

L'acqua e la città in epoca antica

Water and the city in antiquity

L. LOMBARDI*, A. CORAZZA**

RIASSUNTO - Il presente contributo vuole fornire termini di riferimento generali dei sistemi messi in atto, nel territorio ove sorge la città di Roma, per risolvere i problemi connessi all'approvvigionamento idrico. Il quadro, certamente non esaustivo, dovrebbe consentire la comprensione di come la tecnologia, la scienza e le particolari e favorevoli caratteristiche geologiche e morfologiche del territorio hanno permesso di progettare e realizzare opere, sempre più sofisticate, per la copertura dei fabbisogni idropotabili di una città che ha visto per secoli una enorme espansione, poi un forte declino e, quindi, una nuova espansione. Il territorio romano, per la presenza del Tevere e dei torrenti in esso affluenti e per la ricchezza di sorgenti è stato abitato fin dalla preistoria. Le acque fluenti, le sorgenti e i pozzi che raggiungevano le circolazioni idriche sotterranee hanno permesso per molti secoli l'approvvigionamento idrico di popolazioni di agricoltori e allevatori. Con la nascita di Roma i fabbisogni crescono e nascono i primi acquedotti. L'Appio, tutto sotterraneo, quindi l'*Anio Vetus*, che portava acqua dall'Aniene. Seguiranno altri nove acquedotti che in pieno impero trasporteranno a Roma più di un milione di metri cubi d'acqua al giorno. Grandi serbatoi, fontane, terme e allacci privati e pubblici garantivano l'uso dell'acqua a tutti. Vengono descritti brevemente gli impianti di due grandi edifici pubblici: le Terme di Caracalla e il Colosseo. Con la decadenza dell'impero anche gli acquedotti, non più soggetti alla continua manutenzione, perdono la loro efficienza. Le invasioni barbariche completano l'opera lasciando la città, ormai ridotta a qualche decina di migliaia di abitanti, senza acqua corrente. Salvo l'acquedotto Vergine che, sia pure con portata limitata, ha sempre addotto acqua alla città, tutti gli altri dieci acquedotti avevano cessato di funzionare. E' solo nel XVI secolo che viene restaurato il Vergine e, poco dopo viene realizzato un nuovo acquedotto, il Felice, che porta acqua nelle parti alte della città. Nel XVII secolo un nuovo acquedotto, che ripercorre l'antico Traiano, porta nuova acqua a Roma. Nel XIX secolo viene restaurato, con grandi modifiche, l'acquedotto Marcio e, infine nel XX secolo, con le acque del Peschiera, si ritorna e si supera il flusso che gli antichi romani adducevano alla città.

PAROLE CHIAVE: Roma, idrogeologia, sorgenti, acqua, acquedotti, idraulica antica, Terme di Caracalla, Colosseo

ABSTRACT - This contribution aims at giving a general overview of the systems adopted in the area of Rome to solve water supply problems. Although the picture presented is not complete, it should give an understanding of how technology, science and the geological and morphological specificities of the area made it possible to develop and implement increasingly sophisticated structures to meet the water needs of a city which saw huge expansion for a number of centuries, followed by a major decline in population and then a second surge.

The area of Rome has been inhabited since pre-historic times because of the Tiber and its tributaries and for the abundant springs it contains. The available streams, springs and wells for many centuries provided adequate water supply for the population of farmers and herdsman. The birth of Rome generated increased needs, which led to the first aqueducts. The Aqua Appia, which was completely underground, followed by the Anio Vetus, which carried water from the Aniene river. Nine more aqueducts would follow and at the height of the Empire together they brought more than one million cubic meters of water per day to Rome.

Large cisterns, fountains, baths and private and public connections guaranteed water to everybody. The water distribution systems are described for two major public buildings: the Baths of Caracalla and the Colosseum. With the decline of the empire failure to provide continuing maintenance causes the aqueducts to fall into disrepair. The Barbarian invasions complete the destruction leaving the city, by then inhabited only by a few dozen thousand inhabitants without running water. Apart from the Aqua Virgo which continued, despite a diminished flow rate, to supply the city, all the other aqueducts ceased to work. Only in the 16th Century was the Aqua Virgo restored and soon after a new aqueduct, named the Felice after the name of the Pope, Felice Peretti, Sixtus V - was built to carry water to the higher areas of Rome.

During the 17th and the 18th centuries Rome was endowed with two new aqueducts: the Paolo and the new Marcio, but it was only with the Peschiera aqueduct that Rome re-attained and exceeded the water capacity of Antiquity.

KEY WORDS: Rome, hydrogeology; springs, water, aqueducts, ancient hydraulic engineering, Baths of Caracalla, Colosseum

* Via Gaetano Sacchi, 20 Roma - E-mail: leonardo.lombardi@libero.it

** Via Ettore Rolli, 30 Roma - E-mail: corazza.a@libero.it

1 - L'APPROVVIGIONAMENTO IDRICO PRIMA DEGLI ACQUEDOTTI

Sextus Iulius Frontinus fu nominato, nel I secolo d.C., *Curator aquarum* dall'imperatore Nerva. A Frontino fu affidato il compito di mettere ordine nel complesso sistema idraulico romano. La sua attività ci è stata tramandata dal suo trattato, *De aquaeductu urbis Romae*, nel quale alle prime pagine si legge il seguente brano: "Per 441 anni dalla fondazione di Roma ai Romani furono sufficienti le acque che attingevano al Tevere, alle sorgenti e ai pozzi".

Effettivamente gli abitanti dell'area romana, per molti secoli, per approvvigionarsi d'acqua avevano

a disposizione il Tevere, i suoi affluenti e le numerose sorgenti che emergevano ai piedi dei colli.

Le acque del Tevere servivano per lavarsi, bere, abbeverare le greggi e le mandrie, consentire il trasporto delle merci, difendere gli abitati e, nello stesso tempo, permettevano di collegarsi con i vicini territori abitati dagli Etruschi e dagli Umbri.

1.1 - LA MORFOLOGIA ORIGINARIA DELLA CITTA'

Il panorama del territorio romano era caratterizzato dalla vasta piana alluvionale del Tevere, dagli storici rilievi collinari e dai ruscelli che li incidevano per affluire al Tevere.

Il quadro morfologico originario del territorio,

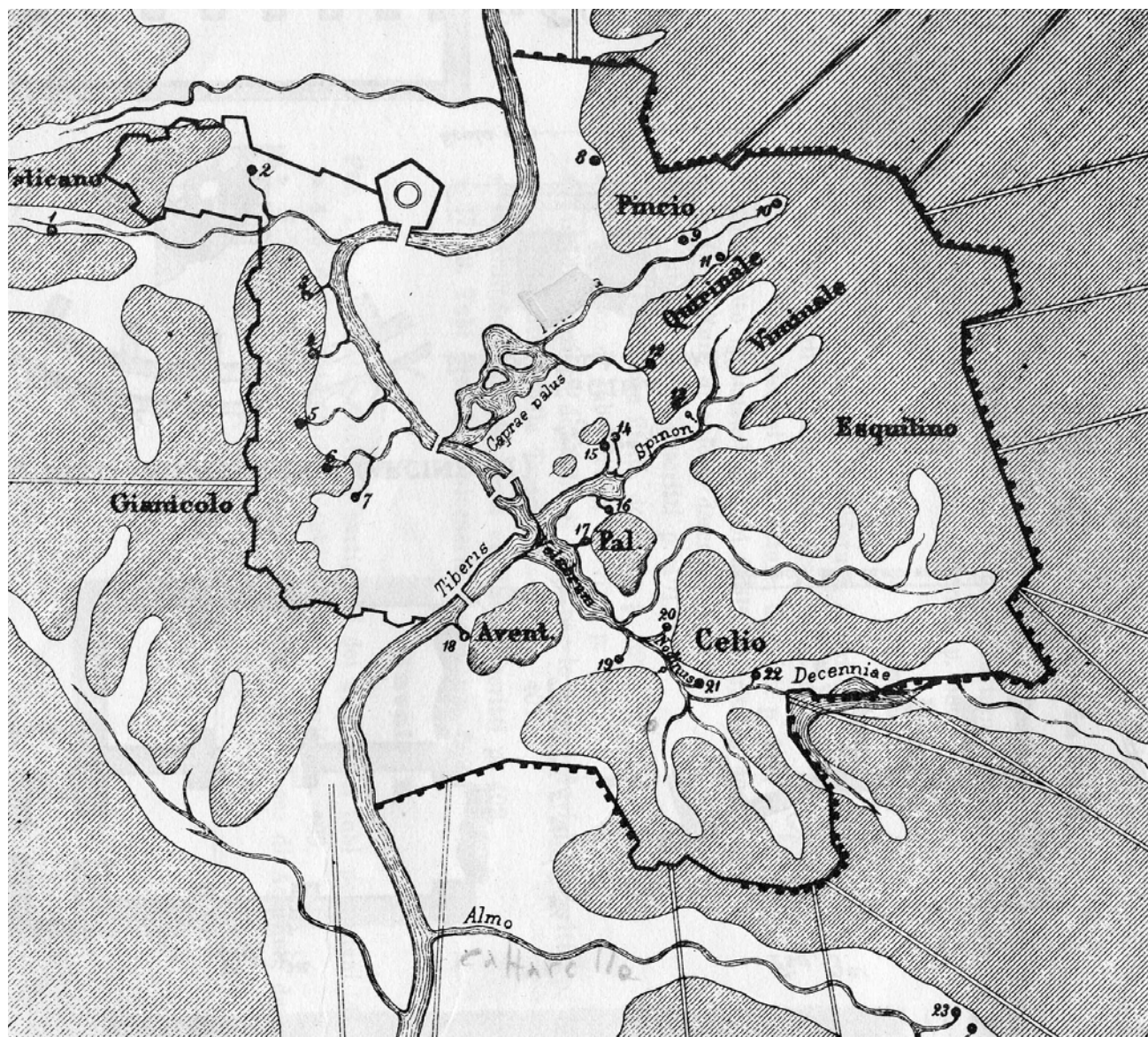


Fig. 1 - Morfologia e idrografia della Roma antica (da LANCIANI, 1881).
- Morphology and hydrography of ancient Rome.



quando si insediarono i primi abitanti dell'area, è stato sconvolto e reso meno chiaro dall'attività antropica, che per decine di secoli ha agito sui versanti dei colli con tagli, escavazioni e rimodellamenti continui.

Inoltre, i duemila e più anni di storia hanno determinato accumuli importanti di detriti e rifiuti che, con spessori variabili da pochi decimetri ad alcune decine di metri, mascherano quasi completamente la morfologia originale.

L'assetto morfologico del territorio non è pertanto immediatamente ricavabile da osservazioni dirette, è solo immaginabile in quanto, malgrado le citate modificazioni, sono ancora osservabili, almeno come andamento, le incisioni vallive che lo solcano.

L'elemento più evidente è la pianura alluvionale del Tevere, ma anche via del Tritone, via Urbana -Via Cavour, via Labicana, via di San Gregorio e la ampia piana del Circo Massimo sono morfologicamente ben definite e possono essere facilmente riferibili alle antiche valli.

Il reticolo idrografico è stato studiato e rappresentato in passato da vari autori che ne hanno ricostruito, nelle grandi linee, l'andamento, stimando anche i dislivelli tra le incisioni vallive e i rilievi che le circondano.

Anche le sorgenti, che per secoli hanno alimentato i ruscelli affluenti del Tevere e rifornito gli abitanti dell'area, sono state oggetto di studi. Fin dal 1600, sono state condotte indagini mirate alla ricerca delle reali ubicazioni delle sorgenti, facendo riferimento alle descrizioni tramandateci dalle fonti antiche.

Tra i principali studiosi che hanno affrontato questi temi si ricordano Nardini (NARDINI F. 1665), Fabretti (FABRETTI, 1680), Cassio (CASSIO, 1756), Lanciani (LANCIANI, 1881), Ventriglia (VENTRIGLIA, 1971), Camponeschi e Nolasco (CAMPONESCHI & NOLASCO, 1982), Corazza e Lombardi (CORAZZA & LOMBARDI, 1995).

Poco alla volta gli studi citati, accompagnati da scavi mirati, da ricerche archeologiche e da un esame sempre più approfondito delle fonti antiche, hanno consentito di migliorare le conoscenze e di giungere a rappresentazioni cartografiche sempre più accurate in cui sono state meglio precisate le ubicazioni e le origini delle sorgenti e dei fossi da esse alimentati.

Lanciani (fig.1) individua tre corsi d'acqua principali che, in sinistra idrografica del Tevere, traversavano l'area romana.

Il primo di questi corsi d'acqua, ubicato tra i rilievi del Pincio e quelli del Quirinale, era alimentato dalle acque Sallustiane, gruppo di sorgenti emergenti al piede del rilievo. Il torrente, attribuito dall'autore, allo storico *Petronia Amnis*, terminava nella *Palus caprae*, vasta palude nel Campo Marzio, al margine del Tevere.

Nuovi elementi topografici (COARELLI, 1997; LOMBARDI & CORAZZA, 2005) permettono di modificare tale interpretazione spostando il *Petronia Amnis* più a sud, sul bordo meridionale del Quirinale, con sbocco nell'area dell'attuale Piazza Venezia.

Il secondo corso d'acqua, tra i rilievi collinari dell'Esquilino, del Viminale e del Quirinale, lo *Spinon*, si incuneava in una sella tra il Quirinale-Campidoglio e il Palatino. Lo *Spinon* raggiungeva i Fori nel *Velabrum Minus*, area perennemente allagata, per congiungersi nella grande palude del *Velabrum MAYOR* nei pressi del Tevere.

Il terzo, torrente che percorreva l'attuale via Labicana, passava per la valle dell'Anfiteatro Flavio e, percorrendo l'attuale Via di San Gregorio, si collegava al Fosso delle Camene, nella valle del Circo Massimo, per sfociare anche esso nel *Velabrum MAYOR*, in diretto contatto con il Tevere.

1.2 – LE SORGENTI

Oltre il Tevere e i suoi affluenti, certamente importanti come fonti di approvvigionamento idrico, l'altra risorsa largamente usata era rappresentata dalle sorgenti, alcune delle quali sacralizzate, forse in ricordo della loro antica ed essenziale funzione.

La figura 2 (tratta da CORAZZA & LOMBARDI, 1995), mostra le ubicazioni delle principali sorgenti presenti nel territorio romano.

1.2.1 - SORGENTI IN DESTRA TEVERE

Le uniche sorgenti antiche di cui si conosca la presenza e delle quali si è ritrovata l'ubicazione sono le seguenti.

Le due *Corsiniane*, (n° 1 e 2 della carta di fig. 2), localizzate nel giardino di Palazzo Corsini, attualmente Giardino Botanico di Roma. Si tratta di cunicoli che, partendo dalle pendici del colle Gianicolo, raggiungono la circolazione idrica delle sabbie della formazione di Monte Mario poggiate sulle argille della formazione di M. Vaticano. Le due sorgenti sono state rilocalizzate da Lombardi e



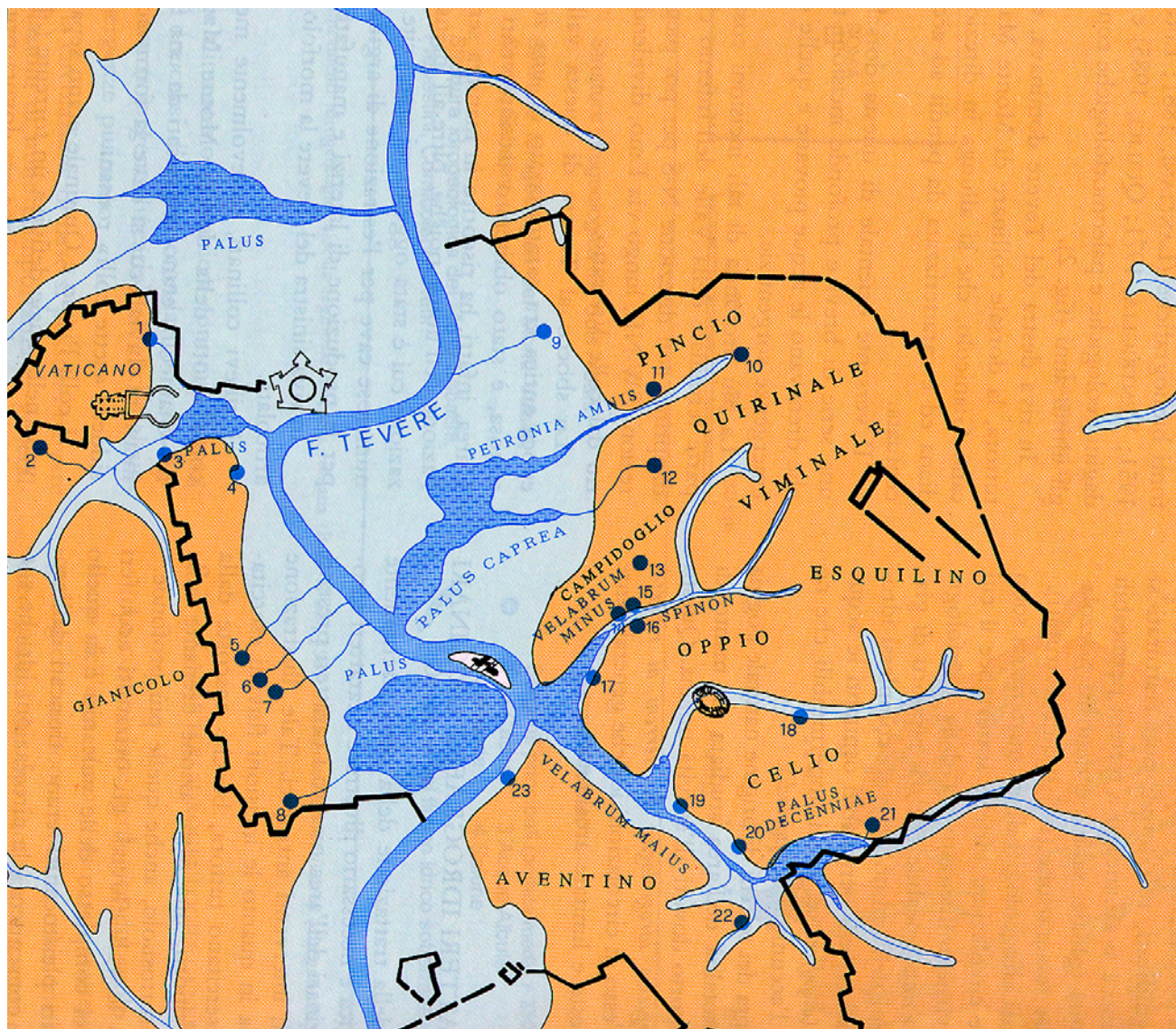


Fig. 2 - Carta idrologica del territorio romano con le ubicazioni delle emergenze sorgentizie:

1) Acqua di S. Maria delle Grazie or Fountain of the Bees; 2) Acqua Damasiana; 3) Acqua Pia; 4) Acqua Lancisiana; 5) e 6) Acque Corsiniane; 7) Acqua Innocenziana or of the fountain of the Janiculum mill; 8) Acqua del Tempio Siriaco; 9) Spring of Via Margutta (mentioned by Cassius); 10) e 11) Acque Sallustiane; 12) Acqua di S. Felice; 13) Acque *Fontinalis*, more recent studies show this to coincide with the Acqua Tulliana; 14) Acqua Tulliana; 15) Acque Lautole; 16) Spring of Diuturna; 17) Luperical Spring; 18) Acqua di S. Clemente; 19) Acqua di Mercurio; 20) *Fons Apollinis*; 21) Spring of the Camenae; 22) Piscina Publica; 23) Pico Spring. To these, as we shall see, should be added the *Fons Cati*, the *Anna Perenna Spring* and the *Servillo*.

