di un triplice livello di regolazione, strutturale, di insieme e di gestione di priorità nella distribuzione, che si ritrova, con varie realizzazioni, come principio presente in tutta la rete idrica. Si presenta un sistema idraulico, che nel suo complesso, tramite un sistema di vasche di carico collegate con tubazioni e canali in moto uniforme, garantiva una gestione semplice e sufficientemente prevedibile e rappresenta tutt'oggi un possibile approccio per la semplificazione della gestione delle reti idriche, del problema delle connessioni e delle perdite associate.

ALLA SCOPERTA DELL'INGEGNERIA IDRAULICA ROMANA DEL II SEC.A.C.  
I PRATA DI CORCHIANO (VT) LUNGO IL FOSSO DI FUSTIGNANO

Giuseppe ORLANDI<sup>1</sup>, Mauro MAZZEI<sup>2</sup>, Piero CICCIOI<sup>3</sup>, Cristina DI SALVO<sup>4</sup>, Andrea BANGRAZI<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Dirigente di Ricerca Ufficio Comunicazione Informazione e URP. Direzione Generale CNR (Roma). Presidente della Fondazione Corchiano Monumento Naturale Onlus (Corchiano VT)

<sup>2</sup>Istituto di Analisi dei Sistemi ed Informatica "Antonio Ruberti" IASI CNR (Roma)

<sup>3</sup>Ricercatore - PhD Geologia - Istituto di Metodologie Chimiche IMC CNR (Roma)

<sup>4</sup>Ricercatrice -PhD Geologia - Istituto di Geologia Ambientale e Geoingegneria IGAG CNR (Roma)

<sup>5</sup>Organizzazione Crowdfunding, project designer, esperto per la valorizzazione beni storici e culturali.

Abstract

Il progetto "PRATA FACIUNDA" (Marchio Registrato), intende valorizzare una splendida vallata, caratterizzata dalla presenza di un particolare ambiente faunistico e vegetale, arricchito da testimonianze archeologiche uniche nel suo genere. I PRATA. Il progetto prevede un programma di CROWDFUNDING a livello internazionale (Discover Prata) per trovare fondi e realizzare un parco archeologico e ambientale. Video <https://youtu.be/sQcKK-uAJS> I PRATA come documentato dalle fonti letterarie antiche erano appezzamenti di terreno dedicati esclusivamente a prati e pascoli di alta qualità che necessitando di un'adeguata irrigazione richiedevano l'approntamento di un complesso sistema di raccolta e distribuzione delle acque e di sistemazione dei terreni. Si fa riferimento innanzitutto alla costruzione di dighe, cunicoli e canali per convogliare e raccogliere le acque dentro i fossi, all'innalzamento di muri di terrazzamento e al taglio di pareti tufacee per razionalizzare i terreni lavorabili, e ancora al riporto e livellamento dei terreni prospicienti i fossi, alla costruzione dei canali di distribuzione dell'acqua attenta ad osservare le giuste pendenze, alla preliminare rotazione quadriennale delle colture, e infine alla rigorosa organizzazione delle quantità di acqua da distribuire giornalmente e delle relative tempistiche. La tecnica in opera quadrata e il modulo dei blocchi con cui sono costruite le dighe (sbarramenti) rendono plausibile che questi risalgano al periodo tardo-repubblicano II sec a.C.

Alla cura per tali opere fa riferimento l'iscrizione latina incisa nel II secolo a.C. da Caius Egnatius lungo la parete meridionale all'inizio del fosso di Fustignano, (CIL XI, 7505) :

C(aius). EGNATIUS. SER(vii?) F(ili). PRATA / FACIUNDA. COIRAVIT.

Caio Egnatio figlio di Servio curò la realizzazione dei PRATA

Unica epigrafe nel mondo romano che attesta con una dichiarazione l'autore dei PRATA.

Stefano PADERNI (Archeologo)

Abstract

In questo lavoro si analizzeranno alcuni dei principali problemi tecnico-idraulici degli acquedotti romani Cornelio e Figurella, importanti opere di approvvigionamento idrico di Termini Imerese, la cui cronologia relativa è controversa. Lo studio dell'*evidence* archeologica rende difficile stabilire se, come proposto da alcuni autorevoli studiosi, il condotto di Figurella sia il più antico (I sec. d.C.?), rispetto al Cornelio (prima della fine del II sec. d.C.?) ed al ponte di Figurella, che rappresenterebbe l'ultima fase costruttiva.

La lunghezza dell'acquedotto è relativamente breve: circa 7 km l'acquedotto Cornelio, partendo dalla sua sorgente, Brocato, sul Monte San Calogero, e 3,5 km quello di Figurella, dall'omonima contrada. L'acquedotto romano rientra quindi tra le opere provinciali di breve percorso, inferiori ai 10 – 20 km, se paragonato ai 91 km dell'acqua Marcia od ai 132 km di Cartagine.

Il primo nucleo insediativo del territorio era quello di Imera (Ιμέρα), avamposto greco nella Sicilia fenicia, fondato verso la metà del VII sec. a.C. da coloni di Zancle e Siracusa, sulla costa settentrionale tra Cefalù e Palermo. Nel 409 a.C. la città venne quasi completamente distrutta da Cartagine e rifondata due anni più tardi nella stessa area, ad opera di elementi cartaginesi e volontari libici a cui poi si aggiunsero dei cittadini scampati alla distruzione (Diodoro). La nuova città sorgeva presso alcune fonti di acque calde, già note in epoche più antiche, e venne rinominata quindi Θερμαὶ Ἱμεραῖαι (*Thermae Himerenses*). Già prospera prima della conquista romana, avvenuta nel 252 a.C., la città divenne uno dei principali centri della Sicilia, grazie alla deduzione in colonia voluta da Augusto, per le potenzialità agricole e commerciali.

La costruzione dell'acquedotto rientrò nell'ambizioso progetto edilizio, voluto da un ceto medio-alto di lingua latina, che prevede anche la costruzione di Terme e di un Anfiteatro.

Lo studio degli acquedotti e dei sistemi di approvvigionamento idrico delle città romane prevede un'indagine di natura storica, geologica, architettonica, topografica e tecnico-funzionale.