- Hydrological map of the area of Rome with locations of springs.

Corazza nel 1990, nel corso di uno studio dell'Orto Botanico (fig 3).

La sorgente del Tempio Siriaco a Via Dandolo ove vi è ancora in posto una vasca di raccolta dell'acqua e vasche usate forse in epoca antica per l'allevamento di pesci sacri.

Le due emergenze di Via Garibaldi e di Porta Settimiana ormai scomparse.

Altre acque, connesse ai rilievi del Gianicolo e del Vaticano, sono emerse a seguito a scavi eseguiti tra il 1500 e il 1800. Si tratta delle sorgenti *S.*

Maria delle Grazie, *Damasiana*, *Pia* e *Lancisiana*. Non erano pertanto usate in antico ed escono dal panorama che ci siamo prefissati di illustrare. Vale la pena solo ricordare che l'*Acqua Lancisiana* è l'unica acqua urbana romana che fu imbottigliata e venduta (negli anni '30) come acqua curativa.

1.2.2 - SORGENTI IN SINISTRA TEVERE

Ben più numerose le acque sorgive in sinistra Tevere e forse proprio per questo l'area romana si sviluppa, in antico, sopra e attorno ai "sette colli",



Fig. 3 - Foto del cunicolo di captazione di una delle sorgenti Corsiniane.
- Collection tunnel of one of the Corsinian springs.

ai cui piedi emergono copiose le acque.

La sorgente più settentrionale dell'area romana è stata rinvenuta recentemente (PIRANOMONTE, 2002; LOMBARDI & CORAZZA, 2005) nello scavo di un parcheggio nei pressi di Piazza Euclide, alle pendici occidentali del Colle Parioli. L'acqua sembra emergere dalle ghiaie del Paleotevere che si appoggiano alle argille della formazione di Valle Giulia. La sorgente è adornata da un lungo fontanile sul cui fronte erano affisse formelle con dediche alle vestali di *Anna Perenna*, antica divinità romana, (fig 4).

Recenti studi, d'archivio e sulle fonti, hanno permesso di modificare l'opinione su questa fonte. E' molto probabile che il fontanile fosse alimentato da una derivazione dall'acquedotto Vergine che passa con il suo canale a piccola distanza e a quota compatibile. Del Vergine e delle derivazioni che lo interessano tratteremo in seguito.

Scendendo da nord, in Via Margutta è segnalata da Cassio (CASSIO, 1756) una sorgente, di cui si sono perse le tracce, che potrebbe essere una emergenza da un modesto livello di ghiaie del Paleotevere. Infatti alla base della parete del Pincio, a circa 25 m s.l.m., affiorano le ghiaie del Paleotevere poggiate sulle argille del Vaticano. Dalle ghiaie fuoriesce acqua come può constatarsi nei pozzi e nelle rampe delle scale che da Villa Medici raggiungono il canale dell'acquedotto Vergine che traversa tutta la collina.

Una o più sorgenti sono note lungo la valle di Via Barberini - Piazza Barberini. Qui emergevano le sorgenti *Sallustiane* che alimentavano un omonimo corso d'acqua che sboccava, come già ricordato, nella *Palus Caprae*, palude che occupava una parte del Campo Marzio. Non si conosce l'esatta ubicazione delle sorgenti, anche se Lanciani (LANCIANI,

1881) segnala la presenza di tre sorgenti in testa al fosso e altre due lungo il corso del torrente sulle due sponde della valle. Inoltre, è noto che nel pacco di riporti che colma la Piazza Barberini scorre copiosamente acqua osservabile nei sotterranei dell'Hotel Bristol. Le sorgenti sono alimentate sia dalle vulcaniti presenti sulle sommità dei colli, che dalle sabbie e travertini della formazione Valle Giulia e dalle ghiaie del Paleotevere. Tutta la zona è intersecata da cunicoli, forse drenanti. Cunicoli sono segnalati da Lanciani (LANCIANI, 1881) in Via S. N. da Tolentino, ma sono stati osservati anche da Lombardi tra Via Sistina e via Gregoriana, entro il cortile della Biblioteca Herziana, dove esiste un piccolo ninfeo forse alimentato da una delle sorgenti *Sallustiane*. Corazza e Lombardi (CORAZZA & LOMBARDI, 1995) riportano che durante l'esecuzione della Metropolitana, linea A, passando nel sottosuolo di P.za Barberini, la talpa ruppe una tubazione in terracotta alla quale era allacciata una bottega artigiana in Via Rasella. La tubazione era certamente alimentata da una delle sorgenti *Sallustiane*.

Dal versante meridionale del Quirinale, in corrispondenza di una paleoincisione che metteva a giorno le ghiaie del Paleotevere, parzialmente tamponate da argille emergeva una sorgente che solo recentemente è stata ubicata utilizzando le descrizioni antiche. Si tratta del *Fons Catii*, sorgente alimentante il torrente *Petroniae Amnis*, ricollocato rispetto alle antiche ubicazioni (LOMBARDI & CORAZZA, 2005; COARELLI, 1997).

La valle dello *Spinon*, stretta tra Campidoglio e Palatino, incideva profondamente le formazioni geologiche e metteva a giorno le ghiaie del Paleotevere, oggi ricoperte da alluvioni e riporti. Lungo la valle si ha una sorgente ancora osservabi-



Fig. 4 - Sorgente Perenna (da PIRANOMONTE, 2002).
- View of the Perenna spring.

le, il *Tulliano*. La sorgente non è mai citata con il nome di Tulliano dalle fonti antiche, ma recentemente è stata attribuita a una sorgente ben nota, il *Fons Fontinalis*, da cui prende nome la omonima porta delle mura *serviane*, nei pressi del Vittoriano. Il *Tulliano-Fontinalis* emerge, ai piedi del Campidoglio, nel Carcere Mamertino, all'interno di una struttura rotonda, una *tholus*, con pareti e copertura, cupoliforme, in blocchi squadrati. La struttura è certamente molto antica ed è stata preservata anche dagli interventi edilizi e urbanistici di epoca imperiale.

Un'altra sorgente ancora visibile è il *Fons Juturnae*, ai piedi del Palatino, fonte sacra alla ninfa Giuturna, affiorante al centro di una vasca quadrata ben conservata (fig 5).

Altre due sorgenti, note solo dagli scritti antichi, emergevano lungo il corso dello Spinon: le *Aquae Lantole*, sorgente forse calda, certamente mineralizzata, di dubbia localizzazione, e il *Fons Servillo* in sponda destra dello *Spinon*, al margine sud occidentale del colle Capitolino. Le sorgenti del Campidoglio con le loro localizzazioni sono descritte in un recente lavoro (LOMBARDI & CORAZZA, 2005).

Al piede nord occidentale del Palatino, emergeva, nella grotta dedicata a *Luperca*, dea romana identificata con la lupa che allattò Romolo e Remo, una importante sorgente della quale è stata cercata invano la localizzazione. La scaturigine sembra fosse in grotta con pareti vulcaniche, ma non può escludersi che, dal basso, ricevesse acqua dalle ghiaie del Paleotevere, che nell'area si rinvergono a modesta profondità.

Nel versante settentrionale del Colle Celio si ha un'unica testimonianza costituita dall'acqua che

corre nel sottosuolo della basilica di San Clemente. Pur non essendo una vera sorgente, in quanto l'acqua corre in un condotto con copertura a cappuccina, per la quota e per la qualità l'acqua è certamente attribuibile all'acquifero del Paleotevere. Forse si tratta di una captazione più alta in quota che alimentava una fontana o un *lacus*.

Nella Valle Camena, la valle dove fu realizzato il Circo Massimo, vi erano varie emergenze sorgentizie, tutte di dubbia ubicazione. Il *fons Mercuri* è citato più volte dalle fonti e alla fine dell'800 fu oggetto di approfondite ricerche per rintracciarne, invano, la scaturigine geologica. E' possibile che l'acqua della sorgente di Mercurio sia quella che scorre sotto la Chiesa di Santa Anastasia (fig. 6). Proprio in quell'area è noto da antiche carte topografiche un fontanile che poteva essere connesso alla sorgente. Attualmente la sorgente è ricordata da una lapide affissa nel Casino Boccapaduli su P.za di Porta Capena.

Altre due sorgenti note dalle fonti e ricercate invano da Lanciani (LANCIANI 1881) sono il *Fons Apolloni*, tra Porta Latina e Porta Metronia, e la sorgente delle *Camene* che, secondo Lanciani (LANCIANI, 1881), alimentava un grande ninfeo sotto Villa Fonseca.

Ai piedi del versante sud orientale del Piccolo Aventino vi era la *Piscina Publica*, sorgente ricca d'acqua che ancora emerge nel fondo dello scavo di una *domus* rinvenuta a fianco delle Terme di Caracalla. L'acqua della sorgente fu utilizzata dalla *domus* e più tardi dal progettista delle Terme per avere un flusso d'acqua continuo nella profonda fogna assiale dell'impianto termale. Dall'altro lato del Colle Aventino, quasi sul greto del Tevere, vi era il *Fons Pici*, mai rinvenuto. Recentemente è stata scoperta una modestissima emergenza sorgentizia sul greto del Tevere, alla base delle strutture dell'approdo di Fasolo, a quota approssimata di 5-6 m s.l.m.. La posizione di questa emergenza non è lontana da una fonte che Piranesi (fig. 7) indicava quasi sulla sponda del Tevere. Potrebbe trattarsi dell'antico *Fons Pici*, ma più probabilmente non si tratta di una sorgente ma di acqua proveniente da un sistema di cunicoli che interessano l'Aventino, di cui tratteremo in seguito.

1.3 - I CUNICOLI, LE CISTERNE E I POZZI

Gli antichi romani, che vivevano o lavoravano la terra sulle parti sommitali dei famosi sette colli, non potevano usufruire delle acque dei ruscelli e



Fig. 5 - Sorgente di Giuturna nel Foro Romano.
- The Giuturna spring in the Roman Forum.





Fig. 6 - Fontanile accanto a S. Giorgio al Velabro (da D'ONOFRIO, 1977).
- Large fountain next to S. Giorgio al Velabro.

delle sorgenti, che erano situati a quote medie di trenta quaranta metri inferiori nelle sottostanti piane. Essi risolsero il problema dell'approvvigionamento idrico con altri sistemi.

Certamente accumulavano l'acqua di pioggia per un uso procrastinato nel tempo.

Immagazzinare l'acqua piovana è tecnica antica e diffusa in tutto il mondo. Spesso l'acqua era conservata in semplici bacini scavati in terreni poco o niente permeabili, dai quali si potevano abbeverare gli animali e dai quali poteva essere prelevata acqua anche per usi domestici. Di tali laghetti, soggetti a forte evaporazione e a interrimento, non si sono trovate tracce nella città, mentre si sono rinvenuti altri e più efficienti sistemi di stoccaggio.

Accanto alla Piazza del Campidoglio, sotto la scalinata che sale alla protomoteca, è stata rinvenuta una vasta cisterna arcaica, con tre rami a stella che convergono al centro dove era localizzato il pozzo di attingimento. La cisterna è scavata nel terreno vergine, costituito dalle argille della formazione Valle Aurelia, e rappresenta il più antico sistema di approvvigionamento idrico del Colle (vedi CORAZZA *et alii*, 2005) (fig. 8).

A quanto ci consta è l'unica vera cisterna rinvenuta a Roma, infatti tutte le altre conserve d'acqua non dovrebbero essere chiamate cisterne ma serbatoi in quanto immagazzinano l'acqua addotta da acquedotti.



Fig. 7 - Stampa di Piranesi con l'indicazione del supposto Fons Pici. B = Bottino di uscita dei cunicoli; D = supposta sorgente con fontana.
- Engraving by Piranesi with the location of the supposed Fons Pici.

Accanto a cisterne arcaiche esistevano altri sistemi di immagazzinamento dell'acqua, i cunicoli-cisterna.

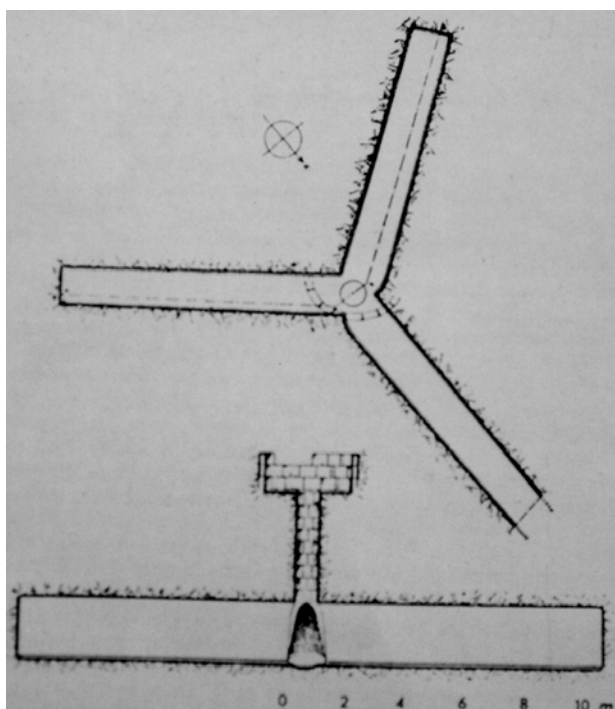


Fig. 8 - La cisterna del Campidoglio (da CASSATELLA, 1985).
- *The Capitol hill cistern.*



Fig. 9 - Cunicoli all'Aventino.
- *Cistern tunnels at the Aventine hill.*

A Roma, in tre diverse aree, sono stati osservati e studiati dagli autori del presente articolo sistemi di cunicoli utilizzati per stoccare acqua piovana: al Pincio, all'Aventino e al Salario, ma numerosi altri ne sono stati osservati in passato in varie zone della città e nei suoi dintorni (SCHINGO, 2004).

Per quelli del Pincio e dell'Aventino disponiamo di rilievi di dettaglio di grande interesse (figg. 9 e 10).

Sia pure con caratteristiche diverse tra loro, i cunicoli osservati mostrano elementi che, senza possibilità di dubbio, li fanno attribuire a cisterne. Tutti sono scavati in materiali poco permeabili e quelli del Pincio e del Salario sono rivestiti con una malta impermeabilizzante con cordoli agli angoli orizzontali e verticali; tutti sono muniti di pozzi per il prelievo dell'acqua (fig. 11).

In molte aree non si avevano a portata di mano le sorgenti o i corsi d'acqua perenni. Per uscire dalla dipendenza dalla pioggia, così come ci ricorda Frontino, allora le popolazioni cercarono acqua nel sottosuolo, realizzando pozzi che raggiungessero un terreno acquifero in grado di garantire un'alimentazione continua.