Nella prima parte del nostro lavoro vengono brevemente prese in esame le fonti antiche, la letteratura storica e gli studi più recenti.

Dopo la descrizione geomorfologica del territorio, si illustrano alcune delle principali testimonianze archeologiche superstiti al fine di descrivere le caratteristiche del tracciato,

dei condotti e delle strutture (tecnica dei paramenti, materiali ed architettura dei ponti) dell'acquedotto.

La parte centrale del nostro lavoro è dedicata alla costruzione, alla tipologia di funzionamento ed all'uso dei sifoni "invertiti" dei valloni Barratina e Tre Pietre, presenti nel sistema dell'acquedotto. Si tratta di soluzioni di ingegneria idraulica di notevole interesse tecnico, in quanto, attraverso l'applicazione della teoria dei vasi comunicanti, si potevano superare ostacoli causati dalla geomorfologia del territorio, ove non era possibile la costruzione di ponti a causa di dislivelli molto profondi tra cima e fondo valle. Il sifone è composto nella parte sommitale del vallone da una cisterna di carico, che consentiva di mettere in pressione l'acqua. Questa scorreva, attraverso condutture fittili o in piombo, fino al fondo valle per poi risalire alla cima opposta del vallone e poteva eventualmente essere raccolta in una cisterna di scarico.

Presso il vallone Tre Pietre si trova un tipico serbatoio di forma quadrata il cui scopo è quello di facilitare il cambiamento di direzione del tracciato. Oltrepassato il serbatoio di carico, l'acquedotto incominciava a scendere verso il vallone; nella parte iniziale del burrone vi doveva essere un ponte su almeno due o tre ordini di arcate che consentiva la discesa in pressione dell'acqua verso il fondo valle.

Successivamente si doveva affrontare il problema dell'attraversamento del largo e profondo vallone Barratina, (574 mt. di larghezza, calcolati tra la torre di partenza ed il serbatoio intermedio del sifone e 25 mt. di profondità s.l.m.).

Il sifone Barratina, per superare il torrente omonimo, adotta un sistema tra i più interessanti che siano stati mai realizzati in un'opera di ingegneria idraulica romana. La prima necessità era quella di giungere alla torre di compressione, secondo la direzione più favorevole del territorio ed alla quota più opportuna. Le condutture erano interrato per un lungo tratto e sfruttavano la pendenza delle alture. Per superare alcune dolci colline, le tubature riaffiorano in superficie attraverso un sistema di scorrimento su arcate, per poi giungere al punto in cui veniva predisposto il sifone.

Mario PARISE

CNR-IRPI, Bari – m.parise@ba.irpi.cnr.it

Abstract

In territori carsici, tipicamente caratterizzati da scarsa presenza di acqua in superficie, la conservazione e raccolta di risorse idriche ha sempre costituito un rilevante problema, affrontato in epoche passate con una serie di tecniche e soluzioni, al fine di garantirsi una disponibilità, seppur minima, di acqua anche nel corso delle stagioni estive. Il carso pugliese, che si sviluppa su gran parte del territorio regionale, coprendo le tre sub-aree carsiche del Gargano, Murge e Salento, mostra numerosi esempi di opere di idraulica realizzate a tale scopo. Il presente contributo illustra, in particolare, le cisterne ubicate in zone topograficamente depresse, all'interno di doline di varia origine, in cui talora insistono laghi temporanei: si tratta dei cosiddetti “pozzi” e “pozzelle”, vale a dire cisterne, di profondità variabile, che si rinvencono in vari settori della Puglia, con la finalità di raccogliere l'acqua piovana, e di poterla utilizzare a scopi irrigui durante la stagione secca.

Tra i numerosi esempi presenti nel territorio, si analizzerà il caso di Conversano, cittadina delle Murge di Sud-Est, in provincia di Bari, dove intorno al centro abitato sono presenti dieci laghi temporanei di origine carsica, ognuno dei quali presenta al suo interno cisterne, fino a un numero massimo di 31 (nel lago di Sassano). Spostandosi ancora più a sud, il Salento leccese è ricco delle famose “pozzelle”, che interessano i territori di vari comuni della Grecia Salentina, da Martano, a Zollino, Castrignano dei Greci, Martignano, Corigliano d'Otranto, solo per citare i casi più noti. Ma anche nel Gargano sono conosciute situazioni di cisterne e pozzi di costruzione e funzione simile a quelli appena citati, a testimonianza di un'usanza diffusa sull'intero territorio regionale. A ciò vanno poi aggiunte altre strutture, eminentemente per la raccolta di acqua per l'abbeveraggio degli animali, che ancora oggi si conservano in settori come il Canale di Pirro (un ampio polje carsico che si sviluppa nell'area a cavallo tra le province di Bari, Taranto e Brindisi) e nei territori di Ceglie Messapica, Mesagne, Martina Franca.

Mario PARISE <sup>1,2</sup>, Gianclaudio SANNICOLA <sup>3</sup>, Samantha SANTARCANGELO <sup>2</sup>, Marco VIVA <sup>4</sup>

<sup>1</sup> CNR-IRPI, Bari

<sup>2</sup> Centro Altamurano Ricerche Speleologiche, Altamura (Bari)

<sup>3</sup> Gruppo Grotte Grottaglie, Grottaglie (Taranto)

<sup>4</sup> Gruppo Speleologico Neretino, Nardò (Lecce)

Autore di riferimento: Mario Parise – m.parise@ba.irpi.cnr.it

#### Abstract

Taranto e i suoi dintorni presentano una notevole ricchezza di opere idrauliche, con lunghi sviluppi delle stesse in ambiente ipogeo. L'enorme rilevanza storica ed archeologica del territorio tarantino fa sì che su di esso insistano resti di indubbia rilevanza, solo una parte dei quali è stata sinora esplorata, e/o compiutamente esaminata in pubblicazioni. Due tra i principali acquedotti della Puglia sono ad esempio compresi nei limiti territoriali della provincia di Taranto: si tratta dell'Acquedotto del Saturo (o delle Acque Ninfali) e dell'Acquedotto del Triglio. A parte tali acquedotti, di primaria importanza nel complessivo panorama italiano delle opere idrauliche ipogee, esistono numerose altre strutture idrauliche degne di interesse, che di frequente non sono state adeguatamente descritte in ambito scientifico. La presente nota intende pertanto descrivere alcuni nuovi dati, derivanti da recenti esplorazioni e rivisitazioni, che hanno riguardato sia strutture già note (come l'Acquedotto del Saturo), che altre opere, sinora poco o nulla note. Nel dettaglio, sono stati esplorati alcuni pozzi di accesso all'Acquedotto del Saturo, e alcune diramazioni laterali dello stesso: nella maggior parte dei casi, le esplorazioni si sono fermate dopo poche decine di metri, a causa della presenza di crolli o frane. I settori esplorati hanno comunque consentito di aumentare le conoscenze su questa importante opera idraulica.