Di grande interesse il rivestimento dei pozzi realizzato a volte con conci di tufo rettangolari,

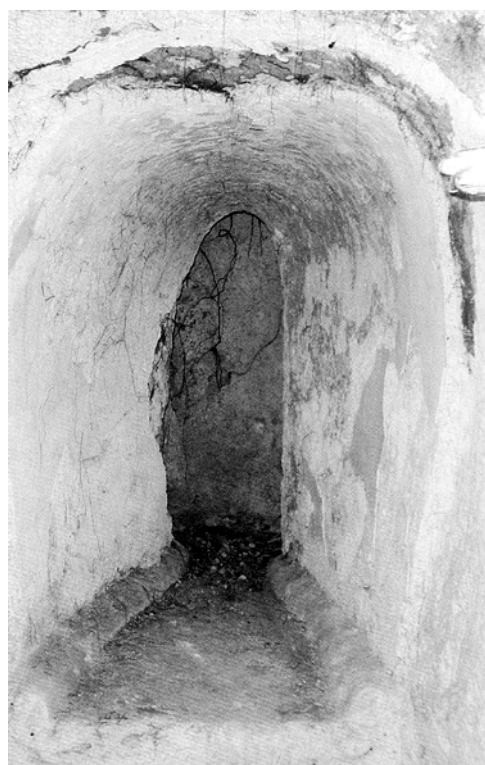


Fig. 10 - Cunicoli del Pincio.
- *Cistern tunnels at the Pincian hill.*



preparati fuori opera, resi concavi nella parte interna del pozzo e muniti di "pedarole" per garantire la discesa nel pozzo (fig. 12).

Pozzi o tracce di essi sono stati rinvenuti in tutti i rilievi collinari, ma anche nelle zone di pianura quali il Foro Romano, dove se ne vedono numerosi anche oggi, o ai piedi del Campidoglio (PISANI SARTORIO, 1986 e COLINI, 1941).

Con il passare del tempo le capacità tecniche degli ingegneri romani crescono e si cercano nuove soluzioni per risolvere il problema dell'approvvigionamento idrico.



Fig. 11 - Pozzo nei cunicoli dell'Aventino.
- Well in the tunnels of the Aventine.

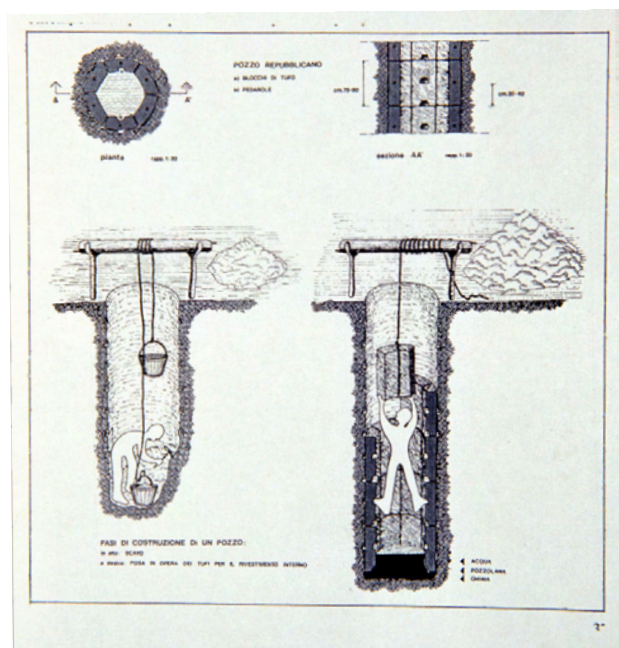


Fig. 12 - Schema di costruzione e rivestimento di un pozzo (Da PISANI SARTORIO, 1986).
- Building and lining of a well.

2 - LO SVILUPPO DELLA TECNICA IDRAULICA

I Romani appaiono sullo scenario del Mediterraneo quando molti problemi, teorici e pratici, di tecnica idraulica, erano stati risolti. Essi fanno tesoro dell'esperienza di altri popoli e raggiungono nel settore idraulico un livello tecnico così elevato da venire superato solo nel XIX secolo, con l'invenzione e la diffusione dei motori termici e delle tubazioni estruse in ghisa.

E' noto che gli antichi romani ereditarono dal mondo ellenistico le capacità tecniche per dominare l'acqua. La capacità speculativa greca, arricchita dalla millenaria capacità tecnica dell'Egitto e del Vicino Oriente, produsse, nel periodo ellenistico, un fantastico e irripetibile sviluppo delle scienze, in particolare di quella idraulica. Euclide, Talete, Pitagora, Ctesibio sono solo alcuni dei numerosi pensatori che contribuirono, su base scientifica, alla progettazione e costruzione di complesse macchine idrauliche e di strumenti di misura.

I Romani si preoccupavano poco delle elaborazioni che stavano a monte di queste scoperte scientifiche, e spesso neanche comprendevano fino in fondo i complessi ragionamenti degli scienziati ellenistici, ma intesero perfettamente l'importanza pratica delle loro scoperte; le copiarono, le migliorarono, le standardizzarono e le diffusero facendone un'arma fondamentale di grande utilità per la conquista e per il consolidamento del consenso.

La "cultura dell'acqua", pur essendo presente in altre civiltà, costituisce un aspetto tipico e precipuo della civiltà romana, che si manifesta attraverso un utilizzo dell'elemento non solo a fini pratici (potabile e igienico sanitario), ma anche per scopi ludici e di benessere fisico (naumachie, bagni, terme) e, infine, per scopi decorativi, con i ninfei e le grandi e piccole fontane monumentali. Potrebbe dirsi che in epoca romana si instaura una sorta di tacita alleanza tra potere politico e tecnica idraulica: l'acqua diventa uno degli strumenti principe, accanto alle leggi e alla forza militare, per detenere il potere, per spettacolarizzarlo, per sorprendere la popolazione. In una parola, per legittimare la dominazione.

Due sono le principali fonti antiche che ci forniscono dati e informazioni diretti sulle capacità tecniche romane nel campo dell'idraulica:

M. Vitruvio Pollione, (I sec. a.C.), che descrive i sistemi di ricerca, i metodi per valutare la qualità delle acque, i criteri costruttivi per gli acquedotti e

i sistemi di immagazzinamento dell'acqua;

S. G. Frontino, (I s. d.C), che descrive meticolosamente nove degli undici acquedotti che alimentavano Roma¹, indicando per ognuno di essi la quantità d'acqua addotta, le caratteristiche costruttive, la lunghezza, il tracciato, la portata e le dimensioni; inoltre entra nelle problematiche della gestione e della distribuzione dell'acqua, dandoci anche utili elementi per capire l'organizzazione amministrativa, il sistema di pagamento e la protezione contro gli allacci abusivi.

Per decine di secoli gli acquedotti romani, in particolare le grandi arcate che si rinvenivano nella campagna romana, sono stati prima distrutti, poi restaurati e riutilizzati e, infine, copiati ma, occorre aspettare il 1600 per avere, almeno per gli acquedotti della città di Roma, una nuova descrizione dettagliata con il trattato di R. Fabretti (FABRETTI, 1680), seguito dall'importante contributo di A. Cassio (CASSIO, 1756). Un nuovo e fondamentale interesse si manifesta a cavallo tra l'800 e il '900, con autori quali Lanciani, Ashby, Parker. Nel '900 l'interesse per la tecnica idraulica antica in Roma si affievolisce ed è solo negli ultimi decenni che studiosi e tecnici hanno mostrato per la materia l'attenzione che merita, tra questi P. Pace, U. Ventriglia, G. Bardi, A. Corazza, L. Lombardi e R. Coats Stephens. Peraltro l'archeologia ufficiale sembra poco incline a interessarsi dell'idraulica antica e del funzionamento idraulico degli impianti.

E' indubbio che passare, dall'uso dell'acqua del Tevere e delle sorgenti presenti in città o dal prelievo dai pozzi e dalle conserve d'acqua piovana, alla costruzione di un acquedotto rappresenti un enorme salto tecnico. Captare l'acqua di una sorgente o di un corso d'acqua, per immetterla in un canale, far arrivare l'acqua in un centro urbano a distanza più o meno grande e poi distribuirla, implica conoscenze e capacità di progettazione e realizzazione per le quali i Romani si mostrarono maestri.

L'alimentazione degli 11 acquedotti che distribuivano l'acqua a Roma e al suburbio era soddisfatta da sorgenti, da acque fluenti e da circolazioni idriche sotterranee.

Per il prelievo fu interessata la Valle dell'Aniene, nel Sublacense, con il prelievo diretto dell'acqua del fiume, o con la captazione di sorgenti emergenti dagli acquiferi carbonatici mesozoici.

Altri due grandi bacini idrogeologici furono interessati dalle opere di presa dei tecnici romani: l'apparato vulcanico dei Colli Albani e l'apparato vulcanico Sabatino. Alle pendici dei due apparati esistevano numerose sorgenti legate a importanti circolazioni idriche sotterranee.

Nei due distretti vulcanici furono captate sia le sorgenti che direttamente le circolazioni sotterranee.

L'acqua dell'Aniene fu in due casi captata con traverse che sollevavano il livello dell'acqua, mantenendolo costante, per l'immissione nel canale dell'acquedotto.

L'acqua delle sorgenti era captata tramite gallerie o cunicoli drenanti, scavati partendo dall'emergenza; dalle gallerie il prezioso liquido veniva convogliato in un bacino di raccolta raccordato al canale dell'acquedotto. Il bacino di raccolta, impermeabilizzato con una speciale malta, il *coccio pesto*, era generalmente munito di una seconda uscita al fine di evacuare il sovrappiù ed evitare che entrasse nel canale adduttore più acqua di quanta il canale stesso potesse trasportare senza subire danni. Le due uscite erano munite di paratie mobili che regolavano il flusso.

Lo stesso sistema di gallerie drenanti era utilizzato nelle opere di presa in sottoterraneo. Tali opere venivano realizzate tramite pozzi verticali, che raggiungevano la circolazione idrica sotterranea e dai quali si dipartivano cunicoli e gallerie, in genere rivestite in muratura e più tardi in *coccio pesto*, con il piano di calpestio posto al di sotto del pelo libero della falda. Le gallerie, con pendenza più o meno costante, raggiungevano zone topograficamente più depresse, ove l'acqua era trasferita in canali fuori terra e quindi ai serbatoi terminali dai quali tramite tubi erano servite le utenze.

Il canale e le opere di sostegno degli acquedotti che alimentavano la città erano perfettamente calcolati per garantire il sistema gravitatorio, permettere cioè che l'acqua scendesse, con pendenza, e quindi velocità, più o meno costanti, dalla captazione al serbatoio terminale. Mantenere la pendenza costante, o comunque garantire, entro determinati valori, che l'acqua perdesse gradualmente quota, era compito precipuo degli ingegneri, i quali controllavano in continuazione che i lavori venissero eseguiti secondo le previsioni progettuali.

Per mantenere costante la pendenza e per gli

¹ Gli ultimi due acquedotti, il Traiano e l'Alessandrino, furono realizzati dopo la morte di Frontino



allineamenti si usavano particolari strumenti "topografici" che, pur essendo molto semplici, consentivano l'esecuzione di rilievi e progetti di estrema complessità e precisione. Si trattava di livelle ad acqua (*corobate*) e di strumenti da traguardo (*groma*) per l'allineamento e la messa in bolla di punti anche molto distanti tra loro (fig. 13).

Esisteva anche un altro strumento più sofisticato, la *Diottra*, che serviva a misurare gli angoli, ma era meno usato per la sua complessità.

Con la *groma* e la *corobate* si poteva stabilire anche la quota (relativa) dell'entrata e dell'uscita delle gallerie, in modo da garantirsi che i due imbocchi fossero sfalsati in quota solo di quel tanto che era stato previsto in progetto per mantenere la pendenza del flusso.

Inoltre, lungo il tracciato delle gallerie venivano scavati dei pozzi (*lumina*) che raggiungevano la quota del piano di camminamento della galleria al fine di fornire punti di riferimento, prese d'aria e aperture per la progressiva eliminazione dei materiali di risulta dello scavo.

Il costo delle opere fuori terra, arcate o canali sostenuti da murature a fior di terra, era elevato. Comportava mano d'opera specializzata, materiali edili (conci in pietra, mattoni, calce e pozzolana o sabbia) che dovevano essere trasportati e messi in opera spesso in situazioni logistiche difficili. Era meno costoso realizzare gallerie che avevano anche il vantaggio di essere più sicure, rispetto ad eventuali tentativi di manomissione, rispetto alle opere

fuori terra. Ciò è dimostrato dal fatto che, nel caso di Roma, lungo i tracciati degli 11 acquedotti che alimentavano la città, su una lunghezza totale di circa 500 Km, l'acqua correva in sotterraneo, entro gallerie e cunicoli, per oltre 400 Km. Solamente il 20% del tracciato era in elevato, su arcate o su sostruzioni a livello del terreno.

A proposito di costi, malgrado i risparmi ottenuti facendo correre gli acquedotti in gallerie e cunicoli sotterranei, realizzare un acquedotto aveva costi enormi che dovevano essere coperti dall'erario. Per i primi tre acquedotti costruiti nella Roma antica Malissard (MALISSARD 1994) ci ricorda che ognuna di quelle opere fu finanziata con i proventi delle guerre: per l'Appio la vittoria sui Sanniti, per l'*Anio Vetus* le vittorie su Corinto e Cartagine e per la Marcia l'occupazione dell'Asia minore.

3 - L'APPROVVIGIONAMENTO IDRICO CON GLI ACQUEDOTTI

3.1 - GENERALITÀ

Il primo acquedotto a servizio di Roma, l'Appio, realizzato dal console Appio Claudio nel 312 a.C., captava acqua sotterranea, in profondità, con una serie di pozzi collegati tra loro attraverso gallerie drenanti. Forse per ragioni di sicurezza, forse per consuetudine, non fu captata una sorgente ma direttamente acqua di falda che veniva convogliata in un ambiente sotterraneo dal quale si diramava un cunicolo che, sempre in sotterraneo, raggiungeva la città. Solo all'interno della città l'acquedotto era fuori terra, retto da arcate. Un'opera di presa e distribuzione di questo tipo non fu mai più ripetuta per alimentare la città, mentre, come già ricordato, restò in uso per tutti gli acquedotti la tecnica dei cunicoli sotterranei, tecnica più che collaudata, che si rifaceva all'esperienza etrusca, greca e, più lontano nel tempo, a quella ellenica (basta ricordare il famoso acquedotto di Eupalino a Samos) e a quella persiana ove, da millenni, l'acqua viene captata, con gallerie sotterranee, i *qanat*, lunghe decine di chilometri.

Per capire meglio quanto riferito nelle descrizioni antiche degli acquedotti in merito alla loro portata, è utile fare il punto sul problema delle misure che in epoca romana venivano eseguite sui flussi delle adduzioni che alimentavano la città.

E' noto dai tempi di Erone, nel I secolo d. C.,

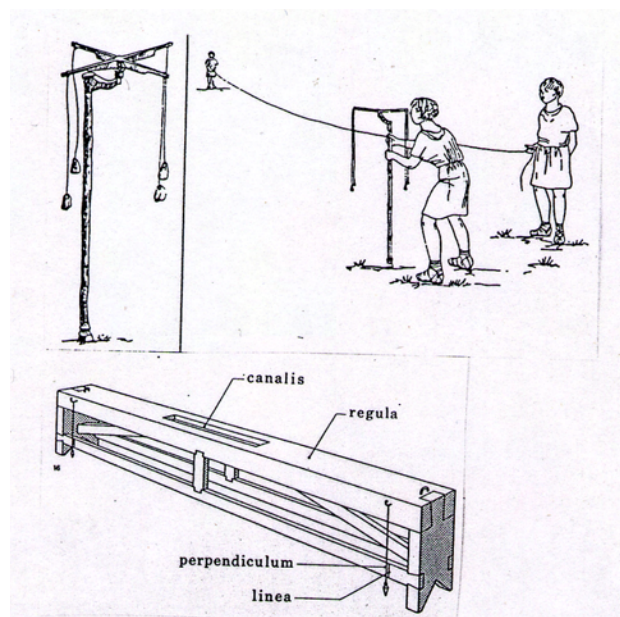


Fig. 13 - Groma e corobate.
- Groma and Chorobates.

che per conoscere la portata d'acqua che fluisce attraverso una sezione nota, di un canale o di un tubo, occorre conoscere l'area della sezione e la velocità dell'acqua: $Q = VA$.

Il concetto era certamente conosciuto da Frontino, che di ogni acquedotto fornisce la portata, ma che discute anche delle discrepanze che trova tra i suoi dati e quelli degli *acquari* che nella pratica gestivano gli acquedotti e le derivazioni. Ma Frontino trovava differenze inoltre tra le sue stesse misure alla sorgente e all'arrivo degli acquedotti. In quest'ultimo caso, adombrando il dubbio di furti d'acqua lungo il tracciato.

L'unità di misura usata da Frontino per esprimere il quantitativo d'acqua fluente in una sezione data è la *quinaria*. Gli studi di Di Fenizio (DI FENIZIO, 1916) e Pace (PACE, 1983) sono giunti alla conclusione che il valore della *quinaria* è pari a 0,48 l/s.

Tale valore è ancora oggi discusso. Si potrebbero eseguire misure delle pendenze e delle reali sezioni idrauliche dei canali e, quindi, delle velocità da attribuirsi al flusso e correlare tali dati con le misure frontiniane. Ma tali misure non sono semplici in quanto le sezioni idrauliche dei canali adduttori sono sempre incerte e basate sull'altezza delle incrostazioni che variano notevolmente tra i periodi di magra e quelli di piena modificando in continuazione la sezione idraulica. Inoltre, non sappiamo come Frontino misurasse il tempo e se misurasse i volumi in una conserva o direttamente nei canali.

La *quinaria*, inoltre, è anche la misura minima della serie di tubi romani in uso per secoli, pari a un diametro di 2,3 cm. Ciò confonde ulteriormente le idee in quanto spesso sezione del tubo e portata vengono equiparati.