Altri ambienti ipogei, connessi alla parte iniziale dell'Acquedotto del Saturo, sono presenti in territori limitrofi a quello di Taranto, e in particolare nel comune di Leporano: qui, sono da citare il vasto cisternone presente all'interno del Castello Muscettola, nel centro storico della cittadina, e vari cunicoli siti in più località nei pressi della Strada Provinciale 100 e in corrispondenza della villa di Saturo. Infine, tra le altre opere idrauliche degne di interesse sono da ricordare un tratto di qualche decina di metri di un antico acquedotto ipogeo, e la cosiddetta *gualchiera*, struttura dedicata alla manifattura della lana, utilizzata da monaci Cappuccini. Tale struttura, azionata da energia idraulica, è ubicata in corrispondenza di una sorgente carsica nei pressi del Convento dei Battendieri (risalente al XVI secolo), a poche decine di metri dal margine orientale del Mar Piccolo di Taranto.

IMPIANTI IDRICI IN ALCUNE VILLE RUSTICHE, RECENTEMENTE INDAGATE, DEL SUBURBIO  
ROMANO (ROMA - ITALIA)

Davide Ivan PELLANDRA <sup>1</sup>

<sup>1</sup> Archeologo - *dpellandra@gmail.com*

Abstract

Il contributo descrive e confronta gli articolati sistemi delle cisterne ipogee, dei pozzi e delle grandi vasche, ispezionate dagli speleologi della A.S.S.O., relative ad alcune ville recentemente scavate nel suburbio romano, che presentano fasi di vita a partire dal VI secolo a.C.

Raffaele PICA, Carmine MINOPOLI, Alfredo TROCCIOLA

Agenzia Nazionale per le Nuove tecnologie l'Energia e lo Sviluppo Economico Sostenibile (ENEA)

Autore di riferimento - raffaele.pica@enea.it

### Abstract

I Regi Lagni erano la più grande opera di bonifica borbonica, costituita da un reticolo di canali scavati nella terra per drenare le acque di un territorio spesso paludoso. Il bacino di influenza si estendeva su un'area di circa centomila ettari, attraversando il cuore produttivo delle province di Napoli e Caserta. L'opera di canalizzazione delle acque di scolo dei terreni, così come realizzata dal Viceregno spagnolo agli inizi del 1600, è stata profondamente trasformata a partire dalla metà del secolo scorso. Per più di 400 anni la bonifica aveva risolto il problema secolare delle inondazioni del fiume Clanio nella "*Campania Felix*" e mitigato la malaria nell'entroterra. La fertile pianura a nord del capoluogo traeva beneficio da quest'opera di ingegneria idraulica con attività agricole e zootecniche uniche per pregio ed abbondanza a seguito degli imponenti depositi piroclastici prodotti in epoca storica e durante il Quaternario. Oggi quest'ampia zona della Piana Campana, a sud del fiume Volturno, è in gran parte antropizzata e densamente popolata. L'infezione colerica del 1973 giustificò pesantissimi interventi sul territorio campano per il riassetto igienico sanitario dell'area, l'opera borbonica fece da impianto di base per un progetto di raccolta e trattamento di reflui fognari che non ha avuto eguali nella storia d'Italia. Il paesaggio fluvio-lacustre ed i canali in terra furono sacrificati, vennero realizzati cinque "mega depuratori" ed un complesso network fognario; quest'ultimo avrebbe dovuto sanare la situazione definitivamente e permettere ai napoletani di tornare al loro mare (Progetto Speciale n.3 della Cassa per il Mezzogiorno di disinquinamento del golfo di Napoli).

L'ENEA ha effettuato studi su quest'area sin dal 2001, analizzando il territorio e valutando lo stato funzionale degli impianti di depurazione e lo stato di contaminazione delle acque. L'indagine, ha messo in luce una serie di problematiche, delineando uno stato critico del sistema.

Inoltre, la problematica del ciclo dei rifiuti in Campania si riflette in maniera drammatica anche su questo sistema idrico: i materiali solidi che si estraggono dall'acqua (sabbie, fanghi ecc.) nel processo di depurazione devono essere trattati con approcci diversi da quanto fatto fin ora, affrontando la sostenibilità energetico-ambientale del ciclo di trattamento.

Antonio PRIORE<sup>1</sup>, Francesco TARLANO<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Geologo libero professionista –iscritto SIGEA

<sup>2</sup> Archeologo

#### Abstract

In questo convegno si intendono presentare le ricerche effettuate sui sistemi idraulici in uso nella Grumentum romana, abitato posto nel centro dell'alta Val d'Agri, in Basilicata sudoccidentale.

La città di Grumentum, sorta come insediamento lucano agli inizi del III sec. a.C., viene monumentalizzata nella metà del I sec. a.C., in concomitanza con la deduzione coloniarica del centro successiva alle distruzioni delle guerre sociali.

In questo contesto, il tessuto urbano e il territorio vivono una importante fase di fervore edilizio. La costruzione di nuove mura, del foro, degli edifici per spettacolo trasformano un piccolo insediamento della Lucania interna in una importante città che presenta le caratteristiche tipiche di un abitato romano.