In attesa di nuovi studi che chiariscano definitivamente il problema, faremo riferimento al dato di Di Fenizio-Pace, e cioè che una *quinaria* è uguale a 0,48 l/s.

3.2 - GLI ACQUEDOTTI CHE ALIMENTAVANO LA CITTÀ DI ROMA

Frontino redasse, nel I secolo d.C., la prima lista di acquedotti nella quale sono comprese le nove *Aquae* funzionanti in quell'epoca: *Appia*, *Marcia*, *Anio Vetus*, *Tepula*, *Julia*, *Virgo*, *Alsietina*, *Claudia* e *Anio Novus*. In epoche successive alla redazione del libro di Frontino furono costruite altre due importanti adduzioni, l'Acqua *Alessandrina*, che captava acqua dai Colli Albani, e la *Traiana*, che conduceva

acqua dal territorio di Bracciano (fig. 14).

Oltre i nove acquedotti Frontino cita alcune importanti derivazioni: una dalla *Marcia* entro la città, L'*Herculanea*; le arcate Neroniane o Celimontane, derivate dalla *Claudia*, che alimentavano il Celio, il Palatino e la valle del Colosseo; inoltre, cita due acque "*angustae*", una che si immetteva nell'*Appia*, l'altra che contribuiva alla portata della *Marcia*.

Passarono secoli prima che si formulassero altre liste degli acquedotti romani. Le fonti tardo antiche citano 14 acquedotti e Procopio, storico bizantino del VI secolo d.C., indica 19 acquedotti che alimentavano la città mentre altre fonti portano il numero a venti.

Oltre gli undici acquedotti, ormai accertati, venivano citati, e su tali citazioni si sono basati altri storici, le seguenti acque: *Damnata*, *Herculanea*, *Cerulea*, *Algenziana*, *Cimina*, *Sabatina*, *Aurelia*, *Settimiana*, *Severiana*, *Antoniniana*.

Queste liste hanno determinato non pochi problemi agli autori del '600-'700, quali Cassio e Fabretti, che cercarono di collegare i frammenti di acquedotti ancora visibili alle descrizioni.

E' solo alla fine dell'800, con gli studiosi Lanciani, Parker e Ashby, che si è fatta quasi completa luce in merito al problema, collegando correttamente i nomi degli acquedotti alle evidenze topografiche e ai ruderi ancora esistenti. Uno degli acquedotti su cui si sono soffermati molti studiosi è l'*Antoniniana* che alimentava le Terme di Caracalla, acquedotto sul quale torneremo.

3.2.1 - AQUA APPIA

L'acqua *Appia*, condotta a Roma per volontà dei censori Appio Claudio Cieco e C. Plautio Venox nel 312 a.C. aveva origine a 11 chilometri da Roma; il tracciato aveva una lunghezza di poco più di 16,5 km, quasi tutto in sotterraneo. Delle sue vestigia restano alcuni pozzi (*lumina*) lungo la Via Collatina, non lontano dalle sorgenti della Vergine.

Il percorso dell'*Appia* non è noto in tutta la sua lunghezza, tuttavia è stato ricostruito da C. Di Fenizio nel 1916 (vedi PACE, 1983 - tav. 4).

L'Azienda Governatoriale Eletticità e Acque di Roma (AGEA), sulla base degli studi di Di Fenizio, ha potuto rintracciare, a seguito di lavori ed esplorazioni effettuate dal 1939 al 1942, una parte dell'acqua che alimentava l'antico acquedotto Appio ed incrementare così la dotazione idrica della città con circa 400 litri/sec.



Uscendo di sottoterra in città, nella zona di Porta Capena, il canale avanzava su archi per 90 metri circa, dirigendosi di nuovo in sotterraneo verso via di San Saba e viale Aventino, ove fu visto da Raffaele Fabretti e più tardi da Rodolfo Lanciani, in una cava abbandonata ove ora sorge il Palazzo della FAO (ex Ministero delle Colonie).

Il serbatoio terminale e la fontana mostra sembra fossero nei pressi del Tevere davanti a Santa Maria in Cosmedin.

La portata dell'acquedotto, in base ai dati di Pace, era di 1.825 quinarie (876 l/s).

3.2.2 – ANIO VETUS (*Aniene Vecchio*)

Il secondo acquedotto di Roma fu l'*Anio Vetus*, la cui data di realizzazione è posta da *Frontino* nell'anno 481 di Roma (272 a.C.).

L'acquedotto prelevava acqua direttamente dal fiume Aniene, al quarantasettesimo chilometro della via Tiburtina, sotto l'attuale convento dei frati Francescani di San Cosimato. In questo settore l'Aniene scorre entro una gola profonda dalle pareti verticali, dove fu realizzata una traversa che derivava parte dell'acqua del fiume.

Lo speco è realizzato in *opus quadratum* di tufo con copertura a sezione triangolare, formata da due lastre di pietra calcarea.

L'acquedotto era lungo circa 64 km ed era quasi tutto in sotterraneo (63,5 km). Percorrendo i Monti Tiburtini raggiungeva la via Prenestina per dirigersi verso Porta Maggiore dove entrava in città con uno speco sotterraneo.

L'acqua era di pessima qualità in quanto risentiva delle piene dell'Aniene che rendevano, allora come oggi, l'acqua torbida e fangosa.

La portata era di 4.398 quinarie (2.111 l/s).

3.2.3 – AQUA MARCIA

Nel 144 a.C. la popolazione di Roma, che nel 272 a.C. era di 370.000 abitanti, raggiunse la cifra di 450.000 persone (PEDICONI, 1967) per cui il Senato decise di dotare la città di una nuova acqua: la Marcia.

La Marcia fu condotta da Q. Marcius Rex, pretore urbano, captando copiose sorgenti nella valle dell'Aniene vicino Marano Equo. L'acqua Marcia raggiungeva, tra l'altro, il Campidoglio dove fu eretta una statua in onore del Pretore.

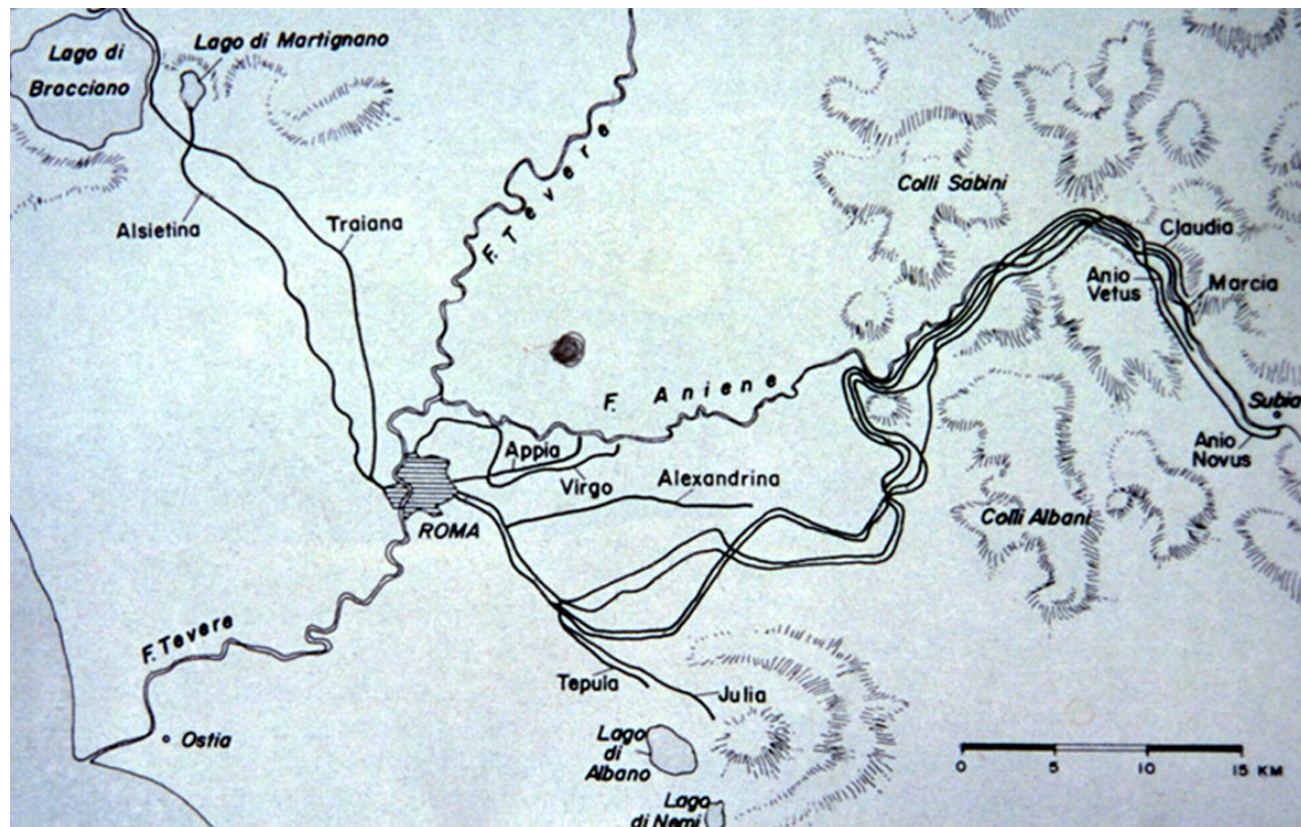


Fig. 14 - Planimetria degli 11 acquedotti romani.
- Map of the 11 aqueducts of Rome.

Plutarco considerò l'acquedotto dell'acqua Marcia "*maximum atque pulcherrimum aquaeductum Romae*" e non a caso l'acqua Marcia è la più citata dagli scrittori classici. Per Plinio la Marcia è "la più famosa di tutte le acque del mondo per freschezza e salubrità, la gloria della città di Roma"; per Frontino è addirittura il termine di paragone per giudicare della bontà delle altre: "*Claudia bonitate proxima est Marcia*". La portata di questo acquedotto era di 4.690 quinarie (2.251 l/s); la lunghezza totale dell'acquedotto era di 91 km, di cui 81,3 in sotterraneo.

Presso la piscina limaria² del VI miglio della via Latina, in epoca augustea, le acque della Julia miscelate con quelle della Tepula correvano in un solo canale sovrapposto a quello della Marcia. In tal modo i due acquedotti correvano su di un unico ordine di archi.

Dopo il VI miglio le acque della Julia e della Tepula furono di nuovo separate e immesse in due diversi canali sovrapposti al canale della Marcia per cui i canali sovrapposti salivano a tre ed erano disposti nel seguente ordine, partendo dal basso: Marcia, Tepula, Giulia. I tre canali sono ancora visibili in vari tratti della campagna romana, lungo la Via Appia, e a lato di Porta Maggiore, ove traversano le mura Aureliane (fig. 15). I tre acquedotti, sovrapposti, toccavano le moderne via Marsala e via Milazzo ed avevano il *Castellum*³ nell'area occupata successivamente dal Ministero delle Finanze ove Lanciani scoprì, negli anni 1873-75, tre immense *piscinae*, interpretate come i serbatoi terminali dell'acquedotto.

La ragione della miscela e della successiva separazione risiede nelle pessime caratteristiche organolettiche della Tepula in confronto alle ottime caratteristiche della Julia. La loro miscelazione forniva a Roma un'acqua accettabile e la loro successiva separazione riguardava solo la portata e non le caratteristiche dell'acqua che ormai era unica.

L'acquedotto Marcio, dopo la distruzione di tutti gli acquedotti, restò fuori uso per circa 10 secoli. Sotto il pontificato di Pio IX le sorgenti del Marcio furono captate di nuovo e fu costruito un nuovo acquedotto che raggiunse Roma nel 1870 con il nome di Acquedotto Pio Antico Marcio.

3.2.4 – AQUA TEPULA

Il nome di *Tepula*, tiepida, deriva dalla sua temperatura elevata (in inverno circa 19° C). Condotta a Roma nel 125 a.C., scaturiva nella Valle Preziosa, tra Castel Savelli e Marino, sulle pendici dei Colli Albani, ad una quota di circa 150 s.l.m..

L'area dell'emergenza è stata rinvenuta sulla base delle indicazioni di Lanciani. La sorgente è ormai scomparsa in quanto l'acqua è stata captata dal consorzio per l'acquedotto di Ciampino e il prelievo è fatto con perforazioni poco profonde. L'acqua di una delle perforazioni, quella realizzata in corrispondenza dell'antica sorgente, è ancora calda (18° C) e ricca in CO₂.

La portata della sorgente era di 400 quinarie (192 l/s) e la lunghezza totale dell'acquedotto era di circa 20 km di cui 12 in sotterraneo.

Data la qualità scadente dell'acqua, poco adatta




Fig. 15 - I tre spechi a Porta Maggiore.
- The three specus channels at Porta Maggiore.

2 - La piscina limaria era costituita da una vasca di decantazione in cui l'acqua depositava eventuali sostanze presenti in sospensione.

3 - Castellum, grande struttura di distribuzione da cui l'acqua dell'acquedotto, o di una condotta intermedia, veniva ripartita, con varie derivazioni, alle diverse utenze.





al consumo potabile, Marco Vipsanio Agrippa, genero di Augusto, miscelò l'acqua della Tepula con quella della Giulia, acquedotto da lui addotto a Roma nel 33 a.C., che aveva le sue sorgenti poco lontane da quelle della Tepula ed aveva acqua di ottima temperatura e qualità.

L'immissione dell'acqua della Tepula nel canale della Giulia venne attuata al X miglio della Via Latina. Da qui i due acquedotti erano uniti in un unico speco che portava l'acqua miscelata sino ad un partitore collocato al VI miglio della via Latina. Dopo la piscina limaria, come già ricordato, i condotti della Tepula e della Giulia furono separati e correvano nuovamente con due diversi specchi, sovrapposti a quello della Marcia.

I tre acquedotti giungevano insieme a Roma, sino alle piscine terminali e ai castelli di distribuzione posti nella zona delle terme di Diocleziano. La Tepula, come la Marcia, fu portata sino in Campidoglio.

3.2.5 – AQUA JULIA

La Giulia è acqua ottima, lievemente frizzante, leggera, di sapore squisito, le cui polle raggiungono la temperatura di 10-11° C.

L'acqua scaturiva dalle sorgenti degli Squarciarelli, nei pressi di Grottaferrata, a m 350 s.l.m. sulle pendici dei Colli Albani. La Giulia fu condotta a Roma durante l'edilità di Agrippa, nel 719 dalla fondazione di Roma (33 a.C.).

La portata dell'acquedotto era di 806 quinarie (386 l/s). La lunghezza dell'acquedotto era di 22 km di cui 12 km in sotterraneo.

Come ricordato in precedenza, al X miglio della via Latina nel canale della Giulia fu immessa l'acqua Tepula. Frontino misurò, in corrispondenza del partitore, ove le due acque giungevano insieme, una portata di 1.206 quinarie.

Pochi chilometri dopo gli acquedotti furono di nuovo separati e l'acqua miscelata ripartita tra i due specchi.

La Giulia, come già ricordato, entrava in Roma da Porta Maggiore sovrapposta alla Tepula e alla Marcia e, assieme, proseguivano per Porta Viminale sino alla *piscina trium aquarum*, sistemata tra le odierne vie Goito e Cernaia.

3.2.6 – AQUA VIRGO (*Acqua Vergine*)

L'acqua Vergine entrò per la prima volta in Roma il 19 giugno del 19 a.C., festa delle *Vestalia ad Janum*. L'acquedotto, voluto da Agrippa, è parzialmente in uso ancora oggi e, salvo lievi variazioni,

segue il percorso antico.

La sua acqua è sempre stata tenuta in grande considerazione per le sue qualità organolettiche: "*quantum Virgo tactu praestat, tantum praestet Marcia hauritu*" (PLINIO, N.H., XXXI, 41, 40).

Le sorgenti sono nella moderna tenuta di Salone, sulla Via Collatina. La zona era paludosa e per raccogliere le molteplici scaturigini che costituivano la sorgente fu necessario l'innalzamento di paratie in calcestruzzo. Inoltre, anche poco oltre il nucleo principale delle sorgenti, il condotto si arricchiva di altre captazioni. La portata della Vergine era di 2.504 quinarie (1.201 l/s).

Le emergenze si rinvenivano a quota 23,37 s.l.m. e lo speco, quasi tutto sotterraneo, della lunghezza di 19 km, seguiva un tortuoso percorso passando sotto le colline dei Parioli e del Pincio per raggiungere il *Castellum* nei pressi di quella che è oggi Piazza di Spagna, perdendo solo m 5,70 di quota tra il punto di partenza e quello di arrivo (fig. 16).

L'acquedotto, sia pure con forti diminuzioni della portata, è l'unico degli 11 acquedotti romani, che non ha mai smesso di funzionare.

Numerosi furono i tentativi di recuperare l'intera portata dell'acquedotto tramite restauri parziali e localizzati. Attorno alla metà del 1500 la nobiltà, concentrata nel Campo Marzio, chiede un migliore approvvigionamento idrico. Il papa Paolo III Farnese si impegna, nel 1535, a ripristinare l'acquedotto, ma è solo nel 1570, con il pontificato di Pio V, che una commissione guidata dal Cardinale Ricci di Montepulciano riesce a completare l'opera, e Roma rivive antichi fasti con la costruzione di fontane nel Campo Marzio.

Dell'acquedotto Vergine approfittarono il papa Giulio III che fece derivare dal canale una notevole quantità d'acqua per alimentare il ninfeo della sua villa. Meno nota e più interessante è una doppia derivazione realizzata dal Cardinale Ricci e da Ferdinando dei Medici per la villa sul Pincio. I due cardinali fecero installare delle grandi ruote idrauliche e delle pompe per sollevare, rispettivamente di 30 e 50 metri, l'acqua del Vergine fino alla collina.