Tra le opere infrastrutturali, la più monumentale è certamente l'acquedotto, che trasportava l'acqua dalle pendici dell'odierna Moliterno fino al terrazzo di Grumentum, attraversando la campagna con opere idrauliche in muratura in parte ancora oggi conservate. Dell'acquedotto si presenteranno la ricostruzione integrale del percorso, dalle sorgenti fino al *castellum aquae*, i rilievi e l'analisi dell'elevato, la pendenza media e le pendenze nei vari tratti, la portata, grazie alle ricerche condotte sullo speco nei settori in cui questo si conserva integralmente, le opere accessorie (vasche *limarie*, *castellum aquae* ...), la distribuzione urbana.

Inoltre, nel suburbio grumentino è stato rintracciato un cunicolo idraulico romano, esplorato per oltre 180 metri, rilevato e cartografato, di cui si presenteranno tecnica costruttiva e funzioni. Infine, grazie a una ricerca multidisciplinare e alle indagini geofisiche applicate, è stato possibile ricostruire parte del percorso del cunicolo nei settori in cui non è stato possibile esplorarlo a causa dei crolli della volta.

Il sito archeologico ricade in un contesto geologico e geomorfologico di notevole interesse, quello della Val d'Agri, valle intermontana di origine tettonica della catena appenninica campano-lucana.

Carlo ROSA<sup>1</sup>, Simona PANNUZI<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Istituto Italiano di Paleontologia Umana

<sup>2</sup> MIBACT – Istituto Superiore per la Conservazione ed il Restauro

#### Abstract

Grazie alle recenti ricerche geoarcheologiche nel suburbio di Ostia sono emersi nuovi interessanti elementi riguardo alla conoscenza dell'idrogeologia del territorio ed ai sistemi di bonifica e drenaggio di terreni particolarmente umidi. In particolare l'area presa in considerazione è quella presso la sponda nord-occidentale dell'antico Stagno ostiense, attualmente identificabile con lo svincolo stradale della via del Mare – via di Castelfusano.

In questa zona è stata rinvenuta un'estesa area funeraria di età imperiale con tombe ad inumazione ed incinerazione scavate nelle sabbie che costituivano gli antichi cordoni dunari presso l'antica linea di costa, sensibilmente arretrata rispetto all'attuale. Qui è stata individuata la presenza di diverse strutture concrezionarie, certamente legate alla risalita lungo una linea di faglia di fluidi profondi ricchi di carbonato di calcio, che hanno cementato localmente le sabbie presenti. In particolare, una di queste polle di risalita, ha inglobato e calcarizzato un sarcofago ligneo facente parte dell'area funeraria che si trovava posizionato al di sopra della polla. Altre forme di concrezioni calcaree, dovute al medesimo fenomeno, sono state rinvenute in un'altra area scavata più a sud, rendendo possibile identificare la direzione della faglia sepolta, alimentatrice di queste risalite di fluidi ricchi in carbonato di calcio. Altri dati interessanti sono emersi lungo la riva occidentale dello Stagno, in località Longarina, dove nel corso di indagini di scavo preventive nel 2005 tra via di Castelfusano ad Ovest ed il Canale Colatore delle Acque Medie ad Est, è stata scoperta una sistemazione di bonifica ad anfore, allineate sullo stesso asse ed orientate in senso ca. Est-Ovest, verso il moderno Canale, corrispondente in antico alla sponda del grande Stagno di Ostia. Questo contesto fa riferimento ad un precedente rinvenimento di anfore, messe in luce poco più a Sud nel 1975, disposte in modo del tutto simile, ed intercalate a estese colmate di terra mista a materiali fittili vari. Inoltre un altro limitato intervento antico con anfore è stato rinvenuto a circa 200m più ad Ovest lungo la moderna via del Mare, in un'area evidentemente in antico particolarmente umida.

Tali sistemazioni con anfore di riutilizzo nel suburbio di Ostia risultano attestate anche in altre parti del mondo romano per il risanamento di terreni paludosi con modalità simili, specialmente nella prima età imperiale.

Leonardo SCHIFI – Maria Cristina RICCI – (Archeologi)

#### Abstract

Durante i mesi di novembre 2000 e gennaio 2001 sono stati eseguiti per conto della Soprintendenza Archeologica di Roma sondaggi di prospezione preventiva per completare le ricerche nell'area destinata alla realizzazione del nuovo Piano di Zona Quartaccio II, in località Torrevecchia.

L'indagine ha evidenziato la presenza al centro dell'area dei resti di una cisterna, scavata nel banco tufaceo, a pianta rettangolare allungata e con orientamento ca. nord nordovest – sud sudest.

La vasca è divisa internamente in due vani rettangolari, differenti per dimensioni, da un muro trasversale realizzato in opera incerta con scheggioni di tufo.

L'ambiente minore della vasca, munito di gradino su tre lati, doveva probabilmente servire come principale serbatoio di raccolta delle acque piovane che erano successivamente ridistribuite nei due invasi della.

Una serie di fossette, disposte sui lati lunghi della cisterna, fungevano da vaschette di decantazione all'interno del serbatoio secondario.

Subito a nord nordovest dalla cisterna è stato individuato un vascone quadrangolare scavato nel banco tufaceo con al centro una fossa di forma rettangolare.

Probabilmente la struttura, simile ad un grande *impluvium* per la raccolta delle acque meteoriche, doveva svolgere anche la funzione di abbeveratoio per gli animali ed era sicuramente alimentato, durante le stagioni secche, dal serbatoio principale della vicina conserva d'acqua.

Nel settore posto più ad est, lungo via Valle dei Fontanili, è stata evidenziata la presenza di una cisterna ipogea costituita da un pozzo verticale sul fondo del quale si apre, in direzione est, un cunicolo con una serie di bracci laterali, sei per ogni lato, interamente rivestiti da un intonaco idraulico di cocciopesto.

Di particolare interesse è stato il rinvenimento, all'interno di questo ambiente ipogeo, di un torso muliebre panneggiato, probabilmente un'Artemide, purtroppo in cattivo stato di conservazione.