Attualmente l'acqua Vergine è stata declassata e viene usata solo per servizi.

3.2.7 – AQUA ALSIETINA

Per alimentare la grande naumachia in Trastevere, nel 2 a.C., Augusto fece condurre a Roma l'acqua Alsietina.



Fig. 16 - Il canale del Vergine sotto il Pincio.
- The underground channel of the Virgo aqueduct below the Pincian hill.

Alla fine del XIX secolo tracce della naumachia sono state rinvenute a sud degli *Horti Caesaris*, nell'area compresa tra piazza S. Maria in Trastevere, via Morosini e piazza S. Cosimato. Un frammento della *Forma Urbis* marmorea raffigura un tratto dell'acquedotto: le arcate sono capovolte nel segmento verticale, al fine di indicare che ivi il canale era sotterraneo.

L'Alsietina captava l'acqua dal lago Alsietino (oggi Martignano), non lontano dal più grande lago Sabatino (oggi Bracciano), a m 207 s.l.m. Per le pesime caratteristiche organolettiche, l'acqua fu utilizzata, in seguito, solo per l'irrigazione.

Il punto terminale dell'Alsietina era vicino alla chiesa di S. Cosimato ove, nel 1720, durante alcuni lavori di sbancamento, fu rinvenuto lo speco ad una profondità di m 9 circa dal piano campagna.

L'Alsietina, con una portata di 392 quinarie (188 l/s), aveva una lunghezza di 32,7 km, tutti in sotterraneo. In considerazione della sua utilizzazione (naumachia ed irrigazione), questa acqua non ebbe necessità di subire una decantazione e non fu quindi realizzata la piscina limaria.

3.2.8 – AQUA CLAUDIA

I lavori per la conduzione della Claudia iniziarono l'anno 37 o 38 d.C. Anche la data della inaugurazione è incerta. Frontino tuttavia afferma che l'acquedotto fu inaugurato nell'anno 805 di Roma, corrispondente al 53 d.C. La data accettata comunemente per l'inaugurazione è il primo agosto, genetliaco dell'imperatore Claudio, del 52 d.C.

L'acquedotto fu iniziato tuttavia da Caligola, probabilmente insieme a quello dell'Aniene Nuovo, allorquando sette acquedotti sembravano insufficienti agli accresciuti bisogni dell'Urbe. Nella biografia di Claudio, che portò a compimento la loro edificazione, Svetonio così afferma: *opera magna, potius quam necessaria, tam multa perfecit* (Clandius, 20).

L'acquedotto traeva origine da varie sorgenti ubicate lungo la Valle dell'Aniene prossime alle sorgenti della Marcia. La lunghezza totale dell'acquedotto è di 69,7 km di cui 54,5 km in sotterraneo. La portata era di 4.607 quinarie (2.211 l/s).

Ben 130 archi, che raggiungono l'altezza di m 17, per una lunghezza complessiva di m 1.100, perfettamente conservati, caratterizzano ancora il paesaggio del tratto tra Capannelle e Roma Vecchia.

Poco dopo si annoverano altri archi, tra i quali i più elevati, posti nella depressione di via del Quadrano, tra Roma Vecchia e Tor Fiscale, raggiungono i 28 metri di altezza.

Presso Tor Fiscale la arcate del Claudio intersecano due volte la Marcia, sempre di quota inferiore, delimitando un'area racchiusa tra le arcate che fu utilizzata dai Goti, nel 536 d. C., come accampamento per il sacco di Roma e che fu chiamata *campus barbaricus* (fig. 17).

La Claudia si incontrava con altri acquedotti, ben cinque, a Porta Maggiore, nell'area detta *Spes Vetus*. I due spechi, della Claudia e del più alto Aniene Nuovo, passano sulla Porta Maggiore.

3.2.9. – ANIO NOVUS (*Aniene Nuovo*)

Anche l'ultimo degli acquedotti frontiniani, l'Aniene Nuovo, fu captato dalle acque fluenti del fiume Aniene; ebbe l'appellativo di "nuovo" per non ingenerare confusione con il precedente. Frontino afferma che fu portato nell'urbe insieme alla Claudia e fu inaugurato il primo agosto del 52 d.C..

L'acquedotto aveva una portata di 4.738 quinarie (2.274 l/s) e una lunghezza di 87 km di cui 73 in sotterraneo.





Fig. 17 - Il doppio incrocio del Claudio e del Marcio: il Campo barbarico.
 - The double intersection of the Aqua Claudia and the Aqua Marcia aqueducts at Campo barbarico.

L'incile e la piscina limaria dell'Anio si trovavano dopo Agosta, nel tratto di fiume presso la Madonna della Pace, alla quota di circa m 340 s.l.m. A causa delle scadente caratteristiche dei terreni delle sponde del fiume e delle frequenti piene l'acqua giungeva in città spesso torbida e limosa. Per ovviare a questo problema, Traiano spostò l'incile di una decina di chilometri in corrispondenza di uno dei laghetti voluti da Nerone ad ornamento della sua sontuosa villa presso Subiaco. Dalla piscina limaria lo speco dell'Aniene Nuovo correva, fino a Roma, sovrapposto a quello della Claudia sulle arcate già descritte (vedi fig. 18). Accanto all'incrocio moderno del Grande Raccordo Anulare e la via Appia Nuova si possono ancora vedere le arcate della diramazione che forniva acqua per la villa dei Quintili.

L'acqua dell'Aniene Nuovo entrava in Roma da Porta Maggiore ove la quota del fondo del canale è di m 66,25, la quota più elevata di tutti gli acquedotti romani, che consentiva la distribuzione dell'acqua in tutte le XIV regioni della città antica.



Fig. 18 - Porta Maggiore: gli specchi della Claudia e dell'Anio Vetus sovrapposti.
 - Porta Maggiore the two overlapping specus channels of the Aqua Claudia and the Anio Novus.

3.2.10 – AQUA TRAIANA

L'acquedotto fu realizzato da Traiano nel 109 d.C. con lo scopo di servire direttamente la zona transtiberina per la quale Augusto aveva realizzato l'acquedotto Alsietino che, come già ricordato, conduceva acqua non potabile.

L'acqua Traiana captava numerose sorgenti sul fianco nord occidentale del lago di Bracciano. Aveva una porta di 2.848 quinarie (1.368 l/s) ed una lunghezza di 57 km con tracciato quasi sempre a fior di terra. L'acquedotto entrava a Roma a Porta Aurelia (nei pressi dell'attuale Porta San Pancrazio) e la quota elevata che avevano le sue acque consentì l'installazione di alcuni mulini dei quali si sono trovate le tracce sotto l'Accademia Americana. L'acqua Traiana fu ripristinata dal papa Paolo V Borghese e giunse di nuovo a Roma nel 1607. La fontana mostra al Gianicolo, detta il fontanone, fu completata da Carlo Fontana nel 1690.

3.2.11 – AQUA ALEXANDRINA

L'ultimo degli acquedotti romani fu realizzato da Alessandro Severo nel 226 d. C. Con un tracciato di 22 Km, l'acquedotto portava a Roma 529 quinarie (254 l/s), prelevate dalle pendici dei Colli Albani nei pressi di Colonna. Delle arcate e sostruzioni restano moltissime evidenze fuori della città, mentre è ancora sconosciuto il punto di ingresso a Roma.

L'Acqua Alessandrina fu ripristinata dal papa Sisto V, con grandi difficoltà per problemi di quote e pendenze. L'acqua entrò in città nel 1587 e fu chiamata, su espressa richiesta del papa, Acqua Felice, dal nome del pontefice Felice Peretti.

La tabella 1 fornisce un quadro riassuntivo della portata globale degli 11 acquedotti che rifornivano Roma.

Al di fuori dei limiti della città numerose erano le derivazioni che prelevavano acqua dagli acquedotti per servire dentro Roma ville e insediamenti

Tab. 1 - Portata degli 11 acquedotti romani.
- *Discharge of the 11 aqueducts of Rome.*

NOME	Data	Quota a Roma metri s.l.m.	Lunghezza totale Km	Lunghezza in sotterraneo Km	% in sotterraneo	Acquifero	Portata in l/s
Appia	312 a.C	16	16	15	93	Vulcanico Colli Albani	876
Anio Vetus	272 a.C	43	63	62	98	Acqua fluente Aniene	2.111
Marcia	144 a.C.	55,70	91	80	88	Calcari Sublacense	2.251
Tepula	125 a.C.	57,61	17	2	11	Vulcanico Colli Albani	192
Julia	33 a.C.	59,37	22	8	36	Vulcanico Colli Albani	386
Virgo	19 a.C.	19	20	19	95	Vulcanico Colli Albani	1.201
Alsietina	2 a. C	12 ¹	33	32	99	Vulcanico Sabatini	188
Claudia	52 d.C	63,85	68	53	78	Calcari Sublacense	2.111
Anio Novus	52 d.C	65,99	86	73	85	Acqua fluente Aniene	2.274
Traiana	110 d.C	60?	57	-	-	Vulcanico Sabatini	1.368
Alessandrina	226 d.C.	45?	30	-	-	Vulcanico Colli Albani	254
Portata totale l/s		13.212	m ³ /giorno		1.117.735		



importanti. Tra questi tratteremo brevemente solo del prelievo per le Terme di Caracalla, sul cui acquedotto per secoli si è discusso e solo recentemente se ne è chiarita l'origine.

3.2.12 – AQUA ANTONINIANA

L'Acqua Antoniniana è nota, senza alcun dubbio, per essere l'acquedotto alimentante le Terme di Caracalla. Il suo tracciato è stato seguito da Circonvallazione Appia fino alle Terme.

Fin dal 1700 si è ritenuto che l'Acqua Antoniniana fosse derivata dall'Acqua Marcia, tuttavia nessuna traccia della connessione tra i due acquedotti è stata mai rinvenuta. Recentemente era stata avanzata l'ipotesi che le Terme fossero state alimentate dall'acquedotto Alessandrino.

Al fine di controllare la validità di tali tesi è stato condotto uno studio sulle incrostazioni lasciate dalle acque, sia alle Terme di Caracalla che nei ruderi di vari acquedotti, tra gli altri il Marcio e l'Alessandrino, utilizzando un nuovo metodo basato sull'analisi degli isotopi dello Stronzio. Lo studio condotto sulle fonti dei testi antichi, sul terreno e tramite le analisi realizzate dal Prof. M. Barbieri della I Università di Roma, ha dimostrato che le Terme di Caracalla non erano alimentate né dal Marcio né dall'Alessandrino, ma da un altro acquedotto proveniente dai Colli Albani.

In epoca romana dal bacino vulcanico dei Colli Albani provenivano l'Appia, la Tepula, il Vergine, la Giulia, l'Augusta e l'Alessandrina. Scartati gli acquedotti che avevano quota troppo bassa per poter alimentare le Terme di Caracalla, ed esclusa l'Alessandrino per i risultati delle analisi comparative delle incrostazioni dell'acquedotto e dei serbatoi di Caracalla, l'attenzione si è concentrata su due acquedotti: la Tepula e la Giulia.

Lo studio sulle Terme di Caracalla (LOMBARDI & CORAZZA, 1995) ha consentito di stabilire che, in un'epoca non precisabile, quando le Terme avevano cessato di funzionare e l'impianto idraulico era ormai fuori uso, fu ripristinato un flusso idrico e l'acqua fu utilizzata con tubazioni in terracotta, utilizzo forse connesso al centro religioso che ospitava i pellegrini che raggiungevano Roma. Più tardi il flusso cessò del tutto. Le incrostazioni lasciate dall'acqua, all'interno delle Terme, per i due periodi di funzionamento, sono ben distinguibili: le prime sono presenti all'interno dei grandi serbatoi dai quali si dipartivano i tubi in piombo che servivano tutti gli ambienti delle terme; le seconde si trovano all'interno di una struttura (cd. Postumia)

dalla quale, in epoca sicuramente posteriore al funzionamento dello stabilimento termale, partivano dei tubi in terracotta destinati a servire gli insediamenti abitativi che si erano andati a collocare nelle sale delle terme in rovina.

Per cercare di individuare l'origine delle acque che avevano alimentato le Terme, sono stati prelevati campioni delle incrostazioni delle due fasi di funzionamento e, parallelamente, sono stati prelevati campioni sia delle incrostazioni che delle acque alle sorgenti degli acquedotti Julia e Tepula provenienti dai Colli Albani. I risultati delle analisi hanno indicato chiaramente che nella fase di funzionamento delle Terme l'alimentazione proveniva dalla miscela della Julia e Tepula mentre in epoca più tarda l'alimentazione era assicurata dall'acqua della sola Tepula.

E' stato così finalmente appurato che l'acqua che alimentava le Terme di Caracalla non proveniva dai rilievi calcarei dell'Appennino e non è assolutamente identificabile con l'acqua del Marcio. Peraltro, in base a quanto scritto da Frontino, è fuor di dubbio che l'acqua di scarsa qualità della Tepula, tiepida e "grassa" non fosse gradita ai cittadini romani tanto che fu miscelata con la Giulia.

Frontino dice anche "per bagni, lavanderia e in correlazione anche con servizi vili, trovammo utilizzata persino la Marcia, eccellente per limpidezza e freschezza". E Frontino insiste "Pertanto si è preferito separarli tutti e ordinarli uno ad uno in guisa che fra i primi la Marcia servisse tutta per usi potabili e quindi che le rimanenti (acque) fossero assegnate ciascuna agli usi adatti alla propria qualità". L'uso della Marcia per le terme era pertanto sconsigliato e scoraggiato.

Sembra quindi logico affermare che l'imperatore Caracalla, che diede a Roma l'acqua di una nuova sorgente (*NOVO FONTE ANTONINIANA*), immettendola nell'acquedotto Marcio, abbia utilizzato per alimentare lo stabilimento termale, che da lui prende nome, acqua come quella della Tepula-Julia che, rispetto a quella della Marcia, aveva una peggiore qualità ma che, essendo meno fredda, aveva un evidente vantaggio termico per gli usi a cui era destinata.

3.3 – I SERBATOI TERMINALI

I tecnici romani compresero perfettamente che l'acqua che raggiungeva le città tramite i canali degli acquedotti non poteva essere messa direttamente in distribuzione. Era necessario realizzare



un serbatoio finale che avesse il doppio scopo, da un lato, di accumulare acqua per un uso procrastinato nel tempo, dall'altro, di dirottarla verso le differenti utenze che dovevano essere servite. Al termine degli acquedotti costruirono pertanto vari tipi di serbatoi e di partitori.

A tal fine, realizzarono grandi e piccoli ambienti, rivestiti di intonaco impermeabile (il coccio pesto) per un'altezza superiore a quella che avrebbe avuto l'acqua nel serbatoio. Inoltre, in quasi tutti si possono osservare gli angoli, sia in piano che in orizzontale, rinforzati da cordoli, in coccio pesto, che impedivano le infiltrazioni dell'acqua nelle giunzioni tra gli intonaci delle murature e del pavimento. Quasi tutti questi ambienti sono coperti con volte a botte, e mostrano aperture, degli sfia-ti, per arieggiare i locali e lasciare una fuga all'aria che si comprimeva o deprimeva in rapporto alle oscillazioni del livello idrico nel serbatoio.

I muri avevano sempre elevato spessore per contrastare la pressione dell'acqua. Le forme in pianta potevano essere quadrangolari o tondeggianti e, nelle conserve di maggior grandezza, si hanno più camere comunicanti fra loro tramite archi bassi. L'altezza delle conserve è sempre di

alcuni metri, ma arriva fino a oltre dieci metri in alcune grandissime conserve, quali ad esempio la *Mirabilis* nei Campi Flegrei o la famosa cisterna Basilica di Istanbul.

Per la raccolta dell'acqua piovana i tecnici romani avevano accumulato una lunga esperienza con la realizzazione di decine di migliaia di cisterne. Ne esistono esempi distribuiti in tutto il territorio italiano e in tutto l'impero romano.

Le cisterne hanno uno o più ingressi per l'acqua e uno scarico di fondo, non sempre presente. Sono tutte munite di un rivestimento impermeabile in *coccio pesto*, materiale costituito da calce, pozzolana o sabbia e frammenti di laterizi, che, pressato e battuto, è altamente impermeabile e di grande resistenza. Con questo materiale costruivano anche dei cordoli in corrispondenza degli angoli verticali e orizzontali delle cisterne che erano i punti più fragili della costruzione e che, pertanto, venivano adeguatamente protetti.

Con tale esperienza scoprirono il vantaggio della serbatoizzazione e ne trasferirono l'uso dalle cisterne ai serbatoi con i quali accumulavano l'acqua proveniente dagli acquedotti.

Passare dalle cisterne, per la conservazione dell'acqua piovana, ai serbatoi, accumuli temporanei d'acqua proveniente da un acquedotto, comportava un salto logico enorme che consentì ai tecnici romani di costruire serbatoi di grandi dimensioni e di affascinante bellezza (fig. 19).

Con lo stoccaggio di acqua proveniente da una fonte perenne (sorgente o acquedotto che fosse) si poteva aumentare la portata fornita alle utenze nel momento dei consumi di punta, cioè nelle ore di massimo uso. Vedremo che i volumi dei grandi serbatoi, almeno per quelli studiati fino ad oggi, sono stati progettati in modo da accumulare durante le ore notturne i quantitativi d'acqua necessari soddisfare perfettamente i fabbisogni idrici diurni.

A Roma sono noti numerosi e grandi serbatoi; quello delle *Sette Sale* sul Colle Oppio, quello delle Terme di Caracalla, quello di Termini, ormai scomparso, quello sul Celio che doveva consentire l'alimentazione del Colosseo (ce ne resta un disegno del '500), quello di *San Nicola da Tolentino* (fig. 20) e molti altri sparsi nella città e ubicati sempre sui colli per garantire la distribuzione con sistema gravitario e con pressione sufficiente per alimentare tutte le utenze poste a valle del serbatoio.

Frontino afferma che a Roma esistevano ben 247 serbatoi e partitori, oltre ai serbatoi terminali degli acquedotti.



Fig. 19 - Serbatoio Basilica a Istanbul.
- Basilica Cistern in Istanbul.



Dai grandi serbatoi terminali ma anche dai serbatoi intermedi si diramavano in varie direzioni le tubazioni che raggiungevano le singole utenze o altri serbatoi intermedi.

L'evoluzione dei partitori nel corso della storia è notevole. Basti guardare un piccolo partitore o *castellum* in pietra di Priene (fig. 21) di epoca ellenistica e paragonarlo al *castellum* di Pompei (fig. 22) o

a quello di Nymes (fig. 23) per rendersi conto del salto di scala.

Alcuni dei serbatoi terminali degli acquedotti erano adibiti a ninfei, grandi fontane che costituivano un importante elemento dell'arredo urbano.

Di questi ninfei ci resta il castello idraulico terminale dell'acquedotto Claudio. Era il più imponente punto di distribuzione d'acqua dell'Urbe, sia per quota dell'arrivo dell'acqua (m 64 s.l.m.), sia per l'elevata portata.

Il *Castellum*, fu trasformato in un grande ninfeo, costruito nel III secolo, i cui ruderi si possono ancora vedere in piazza Vittorio Emanuele II (fig. 24).

Tra i serbatoi terminali e le utenze vi erano, come già ricordato, dei serbatoi intermedi dai quali l'acqua veniva derivata, non più attraverso canali, ma con tubazioni, per la distribuzione in città.

3.4 - LA DISTRIBUZIONE DELL'ACQUA

Per la distribuzione dell'acqua, sebbene Vitruvio affermasse che è meglio usare i tubi in terracotta che quelli in piombo, in quanto quest'ultimo era insalubre per le popolazioni, quasi tutte le tubazioni che raggiungevano le utenze erano realizzate con questo metallo. Per costruire i tubi in piombo, le *fistule*, si usavano generalmente stampi in pietra della lunghezza di 10 piedi (2,96 m) nei quali si colava il piombo fuso. La larghezza degli stampi, e l'altezza dei bordi, determinavano le dimensioni e lo spessore delle lastre in piombo che si desiderava realizzare. Una volta ottenuta la lastra, questa veniva avvolta in un'anima di legno, a sezione circolare, e i due lembi della lastra venivano saldati direttamente oppure prima ripiegati e poi saldati. In tal modo si ottenevano tubi di lun-



Fig. 20 - Serbatoio di Via S. N. da Tolentino. Visibili chiaramente i cordoli negli angoli.
- Reservoir in Rome.



Fig. 21 - Priene.
- Distribution box at Priene.



Fig. 22 - Nymes.
- Distribution box at Nymes.



Fig. 23 - Pompei.
- Distribution center at Pompei.

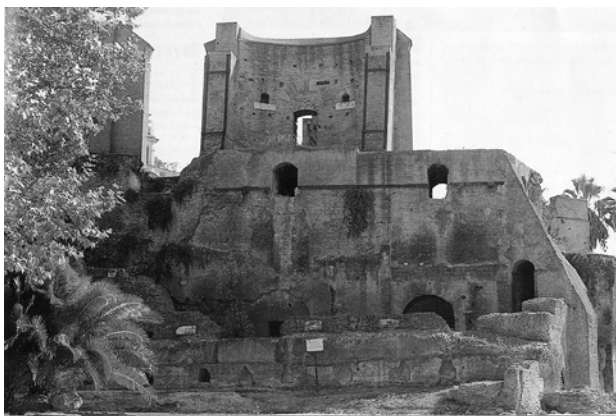


Fig. 24 - Il Ninfeo di Piazza Vittorio a Roma.
- The Nymphaeum at Piazza Vittorio Emanuele in Rome.

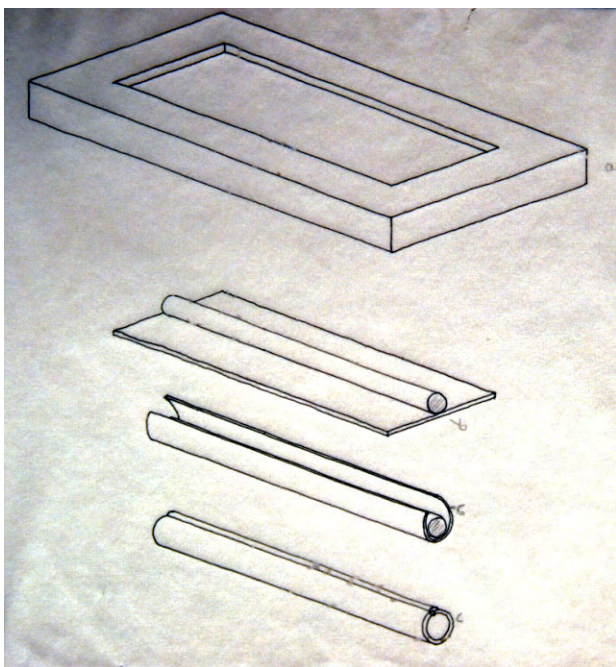


Fig. 25 - Stampo per tubi.
- Mould for lead pipes.



Fig. 26 - Fistula con scritta.
- Lead pipe with inscription.

ghezza standard (10 piedi) e di diametro variabile da 2,3 cm a circa 30 cm (fig. 25).

Ad ogni diametro corrispondeva un preciso spessore, uno specifico peso, una specifica resistenza e un preciso nome. Sulle tubazioni a servizio di clienti importanti, o su quelle pubbliche, venivano stampigliati, in rilievo, il nome del concessionario e altre informazioni utili alla messa in posto dello spezzone di tubo (fig. 26).

Quando una tubazione raggiungeva un'utenza, fosse essa una casa, una fontana o un edificio pubblico, era indispensabile poter regolare il flusso tramite una chiave, un rubinetto. Nella produzione di chiavi e valvole i romani furono grandi maestri e ne produssero di tutte le dimensioni.

Tutte le valvole romane rinvenute negli scavi sono in bronzo con un maschio verticale, forato orizzontalmente, che si inserisce in una femmina fissa, entro la quale può ruotare (fig. 27).

La femmina è collegata alla tubazione e saldata con essa (fig. 28). Con la rotazione del maschio si ha l'occlusione o l'apertura parziale o totale del foro coassiale con quello della femmina, e quindi la regolazione del flusso. La rotazione del maschio avveniva direttamente nelle valvole piccole o, in quelle grandi, tramite apposite chiavi a sezione quadrata che si inserivano nella testa del maschio, anch'essa a sezione quadrata.

Di particolare interesse alcune valvole che ricevevano, da due distinte tubazioni, acqua calda e fredda. Con la rotazione del maschio si otteneva la miscela dei due fluidi (fig. 29).

Il piombo, come tutti i metalli, è stato sempre oggetto di furti, per cui in epoca romana, al fine di evitarli e di scoraggiare le manomissioni, la rete delle tubazioni era sempre protetta, affogata nelle murature o alloggiata in gallerie di servizio cui

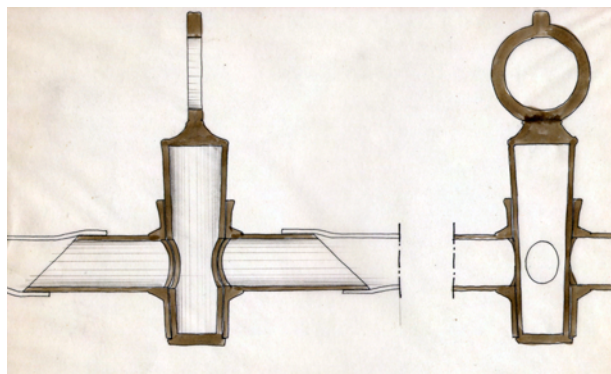


Fig. 27 - Schema di una valvola.
- Plug tap.



potevano accedere solo i *Plumbarii*, i tecnici addetti al montaggio, alla manutenzione e alla gestione degli impianti idraulici per la distribuzione dell'acqua alle strutture pubbliche, alle case e alle fontane.

La rarità dei metalli, dal Medio Evo in poi, fino ai primi del '900, ha determinato l'asportazione di tutte le componenti metalliche degli impianti

romani. Anche negli scavi archeologici di epoche passate le fistule in piombo, se non contenevano parti stampigliate, venivano spesso vendute a peso, per finanziare le ricerche.

La distribuzione dell'acqua in città rispondeva a precise e ferree disposizioni. Ancora una volta dobbiamo fare riferimento a Frontino che ci fornisce, per la sua epoca, sotto il principato di Nerva, indicazioni precise sulla distribuzione dell'acqua in città e nel suburbio. Il 17% dell'acqua era a disposizione del Principe, anche per le grandi terme, il 38% era distribuito ai privati e il 45% ad uso pubblico (fontane, latrine ecc).

Da questi dati, tenendo conto che l'acqua del principe era, almeno in parte, disponibile in quanto raggiungeva anche strutture imperiali aperte al pubblico, dobbiamo pensare che oltre il 50% dell'acqua era di uso pubblico, ma solo una parte minoritaria della popolazione aveva allacci diretti nelle case (fig. 30). Infatti il 38% dell'acqua distribuita ai privati si riferisce a un volume e non corrisponde perciò al 38% della popolazione. Pochi pri-



Fig. 28 - Valvola con fistule saldate alle estremità.
- Rotary plug tap with soldered lead pipes.



Fig. 29 - Valvola per la miscelazione di acqua calda e fredda.
- Mixer tap for cold and hot water.

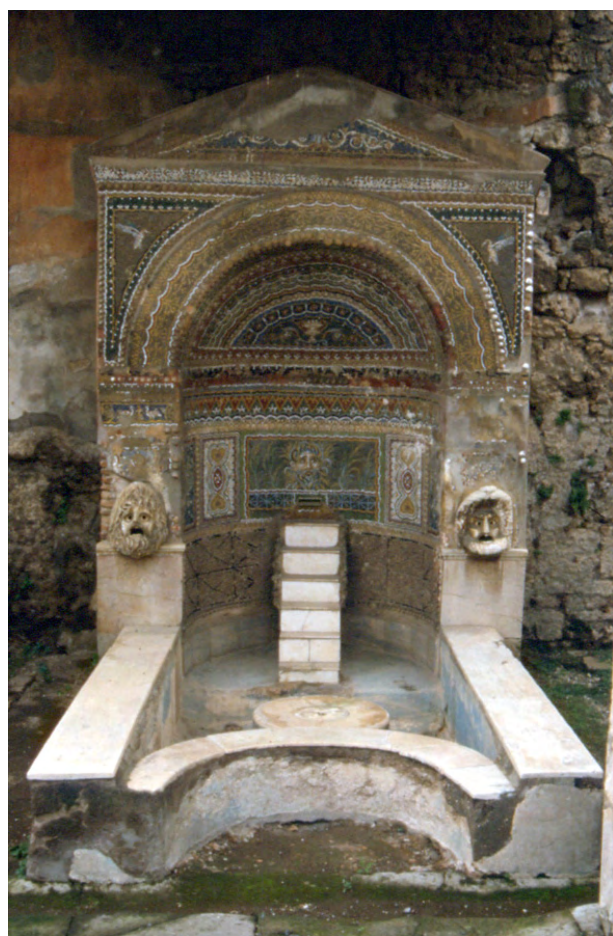


Fig. 30 - Fontana privata a Pompei.
- Private fountain at Pompeii.



Fig. 31 - Fontana pubblica a Pompei.
- Private fountain at Pompeii.

vilegiati avevano acqua corrente in casa mentre la gran maggioranza della popolazione era sprovvista d'acqua diretta e si serviva delle fontane pubbliche (fig. 31).

Infatti il grosso della popolazione, come ci ricorda Frontino, usava le fontane pubbliche e i *lacus*, vasche forse per l'abbeveraggio e il prelievo dell'acqua. I più ricchi avevano allacci al piano terra, in alcuni casi ai piani alti delle case, e usavano l'acqua anche per le terme private, le fontane ornamentali e i giardini. Nel 334 d.C. una fonte riporta che a Roma vi erano 1212 fontane, 926 terme pubbliche e 11 Terme imperiali. Frontino ci indica anche che per evitare che le fontane pubbliche restassero senz'acqua, in caso di rottura o di interruzioni per la manutenzione dell'acquedotto che serviva abitualmente tali utenze, l'impianto prevedesse in questo caso l'uso dell'acqua di un altro acquedotto.

4 - L'IDRAULICA ANTICA

4.1 - ASPETTI GENERALI

Gli studi sulla distribuzione dell'acqua nei centri urbani, e in particolare a Roma, sono scarsi, anche perché comportano lunghe e attente osservazioni di tracce, anche minime, da collegarsi alla lettura delle fonti antiche. Neanche in siti archeologici quasi intatti, quali Pompei e Ostia antica, si ha un quadro esatto della distribuzione dell'acqua. Lo studio degli impianti idraulici antichi comporta l'elaborazione di ipotesi continue da convalidare con le tracce esistenti, è uno studio che si svolge

per approssimazioni successive, fino al raggiungimento di un quadro sufficientemente dimostrabile e cartografabile.

E con questi criteri che in anni di lavoro si è riusciti a ricostruire i progetti originali degli impianti di due monumenti di grandi dimensioni: le Terme di Caracalla e il Colosseo.

4.2 - LE TERME DI CARACALLA

4.2.1 - IL COMPLESSO TERMALE

A Roma, nel III secolo, vi erano più di 1.000 bagni pubblici di dimensioni grandi e piccole e 11 terme imperiali; di queste solo le Terme di Diocleziano superavano in grandezza e bellezza le Terme di Caracalla. Ma le manomissioni, i riusi, le distruzioni e le continue spoliazioni ci hanno lasciato poche tracce di questi immensi stabilimenti. Solo le Terme di Caracalla, per la loro posizione esterna alla città, hanno subito pochi danni malgrado siano state oggetto di spoliatura continua, non solo delle statue e degli arredi, ma anche dei rivestimenti, dei mattoni, delle tegole, per non parlare delle vasche con annessa rubinetteria e dei tubi di piombo, i quali, come in un sistema arterioso, distribuivano l'acqua alle centinaia di utenze sparse nel complesso termale.

Costruite tra il 212 e il 216 d.C. per volere dell'imperatore Marco Aurelio Antonino Bassiano, detto Caracalla, occupano una superficie di circa 12 ettari e seguono, nelle grandi linee, quella che era ormai la disposizione canonica delle terme. Tale disposizione prevedeva (fig. 32) un grande giardino (G) sul quale si affacciavano, oltre i grandi serbatoi (S) per la distribuzione dell'acqua, due biblioteche (B), due sale per la musica e per i banchetti (R) e il grande edificio centrale. Quest'ultimo era suddiviso in due parti simmetriche rispetto ad un asse trasversale lungo il quale erano il *calidarium* (C), il *tepidarium* (T) il *frigidarium* (F) e la *natatio* - la piscina natatoria (N). A destra e a sinistra due grandi palestre eguali (P), gli spogliatoi (A), le sale dedicate alla bellezza - massaggi, depilazione ecc.- e, infine, le sale calde (L) propedeutiche al *calidarium*.

Nel sottosuolo, oltre i fornaciari che alimentavano, probabilmente giorno e notte, i forni per il riscaldamento dell'acqua e degli ambienti, vi erano gli acquari che sovrintendevano alla gestione e manutenzione del complesso sistema idraulico delle Terme (per maggiori dettagli vedasi la pubblicazione di LOMBARDI & CORAZZA, 1995).



4.2.2. - L'IMPIANTO DI ADDUZIONE E DISTRIBUZIONE DELL'ACQUA

Abbiamo visto in precedenza che per servire le Terme era stato costruito un acquedotto, l'*Antoniniano*, derivando l'acqua dall'acquedotto della Giulia-Tepula. L'*Antoniniano* (A di fig. 32) adduceva acqua alle Terme riversandola nei grandi serbatoi, costituiti da una lunga fila di 18 grandi vasche, posti in posizione marginale ed elevata rispetto agli edifici, consentendo che le fontane ornamentali facessero i loro getti sufficientemente alti. La quantità d'acqua che raggiungeva i serbatoi doveva superare i 200 l/s (circa 20.000 m³/giorno), mentre i serbatoi avevano una capacità di circa 9.000 m³. Per dare un'idea ai lettori del significato di queste cifre, possiamo segnalare che l'acqua addotta alle Terme di Caracalla sarebbe sufficiente, oggi, a servire una città di 70.000 abitanti, e il volume d'acqua dei serbatoi sarebbe sufficiente ad alimentare, durante una giornata, una popolazione di 30.000 persone.

In una delle camere (Tp) dei serbatoi era collocato lo scarico di troppo pieno che impediva all'ac-

qua di raggiungere livelli oltre i quali si potevano creare dei problemi per la struttura.

La distribuzione dell'acqua alle varie utenze del complesso termale era garantita da tubazioni in piombo alloggiare in gallerie di servizio sotterranee, alte e spaziose per permettere la posa e la manutenzione dei tubi anche di grande diametro, secondo uno schema gravitatorio a sifone rovescio.