Gül SÜRMEHİHİNDI, Cees PASSCHIER

Department of Earth Sciences, University of Mainz, Germany

### Abstract

Ancient water structures such as mills, water lifting machines, aqueduct channels, cisterns and baths can be studied from their archaeological remains, which give information on their construction method, maintenance, renovation and ultimate destruction. It is more difficult however, to obtain information on their functioning and the history of their use. Fortunately, many water systems used carbonate enriched groundwater with high CO<sub>2</sub> content, which contains dissolved calcium as a result of the passage of water through soils and carbonate rocks. Such water can deposit carbonate on the walls of water supply systems such as aqueducts and basins, and even on the wood of water mills, gutters and machines for lifting water. The crystal structure and composition of carbonates in terms of stable isotopes of O and C, and trace elements depends on many factors such as the alternation in water composition, temperature, flow speed and biological content. The shape and height of deposits on the walls of water structures show water depth and its change with time. Detailed analysis of the crystal structure and composition of such carbonate deposits, in combination with a field survey and collected water samples from the original water sources can help to reconstruct the history of water flow in the system, and can provide new insight into technical details of the water structure. It can also provide data on palaeohydrology of the sources and local climate, and may record earthquakes or other natural hazards, and possibly deforestation and other changes in vegetation by human impact.

Recent work on carbonates from water structures is mostly focussed on selected Roman aqueducts. We created a database of all Roman aqueducts known from the literature, ROMAQ, with presently over 1700 aqueducts throughout the Mediterranean (ROMAQ.org). This database and the associated literature list are used to select aqueducts and other water structures suitable for our study. Aqueducts, due to their continuous use can show changes in palaeo-environment, and such changes are presently observed and studied for ancient aqueducts in Italy, Spain, France, Croatia, Albania, Greece, Turkey, Jordan and Israel. The results show that aqueducts were in use for up to several centuries, and that some were cleaned at regular intervals.

Recently, our group has also started to create a database for water driven machines ([drupal.mpiwg-berlin.mpg.de/watermachines](http://drupal.mpiwg-berlin.mpg.de/watermachines)) and work on Roman mills, water machines

and baths in order to understand their use and maintenance based on their incrustations. In Barbegal, France, a complex of 16 linked watermills for flour production constituted the first and largest industrial complex in classical antiquity. Carbonates formed on the wood of the mills and millraces, and we are presently studying this material with the aim to reconstruct the structure of the mill and its history of use, and changes in the water quantity and quality in the mill system. This can ultimately be a tool to understand aspects of ancient Roman economy by investigating unconformities as marks of maintenance periods in periods of prosperity and non-maintenance throughout troubled years. First results show that we can resolve stages in the construction and repair of the woodwork and establish how the machine was renovated during its use. A study of the mills in the basement of the baths of Caracalla show carbonate deposits on the walls of the basin and feeding aqueducts. These deposits may help to determine if the feeding water was drainage water from the baths, or fresh water from the main cisterns.

Before the construction of aqueducts, many established Roman baths where carbonate incrustations formed used groundwater that was lifted with the use of a bucket-chain or other types of water-lifting mechanisms. We are presently studying this type of deposits in a Roman bath from Ampurias, Spain and Pompeii, Italy. Groundwater in Ampurias and in the Republican Baths of Pompeii was lifted from a well and deposited carbonate on the walls of well shaft and in storage basins that may have been heated. The deposits are different from those in Roman aqueducts and mills: they are similar in their internal structure, but with numerous unconformities and fine lamination, probably as a consequence of the highly discontinuous water transport mechanism, and strong evaporation. The numerous fine laminae possibly indicate fill-cycles of the baths. Analyses of these deposits can give information on the provenance of water used for baths, on intervals of bath use, on water quality and composition, and possibly on microbiological aspects.

Franco TELLA<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Ricercatore indipendente - Soprintendenza Speciale per il Colosseo e l'Area archeologica centrale di Roma e Soprintendenza Archeologica di Ostia - franco-tella@alice.it

Abstract

La ricerca prende in esame un tratto di acquedotto della prima età imperiale, scoperto al Km. 15° della via Ostiense, nel 1998, inserito organicamente nel più ampio sistema idrico che dalla Valle di Malafede raggiunge la colonia di Ostia.

Lo studio costituisce un approfondimento del contributo presentato al Convegno "La rete idrica nel territorio ostiense. Ritrovamenti e ricerche in corso" del 2004, organizzato dall'École française de Rome e la Soprintendenza per i Beni Archeologici di Ostia (cfr. MEFRA, 118-2, 2006).

Attraverso l'analisi e l'integrazione di nuovi dati di archivio (Archivio Gatti, ACS), confronti tipologici e aggiornamento bibliografico, si delinea un contributo alla discussione, ancora del tutto aperta, sulla fase di partenza del primo sistema di approvvigionamento idrico realizzato ad Ostia.

IL "PROGETTO *FOGGARA*". PROGETTO DI STUDI E RICERCHE PER LA RIABILITAZIONE DEI SISTEMI IDRAULICI SOTTERRANEI NEL SAHARA ALGERINO, REGIONE DEL *TOUATE GOURARA*.

Pietro TODARO

Vice Presidente SIGEA Sicilia

Abstract

Le *foggara* sono singolari "pozzi orizzontali cunicolari" di captazione e adduzione di acque sotterranee di falde fossili a bassa ricarica, funzionanti a gravità con recupero finale in superficie, dove si manifestano con sorgenti artificiali. Nel Sahara algerino al contorno dell'altopiano cretaceo del *Tademait* in terreni permeabili plio-quadernari si ritrovano centinaia di *foggara* il cui funzionamento secolare ha avuto una continuità d'uso fin dal medioevo assicurando lo sviluppo di un'economia di tipo oasiano basata sull'agricoltura *sotto palma* di ortaggi e frutta. La crisi delle risorse idriche planetarie ha avuto maggiori effetti nelle aree a clima arido e iperarido del continente africano e in particolare nel Sahara sud algerino (Grande Erg occidentale – *Plateau del Tademait*) dove gli effetti congiunturali dovuti alla riduzione della scarsa piovosità degli ultimi decenni e alla mancanza di manodopera necessaria alla manutenzione delle gallerie e, non ultima, la diffusione dei pozzi perforati, ha portato ad una drastica riduzione delle portate delle *foggara*. Allo scopo di studiare tali cause attribuibili alla natura, alla mano dell'uomo e a uno sfruttamento e gestione non corrette di questi sistemi tradizionali si è redatto su incarico del MATE (*Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement*) un progetto per il recupero e il miglioramento di tali sistemi idrici, da sviluppare in due fasi : 1) Una prima fase, preliminare conoscitiva, basata su rilievi speleo-topografici, geomorfologici e idrogeologici effettuati all'interno di alcune *foggara* ubicate nelle regioni del *Gourara* e del *Touat*, abbandonate perché disseccate o in forte riduzione di portata; 2) Una seconda fase, esecutiva e successiva alla prima, basata sull'individuazione di una *foggara* pilota su cui individuare una serie di parametri di funzionamento, idrogeologici, idrologici e geotecnici attraverso monitoraggi, misurazioni e campionamenti condotti all'interno del sistema sotterraneo di alimentazione e trasporto e, all'esterno, con l'acquisizione di dati stratigrafici e misure piezometriche su tre sondaggi ubicati a ventaglio nella zona di testa per la definizione del bacino idrogeologico d'influenza della *foggara* in relazione alla presenza in aree vicine di pozzi perforati che sfruttano la stessa falda. In questo contributo si tratterà solamente della prima fase, che si è conclusa nel 2005, evidenziando le zone d'instabilità sotterranee e di superficie maggiormente ricorrenti come concause nel deperimento delle portate idriche (insabbiamenti, frane, smarginamenti, crolli, colate, sfornellamenti, subsidenze, occlusioni da radici e vegetazione sotterranea etc.). L'individuazione e l'analisi