Il sistema distributivo partiva da camere di manovra idraulica (M) situate a lato dei serbatoi, dove erano localizzati i calici, che permettevano la presa dell'acqua dalle conserve e ai quali erano collegati i tubi di mandata. Il flusso edotto veniva regolato tramite "chiavi idrauliche" (saracinesche).

Le gallerie di servizio hanno una disposizione in pianta che forma un anello distributivo continuo. Esse infatti partono dai serbatoi (fig. 33) e si dirigono, da lati opposti, verso l'edificio centrale dove lo circondano lungo tre dei suoi lati e lo attraversano assialmente con due rami che nel *frigidarium* si congiungono terminando in prossimità della *natatio* (vedi fig. 32).

Dalle gallerie partivano delle derivazioni che

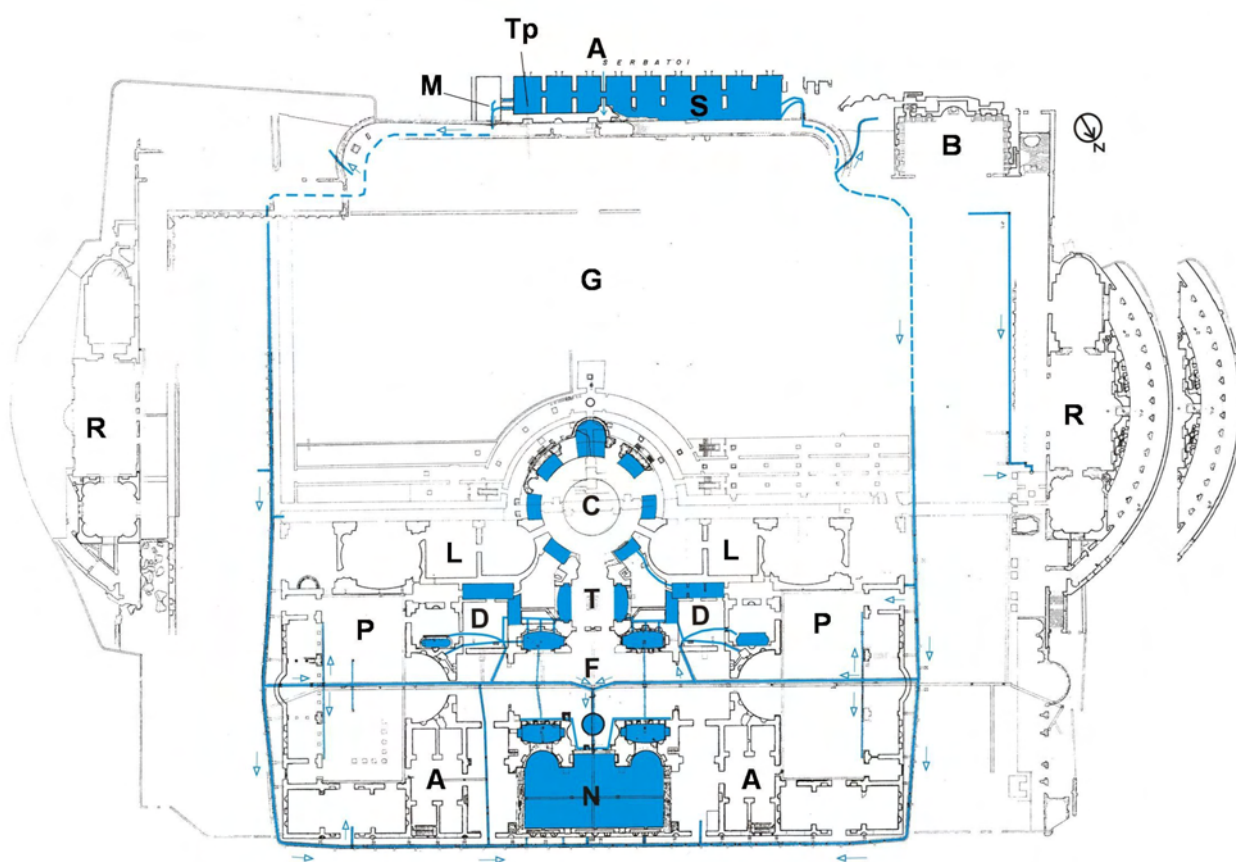


Fig. 32 - Planimetria delle Terme di Caracalla con schema dell'impianto idraulico di adduzione e distribuzione dell'acqua. (da CORAZZA & LOMBARDI, 1995).
- Map of the distribution system of the Caracalle Terme.

permettevano ai tubi di piombo di raggiungere, alloggiati entro condotti di minore dimensione, le utenze poste nell'edificio centrale (compresi serbatoi sovrelevati, ove veniva accumulata e riscaldata l'acqua che riforniva le utenze calde del complesso

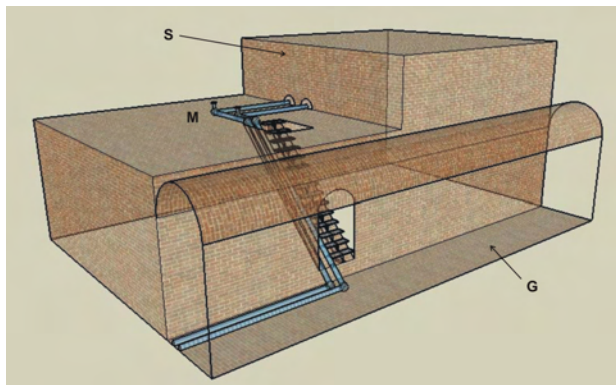


Fig. 33 - Sistema distributivo dell'acqua in corrispondenza dei serbatoi (camera M di fig. 32). Legenda: S - Serbatoi; M - Camera di manovra; G - Galleria di distribuzione.

- Distribution system at the cisterns.

termale) ma anche quelle poste negli edifici perimetrali, nel giardino e nei sotterranei adibiti all'impianto termico.

Il sistema distributivo ad anello permetteva di mantenere sempre in equilibrio la pressione nelle tubazioni e, in caso di rotture, consentiva il proseguimento, sia pure in forma ridotta, della fornitura d'acqua.

In base alle tracce rinvenute le tubazioni provenienti dai serbatoi dovevano avere un diametro esterno di 30 cm circa mentre quelle che raggiungevano le singole utenze avevano diametri fino a 10 - 13 cm.

4.2.3 - L'IMPIANTO DI SMALTIMENTO DELL'ACQUA

Le acque piovane e quelle reflue provenienti dalle utenze (vasche, fontane, bocche d'acqua) terminavano entro l'apparato fognario costituito da un sistema a pettine che versava in una grande cloaca (fig 34). Quest'ultima percorre assialmente, tutto il corpo centrale e devia poi ortogonalmente per andarsi presumibilmente a collegare con il col-

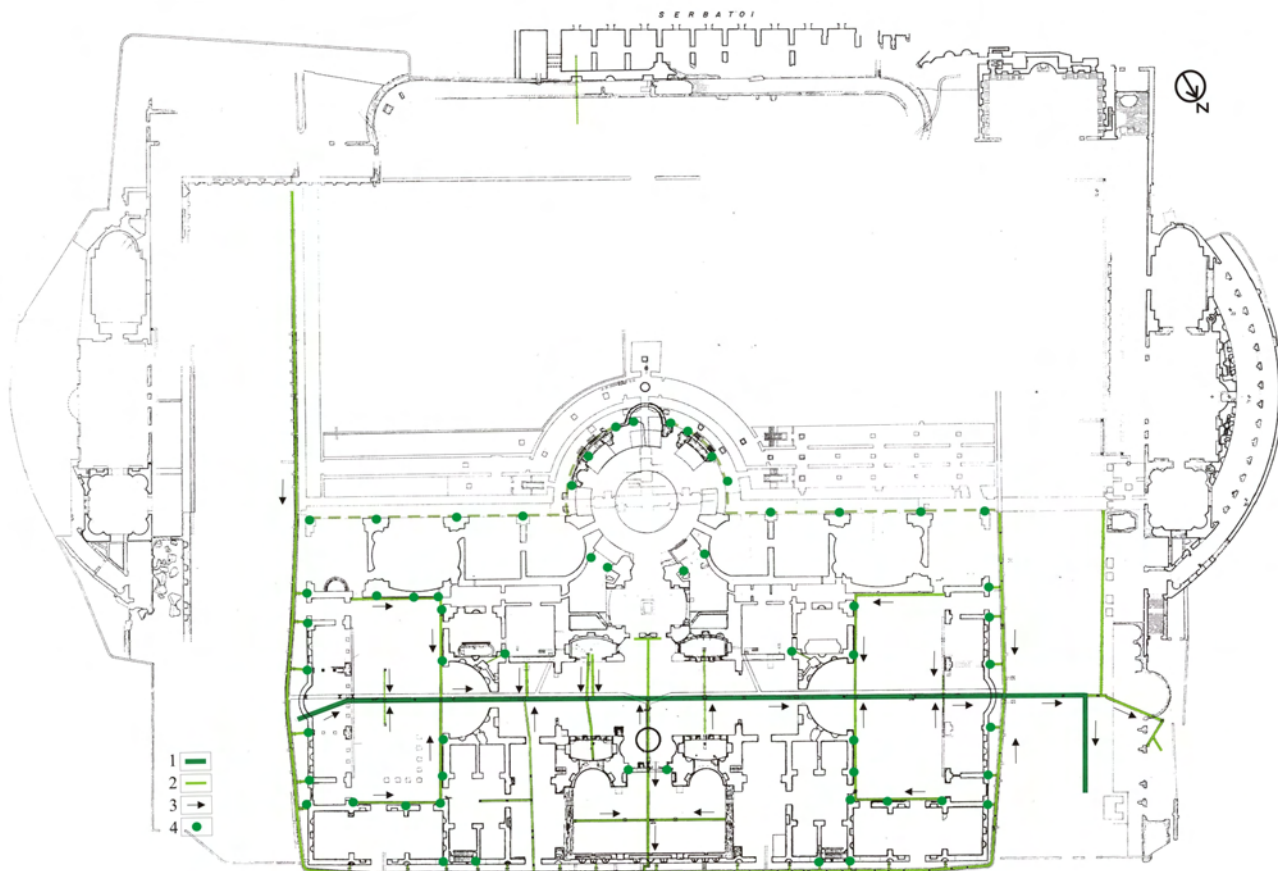


Fig. 34 - Il sistema fognario delle Terme di Caracalla (da CORAZZA & LOMBARDI, 1995). Legenda: 1 - Collettore fognario profondo; 2 - Fognoli di scarico; 3 - Direzione del flusso idrico; 4 - Pluviali.

- Drain and sanitation system at Baths of Caracalla.



lettore che, correndo lungo l'asse vallivo costituito dall'attuale Viale delle Terme di Caracalla e dal Circo Massimo, sboccava nel Tevere.

La fogna fu realizzata ad una profondità tale, circa 10 metri dalla superficie, da potere andare ad intercettare la falda idrica presente nel sottosuolo e avere quindi un flusso continuo d'acqua che ne garantiva la costante pulizia. Chiusini e pozzetti muniti di alloggiamenti (pedarole) dove appoggiare i piedi e le braccia permettevano la perlustrazione della cloaca.

Discendenti quadrangolari, rivestiti con mattoni bipedali e muniti di condotti cilindrici in terracotta, recapitavano le acque di pioggia che cadevano sulle coperture entro i fognoli del sistema di scarico. Questi fognoli vengono detti anche "cappuccine" per la caratteristica copertura costituita da due tabelloni in laterizio disposti a \wedge .

Cunicoli fognari sono sempre presenti al di sotto delle gallerie di servizio che ospitavano le grandi tubazioni in modo tale da permettere la rapida evacuazione delle acque in caso di rottura dei tubi (fig. 35).

L'analisi delle strutture idrauliche di scarico delle acque ha permesso di individuare alcune palesi differenze realizzative tra le porzioni speculari nord e sud dell'edificio centrale (vedi fig. 35). Tali differenze sono dovute al fatto che alla costruzione dell'edificio contribuirono due imprese, una per la porzione nord e l'altra per quella sud, che adottarono soluzioni costruttive diverse per realizzazione dello stesso manufatto.

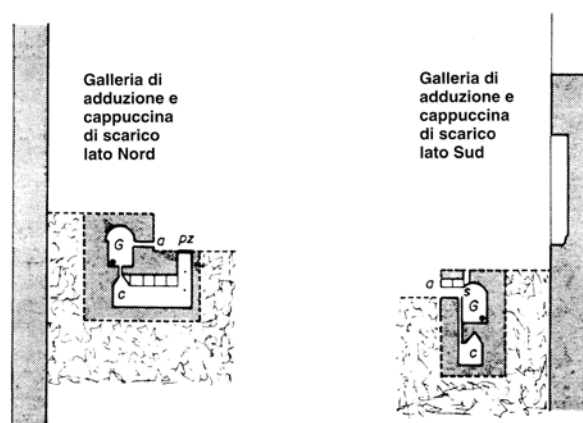


Fig. 35 - Gallerie e adduzione e di scarico lungo il perimetro dell'edificio centrale. Legenda: G - galleria di distribuzione dell'acqua; c - fognolo ("cappuccina") di scarico; a - finestrella di illuminazione e aerazione; pz - pozzetto di ispezione e di scarico (da CORAZZA & LOMBARDI, 1997).
- Distribution tunnel and drainage systems of the central building of the Baths of Caracalla.

4.2.4 - LA MANUTENZIONE E GESTIONE DELL'IMPIANTO IDRAULICO

Gli interventi di gestione o manutenzione degli impianti idraulico e termico (forni e sistemi di riscaldamento) dello stabilimento termale erano attuati sempre in sotterraneo o all'interno ambienti di servizio, senza mescolare mai gli operai con i clienti e senza disturbare quindi la normale frequentazione.

Inoltre la manutenzione e la gestione dei due impianti e dei servizi generali avveniva in sotterranei distinti in modo tale che la parte idraulica, vista la sua importanza e complessità, fosse gestita solo da personale specializzato e fosse, per ragioni di sicurezza, tenuta separata dalle altre zone per proteggere i tubi da rotture e furti.

Le gallerie di servizio dove erano alloggiati i tubi, ma anche le cloache profonde e gli stessi i fognoli di scarico più superficiali erano raggiungibili dalla superficie ed erano sufficientemente ampi da consentire, con una certa facilità, il passaggio degli addetti alla loro manutenzione.

4.3 - IL COLOSSEO

4.3.1 - L'ANFITEATRO

L'anfiteatro Flavio, noto come il Colosseo, è il più grande anfiteatro costruito dai romani. Ha forma d'ellisse (asse minore di 155 m e asse maggiore di 188 m), è alto circa 50 m ed è costituito in planimetria da 5 corridoi anulari, *ambulacri*, interrotti da corridoi trasversali radiali, quattro dei quali corrispondono alle quattro entrate principali poste alle estremità dei due assi. In elevato si hanno quattro piani, *ordini*, più una galleria intermedia tra II e III ordine.

La parte interna è svasata, a forma di imbuto, con le gradinate, appoggiate lungo i pendii, fino a circondare il piano dell'arena, dove avvenivano i combattimenti e i giochi.

Sotto l'arena vasti ambienti sotterranei, gli *ipogei*, consentivano i movimenti dei gladiatori, del personale addetto alle scenografie e venivano ricoverati gli animali in attesa degli spettacoli.

Il Colosseo poteva contenere circa 65.000 spettatori che occupavano posti differenziati in rapporto al censo. In basso le autorità, i patrizi e i ricchi, in alto i poveri. La massa di spettatori e l'importanza del Colosseo imponevano la realizzazione di un impianto idraulico con punti d'acqua per dissetarsi nelle calde giornate estive, quando si svolgevano gli spettacoli e con latrine per i servizi igienici (per

maggiori dettagli vedasi LOMBARDI & CORAZZA, 2002).

L'impianto realizzato è meno eclatante e meno sofisticato di quello delle Terme di Caracalla visto anche il fatto che l'anfiteatro funzionava solo periodicamente e solo di giorno.

4.3.2 - L'IMPIANTO IDRAULICO

Gli imperatori Flavi, utilizzarono parzialmente il sistema di adduzione preesistente. L'Anfiteatro fu servito dall'acquedotto Claudio (arcate neroniane o celimontane) che adduceva acqua al serbatoio del Celio. Da questo l'acqua scendeva, a gravità, all'interno di una condotta che, raggiunto l'esterno del Colosseo, sembra si dividesse in quattro distinti rami curvilinei, ognuno dei quali aggirava un quarto dell'ellisse del Colosseo (fig. 36). Le tubazioni di distribuzione di diametro inferiore a quel-

lo della tubazione di alimentazione generale, erano alloggiate in cunicoli appositamente costruiti a poca distanza dal perimetro esterno dell'Anfiteatro. Questi cunicoli si connettevano a cunicoli radiali, posti nell'immediato sottosuolo, che si addentravano all'interno del monumento. Con altri percorsi i tubi raggiungevano le utenze poste al piano terra e ai piani superiori.

Si tratta di fontane, poggiate al muro, munite di vasca per la raccolta dell'acqua, di cui si vedono solo le tracce delle tubazioni che risalivano dall'immediato sottosuolo e, in pochi casi, gli appoggi delle vasche e gli scarichi (figg. 37 e 38).

In totale si sono contate 92 fontane, alle quali andrebbero aggiunte parte di quelle le cui le tracce sono incerte.