delle cause riscontrate responsabili del mal funzionamento delle *foggara* conducono alla proposta di soluzioni e interventi che riguardano la possibilità di trasformare e modernizzare le tecniche e i metodi di manutenzione, di pulizia e di scavo dei cunicoli, lavori pesanti condotti totalmente a mano in condizioni di estrema fatica, insicurezza e poco remunerati. Fattori questi che sono la causa della continua fuga dei giovani lavoratori dalle oasi verso le mete europee. Si è valutata altresì la possibilità di utilizzare per i lavori di miglioramento e ripristino della funzionalità delle *foggara*, in particolare per la protezione e il sostegno dei cunicoli e dei pozzi di sfiato, materiali in conglomerato cementizio e strutture prefabbricate, compatibilmente e nei limiti di un'economia agricola povera, in termini di costi/benefici, nel rispetto delle tradizioni locali e dell'ambiente estremo oasiano. In sintesi i benefici dello studio sono stati: 1) individuazione delle fondamentali cause di deperimento e/o inaridimento delle *foggara* e proposta degli interventi idonei per la riabilitazione e miglioramento idrico o preclusione alla riattivazione; 2) Suggerimenti per la modernizzazione delle tecniche e dei metodi tradizionali di costruzione, manutenzione, pulizia e scavo delle *foggara*, tendenti alla riduzione dei lavori pesanti e pericolosi; 3) Riduzione degli errori nella progettazione ed esecuzione dei lavori di manutenzione ordinaria, straordinaria e di riparazione; 4) valorizzazione culturale e turistica del contesto esclusivo dell'ecosistema oasiano (*Ksar*, palmeto, *sebkha*, *foggara*, *shaduf*, sistema irriguo medievale).

Patrizia TOMEO

(Geologo libero professionista – Sigea)

Abstract

L'abitato di Venafro ricade nell'area dell'Alta valle del Volturno, delimitata dal massiccio del Matese a sud-est e dalle Mainarde ad ovest, costituisce il settore più occidentale del Sannio pentro e in esso la piana di Venafro rappresenta la via d'accesso preferenziale al Sannio dalla Campania e dal Lazio. Il centro si connota quindi, fin dai tempi più antichi, come punto di primaria importanza strategica e commerciale. Non si può stabilire con esattezza il momento in cui ha avuto origine l'insediamento sulle pendici del monte S. Croce, anche se la presenza, ai piedi della montagna, di un santuario frequentato almeno a partire dal IV secolo a.C., deve aver influito notevolmente sullo sviluppo del centro, luogo di culto visibile solo di una parte di terrazzamento in opera poligonale, individuato a monte della città moderna, in una posizione fortemente dominante sulla piana. All'inizio del III secolo a.C., alla fine delle guerre sannitiche, Venafro si presenta come il centro principale di questo settore della valle del Volturno ed entra nel sistema amministrativo romano, come *praefectura*, intorno alla metà del secolo. Continua a svilupparsi nel corso del I secolo a.C. e raggiunge il momento di massimo splendore con la deduzione della colonia augustea, probabilmente nel 14 a.C. Si ha allora una ristrutturazione urbanistica secondo un sistema di assi stradali ortogonali e la costruzione dei più importanti edifici pubblici e privati. Un cambiamento profondo si ha a partire dalla metà del IV secolo, a causa del terremoto che sconvolge il Sannio e la Campania; la popolazione di Venafro si sposta sull'altura orientale dell'area urbana e dà vita al borgo medievale, abbandonando il settore occidentale del centro. Straordinariamente sul territorio intorno all'abitato, lungo il corso del F.Volturno, da 20 km est a 10 km ad ovest, si rinvengono resti di manufatti di particolare rilevanza riferibili ad un uso idraulico:

- 1) acquedotto *Aquae Juliae* e opere connesse: condotti, cunicoli, ponti, pozzi di ispezione;
- 2) epigrafe: Tavola Acquaria;
- 3) ponte sul F. Volturno: Ponte Latrone;
- 4) *Septum*;
- 5) Ruota Idraulica;
- 6) Acqua Solfa o Terme di Agrippa;
- 7) Antica Cisterna poi Fossa Comune;
- 8) Teatro con cisterne.

## L'ACQUEDOTTO DI BETILIENO VARO AD ALATRI (FROSINONE): NUOVI DATI SULLE SORGENTI, SUL PERCORSO A PELO LIBERO E SUL SIFONE.