Una visione chiara delle tracce dell'impianto idraulico, tracce delle tubazioni e degli alloggia-

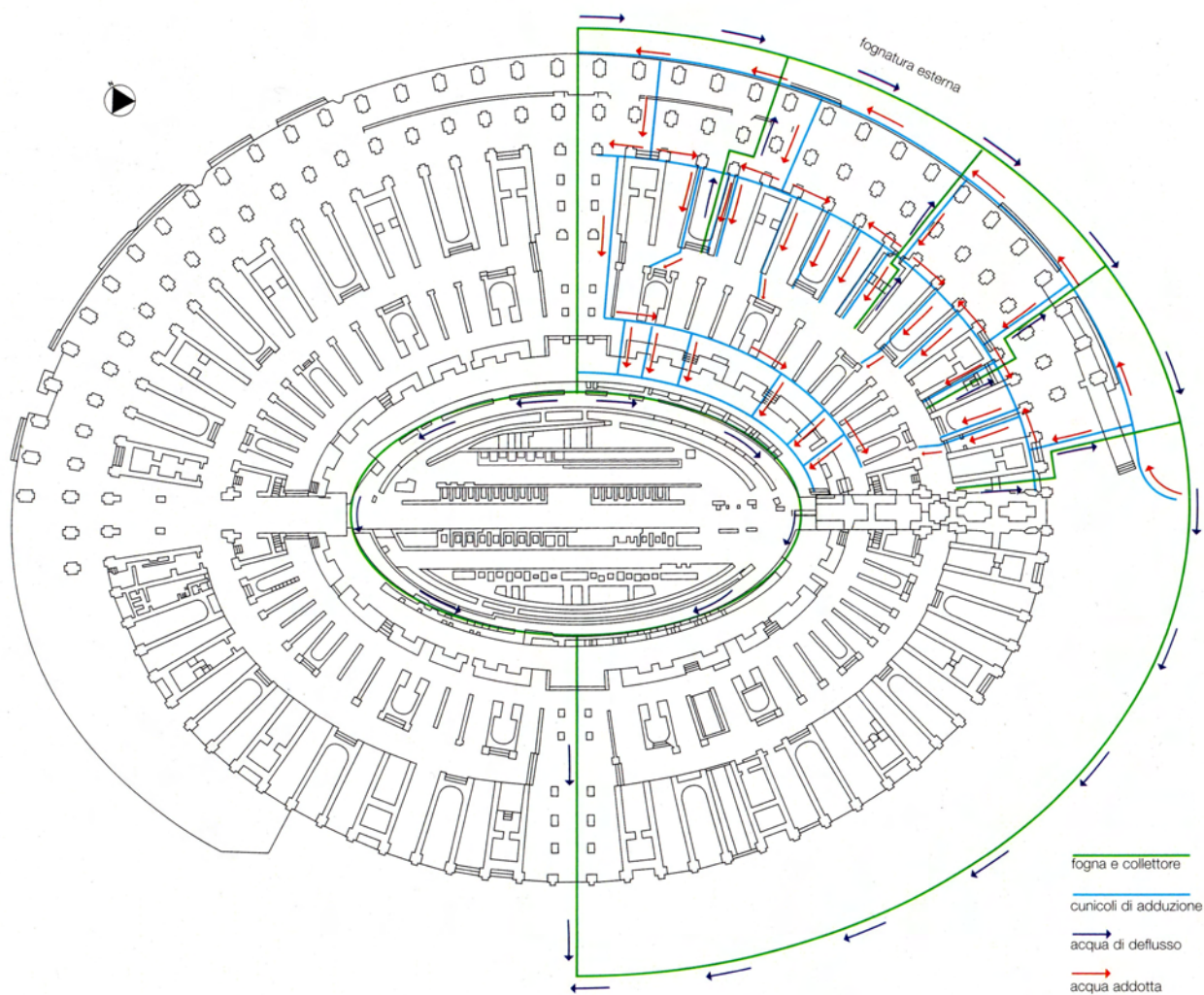


Fig. 36 - Schema dell'impianto idraulico del Colosseo (da LOMBARDI, 1999).
- Distribution system in the Colosseum.



menti delle tubazioni delle fontane, si ha sulla facciata esposta per il crollo dei primi ambulacri.

Il sistema di deflusso delle acque piovane, che cadevano solo sul piano dell'arena e sulla *cavea*, era realizzato tramite il loro convogliamento, in modo centripeto, verso l'arena ed erano smaltite nel sistema fognario presente al livello degli ipogei (vedi fig. 36).

Nell'Anfiteatro Flavio, in aggiunta al deflusso delle acque meteoriche, era necessario procedere anche allo smaltimento delle acque reflue prove-

nienti dalle varie utenze (fontane, bocche d'acqua e latrine); il sistema di deflusso era pertanto più complesso e articolato.

Tutta l'acqua di pioggia e l'acqua reflua delle fontane e dei servizi igienici confluiva, infatti, in un vasto sistema di smaltimento che interessa, in maniera distinta, la *cavea* e l'arena, ma anche le gallerie e i criptoportici dei vari ordini; i due sottosistemi individuati trovano recapito nello stesso reticolo fognario esterno, ma sottendono porzioni diverse del monumento.

Dell'impianto di deflusso ci restano numerosi discendenti pluviali, il reticolo dei cunicoli di scarico al I ordine e la grande fogna perimetrale esterna, visibile da varie caditoie poste lungo il lato sud dell'Anfiteatro. In particolare, sul fronte dove alcuni ambulacri sono crollati, sono visibili anche dall'esterno le tracce dei discendenti pluviali che dall'attico e dal IV ordine scendevano per raggiungere il sistema fognario.

5 - LA FINE E LA RINASCITA DEGLI ACQUEDOTTI ROMANI

Le fonti storiche ci indicano che tutti gli acquedotti furono tagliati ad opera dei Goti di Vitige nel 537. Non tutto era stato perduto e numerosi restauri furono realizzati in epoca tardo antica, ma nel X o XI secolo di tutte le opere idrauliche che portavano acqua a Roma restava solo l'acquedotto Vergine, funzionante solo parzialmente (COATES STEPHENS, 1999). Le distruzioni furono certamente esiziali per gli acquedotti, ma la mancanza di manutenzione incise non poco sul regolare funzionamento degli stessi. La formidabile struttura organizzativa e tecnica creata dai romani, poco alla volta, si dissolse e le leggi e le norme che salvaguardavano le opere non vennero più rispettate.

Roma restò per secoli senza acquedotti e tornò a servirsi dell'acqua del Tevere, delle poche sorgenti ancora sfruttabili, dei pozzi e dell'acqua piovana.

Nel 1122 Papa Callisto captò l'acqua di un fosso che riceveva il flusso da sorgenti delle pendici dei Colli Albani. Il fosso era tributario del fiume Aniene, nel quale affluiva in una località distante da Roma. Papa Callisto per trasferire in città l'acqua realizzò una galleria sotto Colle Moreno e deviò il fosso verso Roma. Il fosso, l'Acqua Mariana, nel 1600 confusa con l'*Acqua Crabra*, passava nei pressi del Laterano, fuori le mura, e raggiungeva la città tagliando longitudinalmente l'area del



Fig. 37 - Traccia di una fontana su un pilastro del I ordine al Colosseo (da CORAZZA & LOMBARDI, 2002).

- Trace of a fountain in one of the first order pillars in the Colosseum.

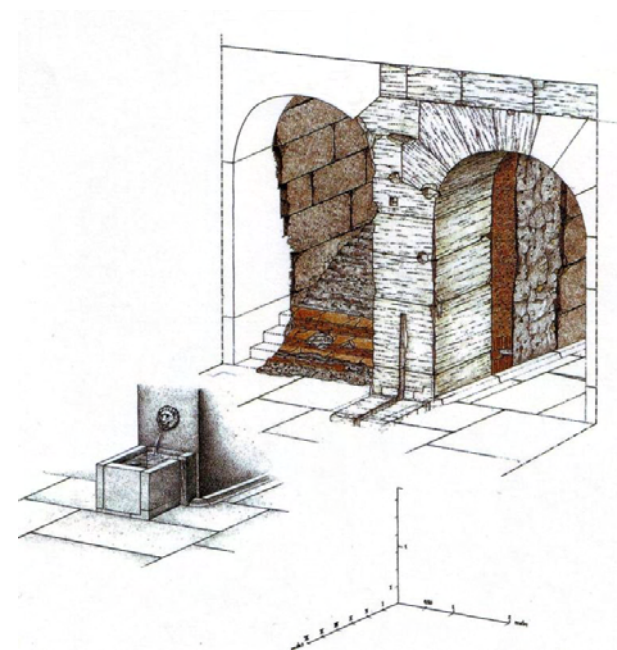


Fig. 38 - Schema ricostruttivo delle fontane del Colosseo (da CORAZZA & LOMBARDI, 2002).

- Reconstruction of the Colosseum fountains.

Circo Massimo. L'acqua aveva vari usi, ma soprattutto fu utilizzata come fonte energetica per muovere le ruote di numerosi mulini.

Occorrerà attendere il 1570 per avere di nuovo un acquedotto funzionante con distribuzione in città. E' infatti in quell'anno che viene ripristinato il Vergine, che tuttavia aveva quota molto bassa e poteva servire solo alcune zone del Campo Marzio.

Si deve a Sisto V (Papa Felice Peretti) la ricostruzione di un acquedotto alto in quota. L'acquedotto Felice, dal nome del Pontefice, captava acqua nella stessa area delle sorgenti dell'Alessandrino, ai piedi dei Colli Albani. L'acquedotto fu inaugurato nel 1589 e, dopo quasi

1000 anni, l'acqua tornò sul Campidoglio.

Nel 1607 Papa Paolo V inaugurò un altro acquedotto, che in parte ripercorreva l'acquedotto Traiano, con prelievo d'acqua dal Lago di Bracciano. La fontana mostra dell'acqua Paola, sul Gianicolo, è una delle più spettacolari di Roma.

Nel 1870 Papa Pio IX inaugurò un altro importante acquedotto, l'acqua Pia Antica Marcia, che ripercorreva il tracciato dell'acquedotto Marcio.

Si dovrà arrivare agli anni '70 del secolo scorso, con la realizzazione dell'acquedotto del Peschiera, per raggiungere e superare la portata globale che i romani avevano ricevuto per secoli tramite gli 11 acquedotti che li servivano.




Fig. 39 - Il percorso dell'Acqua Mariana, denominata Acqua Crabra, nell'incisione di Fabretti del 1680.

- The course of the Aqua Mariana, also known as Aqua Crabra, in a 1680 engraving by Fabretti.



BIBLIOGRAFIA

- 
- AUTORI VARI (1986) - *Il trionfo dell'Acqua. Acque e acquedotti di Roma. IV sec. a.C. – XX sec.*. Atti Mostra Museo della Civiltà Romana, Paleani Ed. Roma.
- ASHBY T. (1991) - *Gli acquedotti dell'antica Roma*. Quasar Ed., Roma.
- CAMPONESCHI B & NOLASCO F. (1982) - *Le risorse naturali della Regione Lazio. Roma e i Colli Albani*. 7, Roma.
- CASSELLA A. (1985) - *Favissae Capitolinae*. In LUCIANI R. (a cura di) - *Roma sotterranea*, Cat. Mostra Porta San Sebastiano: 271-275, Fratelli Palombi Ed. Roma.
- CASSIO A. (1756) - *Corso dell'acque antiche....* Roma.
- COATES-STEPHENS R. (1999) - *Le ricostruzioni altomedievali delle mura aureliane e degli acquedotti in Mélanges de l'Ecole Française de Rome*, T. III, 1999-1.
- COLINI A.M. (1941) - *Pozzi e cisterne*. Bull. Arch. Gov. 69: 71-99, Roma.
- COARELLI F. (1995) - *Roma*. Guide Archeologiche Laterza, Laterza Ed., Bari.
- COARELLI F. (1997) - *Il campo Marzio. Dalle origini alla fine della Repubblica*. Quasar Ed., Roma.
- CORAZZA A. & LOMBARDI L. (1995) - *Idrogeologia dell'area del centro storico di Roma*. In FUNICIELLO R. (a cura di) - *La geologia di Roma. Il centro storico*, Mem. Descr. Carta Geol. d'It., 50: 178-211, Roma.
- CORAZZA A. & LOMBARDI L. (1997) - *L'impianto idraulico delle Terme di Caracalla*. L'Acqua, 2: 39-47, Roma.
- CORAZZA A. & LOMBARDI L. (2002) - *L'approvvigionamento idrico del Colosseo*. In REA R. (a cura di) - *Rota Colisei*: 46-65, Electa Ed., Roma.
- CORAZZA A., LOMBARDI L. & MARRA F. (2005) - *Geologia idrogeologia e approvvigionamento idrico del Colle Capitolino (Roma, Italia)*. Il Quaternario, 17 (2/2): 413-441, Roma.
- CORAZZA A., LOMBARDI L., LEONE F., BRANCALEONE R. & LANZINI M. (2005). *Le acque sotterranee nei terreni di riporto della città di Roma*. In: Acc. Naz. dei Lincei, convegno Ecosistema Roma, pp. 303-314, Roma.
- DI FENIZIO C. (1916) - *Sulla portata degli antichi acquedotti romani e determinazione della quinaria*. Giornale del Genio Civile, Roma.
- ERCOLI L. (2000) - *Ancient systems of hydraulic supply in Sicily and surrounding small islands*. In: JANSEN G.C.M. (a cura di) *Cura aquarum di Sicilia*, Leiden.
- FABIO E. & FASSITELLA L. (1982) - *Roma. Ingegneria e industria*. Petrolieri d'Italia.
- FABRETTI R. (1680) - *De aquis et aquaeductibus veteris Romae dissertationes tres*. Roma.
- DEL CHICCA F. (a cura di) (2004) - *FRONTINO. De Aquaeductu Urbis Romae*. Città della Pieve (PG)
- FUNICIELLO R. (a cura di) (1995) - *La geologia di Roma. Il centro storico*, Mem. Descr. Carta Geol. d'It., 50, Roma.
- COPPA G., PEDICONI L. & BARDI G. (1984) - *Acque e acquedotti a Roma 1870-1984*. Quasar Ed., Roma.
- GABUCCI A. (a cura di) (1999) - *Il Colosseo*. Electa Ed, Milano.
- GARBRECHT G. & MANDERSCHIED H. (1992) - *ETIAM NOVO FONTE ANTONINIANO*. Archeologia Classica, 44, Roma.
- LUCIANI R. (a cura di) (1985) - *Roma sotterranea*, Cat. Mostra Porta San Sebastiano, Fratelli Palombi Ed. Roma.
- LANCIANI R. (1881) - *Topografia di Roma antica. I commentarii di Frontino intorno le acque e gli acquedotti*. Mem. Reale Acc. Lincei, ser. 3, 4: 215-614, Roma. Ristampa anastatica: LANCIANI R. (1975) - *Le acque e gli acquedotti di Roma*. Quasar Ed, Roma.
- LOMBARDI L. (1997) - *Il sistema idraulico del Colosseo*. In: GABUCCI A. (a cura di) - *Il Colosseo*: 229-240, Roma.
- LOMBARDI L. & CORAZZA A. (1995) - *Le Terme di Caracalla*, Palombi Ed, Roma.
- LOMBARDI L. & CORAZZA A. (2005) - *Le antiche acque superficiali della città di Roma*. In: Acc. Naz. dei Lincei, convegno Ecosistema Roma, pp. 315-323, Roma.
- LOMBARDI L., STEPHENS R. C. & BARBUERI M. (2005) - *L'acquedotto Antoniniano: l'alimentazione idrica delle Terme di Caracalla*. In: *In binis actus Lumina*, anno II.
- MALISSARD A. (1994) - *Les Romains et l'eau*, Parigi.
- NARDINI F. (1665) - *Roma Antica*, Roma.
- OLSEN J.P. (2000) - *Water Lifting*. In WIKANDER LEIDEN O. (a cura di) - *Ancient Water Technology*, Boston, Koen.
- PACE P. (1983) - *Gli acquedotti di Roma*. Art Studio S. Eligio Ed., Roma.
- PEDICONI M. (1967) - *L'approvvigionamento idrico di Roma*. Roma.
- PIRANAMONTE M. (2002) - *Il santuario della Musica*. Roma.
- REA R. (a cura di) (2002) - *Rota Colisei*. Electa Ed., Roma.
- SARTORIO G. (1985) - *I pozzi del Quirinale*. In: LUCIANI R. (a cura di) - *Roma sotterranea*, Cat. Mostra Porta San Sebastiano: 36-45, Fratelli Palombi Ed. Roma.
- SCHINGO G. L. (2004) - *La cisterna a cunicoli*. In CAMPITELLI A. & CREMONA A. (cura di) - *La casina Valadier*, pp 53-56, Milano.
- TÖLLE - KASTENBEIN R. (1993) - *Archeologia dell'acqua. La cultura idraulica nel mondo antico*. Longanesi & c. Ed., Milano.
- TREVOR HODGE A. (1992) - *Roman Aqueducts and water supply*, London.
- VENTRIGLIA U. (1971) - *La geologia della città di Roma*. Bardi Ed., Roma.
- VIOLETT P.L. (2000) - *L'hydraulique dans les civilisations anciennes*, Paris.
- VITRUVIO POLLIONE M. (1990) - *De Architectura*, traduzione a cura di Migotto L. e testo latino copia anastatica dell'edizione di Darmstadt del 1976, Padova.
- WIKANDER O. (a cura di) (2000) - *Handbook of water technology*.