Rocco TORRE<sup>1</sup> e Adriana VALCHERA<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Geologo libero professionista – torroc@libero.it

<sup>2</sup> Archeologa – Laboratorio di Topografia antica e Fotogrammetria, Dipartimento di Beni Culturali – Università del Salento – adriana.valchera@unisalento.it

### Abstract

La presenza di un acquedotto ad Alatri è nota sin dal XVIII secolo quando, nell'odierna Piazza S. Maria Maggiore, venne alla luce un'iscrizione (CIL, X 5807) con l'elenco di una serie di opere di pubblica utilità realizzate dal censore Lucio Betilieno Varo. Nell'iscrizione, databile probabilmente alla fine del II sec. a.C., viene ricordata la costruzione di un acquedotto che portava l'acqua all'interno della città di Alatri superando un'altezza di 340 piedi (pari a circa 100 m) e la realizzazione di una serie di arcate e di tubi particolarmente resistenti (*aquam in opidum adqu(e) | arduom pedes CCCXL, fornicesq(ue) | fecit, fistulas soledas fecit*). Nella seconda metà dell'Ottocento, durante i lavori per la realizzazione di un acquedotto consortile, furono individuati tratti del percorso a pelo libero e alcuni resti relativi a due ponti-canale del *venter* del sifone. Secondo gli studiosi dell'epoca, il tratto in risalita del sifone si dirigeva verso Alatri, per raggiungere una cisterna individuata fuori Porta S. Pietro. Le scoperte effettuate in anni recenti all'interno del Convento dei Padri Cappuccini, situato sul colle di fronte ad Alatri, inducono invece ad ipotizzare la presenza di due sifoni. Il Convento, infatti, è stato realizzato inglobando e sfruttando un imponente complesso di costruzioni che si sviluppa sulle pendici occidentali e meridionali del colle: si tratta di un grande basamento in opera poligonale, funzionale ad una serie di cisterne comunicanti, e di sistemi per la distribuzione dell'acqua, che si articolano su vari livelli. Possiamo pertanto ipotizzare la presenza di due sifoni: il primo, che consentiva di alimentare il complesso idraulico del Convento dei Cappuccini, le cui cisterne dovevano essere utilizzate anche come "riserva d'acqua"; il secondo, che portava l'acqua sulla collina di Alatri. Complessivamente i due sifoni si sviluppavano per una lunghezza di circa m 3.500. Del primo sifone, che consentiva di superare un dislivello di 100 m, abbiamo resti relativi al *venter* e un lacerto di muro in cementizio pertinente al tratto in risalita. Il secondo sifone doveva partire da un *castellum* di distribuzione, i cui resti sono stati rinvenuti all'interno del complesso idraulico del Convento dei Cappuccini, e consentiva di portare l'acqua sulla collina della città, superando un dislivello di circa 30 m. Le sorgenti dell'acquedotto, ancora non individuate con certezza, sono da ricercare nel bacino idrografico del Fiume Cosa, a monte dell'abitato di Guarcino, lungo la sponda sinistra del fiume. Caratteristiche altimetriche, morfologiche e idrogeologiche consentono di ipotizzare che siano state captate le acque che scaturiscono in località Filette.

LE ANTICHE FONTI DEI CORPI ARENACEI PLIO-PLEISTOCENICI DELL'ANCONETANO.  
VALENZA DI UN TEMPO E STATO ATTUALE

Paola Maria VIVALDA<sup>1</sup>, Flavio SORIANO<sup>1</sup>, Livia NANNI<sup>2</sup>, Davide FRONZI<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Dipartimento di Scienze e Ingegneria della Materia, dell'Ambiente e Urbanistica.  
Università Politecnica delle Marche

<sup>2</sup> Archeologa, libera professionista

<sup>3</sup> Dottore in Ingegneria

Abstract

La maggior parte dei centri abitati dell'area pedemontana e collinare marchigiana possiede antiche fonti, utilizzate fino al recente passato a scopi idropotabili, alimentate dalle acque degli acquiferi dei corpi arenacei e arenaceo-pelitici plio-pleistocenici. Oggi tali acque sono, con rare eccezioni, sottoposte ad inquinamento dovuto principalmente alla presenza dei centri abitati e all'attività produttiva. Ciò ha sicuramente contribuito all'abbandono delle fonti ed al loro conseguente deterioramento. Ma, accanto a situazioni di degrado, esistono anche numerosi esempi di fonti molto antiche, monumentali, nei confronti delle quali i comuni hanno mostrato sensibilità, intervenendo con opere di ristrutturazione e valorizzazione, creando siti locali di interesse storico-artistico e nello stesso tempo tecnico-scientifico con il mantenimento dell'antica struttura che può anche risalire al periodo romano.

Con la presente indagine l'attenzione è stata focalizzata sulle fonti dei comuni collinari di Castelfidardo, Offagna e Osimo in provincia di Ancona che, in molti casi per la presenza di più vasche ed articolate opere in muratura, testimoniano quanto la loro presenza sia stata di vitale importanza per gli abitanti di quei paesi.

Dal punto di vista geologico, nell'area delle fonti affiorano i depositi terrigeni della sequenza plio-pleistocenica marchigiana dati da argille marnose con intercalate unità arenaceo-pelitiche, arenacee e arenaceo-conglomeratiche che chiudono, queste ultime, la sequenza pleistocenica (Nanni & Vivalda, 2009). L'assetto strutturale è a monoclinale immergente di 5-10° verso il Mare Adriatico, stessa direzione in cui i corpi si chiudono a lente all'interno delle argille; lo spessore dei corpi può raggiungere i 30 m. Faglie a direzione appenninica ed anti-appenninica interessano tutta la zona.

La sequenza plio-pleistocenica costituisce un complesso idrogeologico molto esteso con acquiferi nei corpi arenacei che, ricaricati dalle acque meteoriche, alimentano numerose sorgenti, a volte a regime perenne con portate da un minimo in autunno di circa 2 l/min ad un massimo di circa 30 l/min alla fine della stagione primaverile, captate fin dall'antichità

dagli abitanti dell'area collinare. Per l'assetto idrogeologico degli acquiferi e per la presenza dei centri abitati costruiti sui corpi arenacei, esse sono altamente vulnerabili e soggette ad inquinamento generalmente dovuto a perdite della rete fognaria, all'attività produttiva e in particolare a quella agricola.

Tra le fonti censite, sicuramente la più nota è Fonte Magna ad Osimo già utilizzata dai piceni e, in seguito, sistemata tra il I sec. a.C. e l'inizio del I sec. d.C. dai romani che la inserirono in una grande struttura ad emiciclo con una copertura a calotta. La fonte descritta da Procopio di Cesarea (551-553 d.C.) e di cui si ha un'ampia documentazione storica (Massacesi, 1937; Grillantini, 1969, 1975, 1980; Gentili, 1990; Gobbi, 1999), è addossata al versante nord del paese poco sotto le mura romane ad una quota di 240 m sul l.m.m., al contatto tra arenarie e sabbie ed argille con lenti di arenarie. I resti oggi visibili, sono dati da un muro in conglomerato cementizio ad arco di circonferenza alto circa sei metri di origine romana unito ad una parte costituita da grandi blocchi squadrati in arenaria, da due vasche, l'una di raccolta dell'acqua e l'altra con la funzione di lavatoio, da sei gradini in arenaria e da una struttura in posizione più elevata definita pozzo, elementi questi ultimi risalenti al medioevo. Altra fonte antica è quella denominata dell'Acquaviva nei cui pressi nel 1059 doveva sorgere un monastero di Avellaniti, annesso alla chiesa d'Acquaviva o dell'Acquedotto (Massacesi, 1937). La fonte, posta nel versante nord di Osimo ad una quota di circa 175 m sul l.m.m. al passaggio tra le unità arenaceo-pelitiche e le argille marnoso-siltose, è data oggi da due strutture poste in una piccola depressione del terreno. Un manufatto costituito da una esedra in laterizi addossata al versante, riporta sulla parte superiore una lapide con una iscrizione che lascia ipotizzare che l'antica fonte sia stata ristrutturata alla fine del '700; tale fonte è inattiva a causa dell'ostruzione dei condotti sotterranei di raccolta delle acque. La struttura adiacente, molto più recente, è data da due grandi vasche all'interno delle quali si raccoglie l'acqua che ancora oggi alimenta la fonte. Essa è stata utilizzata per secoli dagli abitanti del luogo perché le sue acque erano ritenute curative.

Tra le altre antiche fonti di interesse indagate si hanno: quella del Guazzatore, poco fuori le mura del versante settentrionale di Osimo, ad una quota di 145 m sul l.m.m., emergente dalle arenarie e sabbie e risalente al 1486-87, con cinque arcate ed altrettante vasche di raccolta parzialmente riempite solo in alcuni periodi dell'anno; la fonte Vescovara citata nel 1818 nel Catasto Gregoriano (Massacesi, 1937) emergente alla base delle arenarie) e costituita da una vasca interna ed una esterna ed altre fonti ancora come quella del Tesoro o quella della Concia a Castelfidardo, che rappresentano tutte interessanti esempi di opere di captazione delle acque presenti negli acquiferi dei corpi arenacei plio-pleistocenici.



Consiglio Nazionale  
delle Ricerche

# TECNICA DI IDRAULICA ANTICA



Società Italiana di Geologia Ambientale

## MODALITÀ DI ISCRIZIONE AL CONVEGNO

Tutti coloro che intendono partecipare ai lavori del convegno devono compilare e inviare la scheda d'iscrizione insieme alla ricevuta di pagamento di 30 euro all'indirizzo e-mail: [idraulica.antica2016@sigeaweb.it](mailto:idraulica.antica2016@sigeaweb.it). La quota per partecipare al convegno copre l'iscrizione alla SIGEA per l'anno 2017, anche per chi è socio Sigea. Il pagamento, intestato a "Società Italiana di Geologia Ambientale", Roma, con oggetto: "iscrizione sigea 2017/idraulica antica 2016", deve essere effettuato tramite:

Banco Posta, codice IBAN: IT 87 N 07601 03200 000086235009 (anche on line).

## MODALITÀ DI PRESENTAZIONE DEI POSTER

I poster da esporre devono avere formato A0 di 84,1 x 118,9 cm (orientamento verticale). L'affissione del poster sui supporti presenti in sala sarà a cura degli autori e potrà avvenire a partire dalle ore 8:00 del 18 novembre 2016. Gli stessi autori avranno cura, al termine dell'esposizione, di rimuovere il proprio poster.

## COMITATO PROMOTORE

Gioacchino Lena (coordinatore)

Giovanni Bruno

Giuseppe Gisotti

Luciano Masciocco

Mario Parise

## SEGRETERIA ORGANIZZATIVA

Luciano Masciocco (coordinatore)

Franco D'Anastasio

Maria Antonietta Celico

Vittoria Dragone

Paolo Graceffa

Antonello Fiore

Maurizio Lanzini

## COMITATO SCIENTIFICO

Antonia Arnoldus Huyzendveld, *Geoarcheologa, Roma*

Marcello Benedini, *Ingegnere idraulico, Roma*

Elisabetta Bianchi, *Archeologa*

Armando Brath, *Università di Bologna, Presidente Associazione Idrotecnica Italiana*

Giovanni Bruno, *DICATECh, Politecnico di Bari*

Claudio Campobasso, *Direttore Dipartimento Difesa del Suolo – Servizio Geologico d'Italia*

Angelo Corazza, *Idrogeologo, Dipartimento per la Protezione Civile, Roma*

Carla Galeazzi, *EGERIA - Centro Ricerche Sotterranee, Commissione Nazionale Cavità Artificiali - SSI*

Giuseppe Gisotti, *Presidente onorario SIGEA, Roma*

Giancarlo Guado, *Idrogeologo, Salice Terme (PV)*

Donato Labate, *Soprintendenza ai Beni Archeologici dell'Emilia Romagna, sede Modena e Reggio Emilia*

Gioacchino Lena, *SIGEA, Cerisano (CS)*.

Leonardo Lombardi, *Idrogeologo, Roma*

Adriano Murachelli, *Ingegnere idraulico, presidente AIAT, Associazione Ingegneri Ambiente e Territorio, Roma*

Rossella Pagliarulo, *CNR-IRPI, Bari*

Mario Parise, *CNR-IRPI, Bari*

Francesco Puma, *Segretario generale della Autorità di Bacino del Po*

Gianrenzo Remedia, *Ingegnere idraulico, Università La Sapienza, Roma*

Antonio Rusconi, *Università IUAV, Venezia*

Giuseppe Spilotro, *Università della Basilicata, Potenza*

Pietro Todaro, *Idrogeologo, Palermo*