

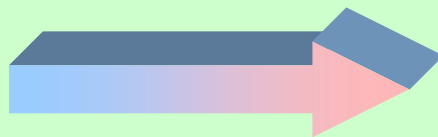
Incontriamo gli esperti 2011
Acqua: una risorsa da conoscere, un bene da preservare

Il Servizio Idrico nella Storia

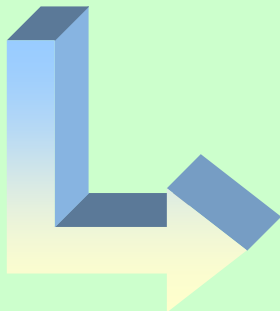
Renato Drusiani



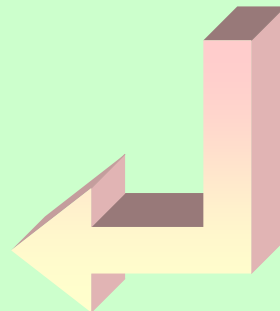
ACQUA



VITA



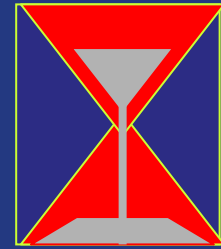
CIVILTÀ'



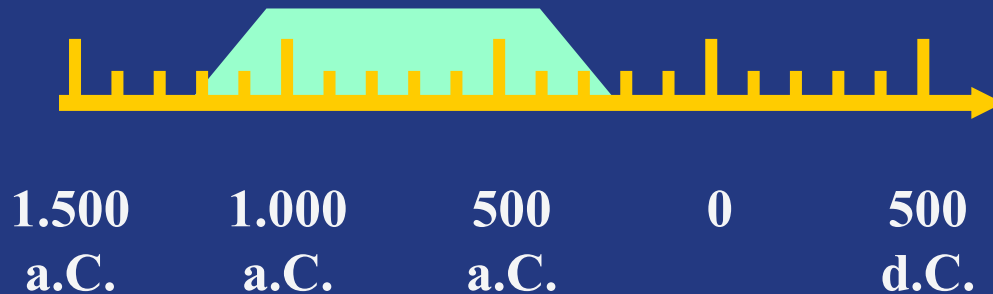
**Nel corso della storia l'uomo ha
ricorso alle tecnologie più avanzate per
approvvigionarsi di acqua per i vari usi.**

Gli antichi sistemi idrici in Italia

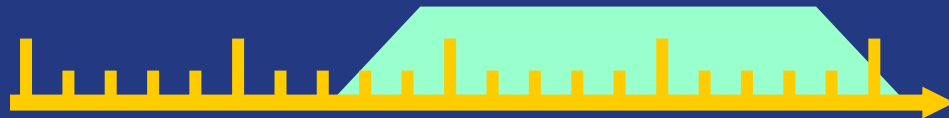
Due popoli in particolare ci hanno lasciato importanti testimonianze dal passato.



ETRUSCHI



ROMANI



Insediamiento delle popolazioni etrusche nel VI secolo a.C.

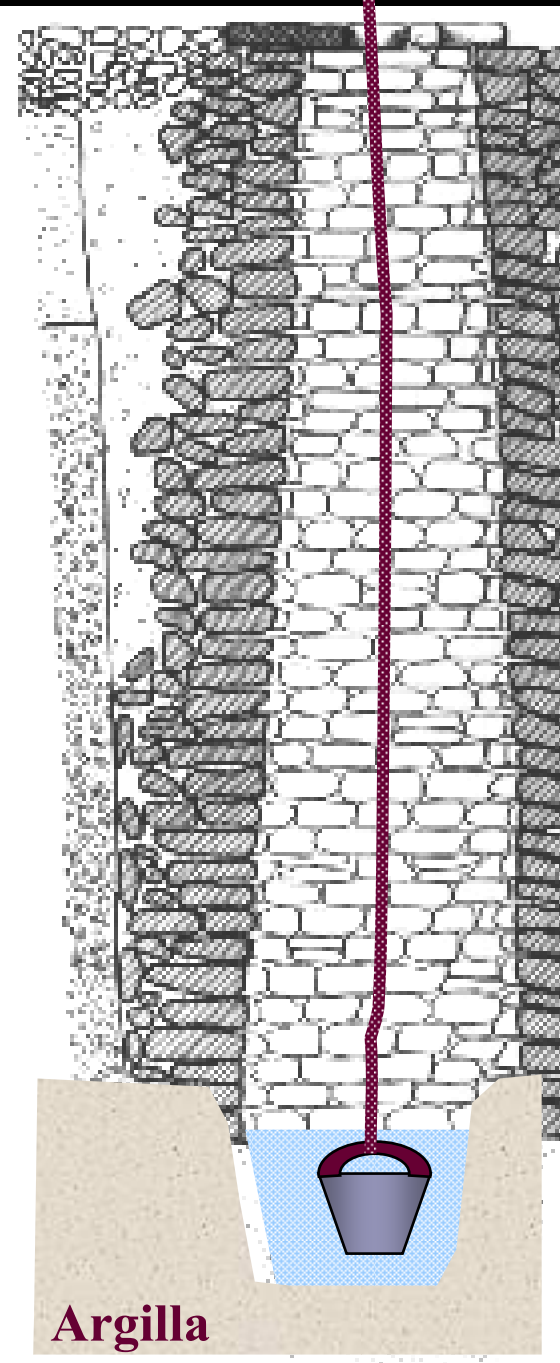




Pozzi nella colonia etrusca di Misa (ora Marzabotto) -VI sec. a.C



Profondità 3 - 11 mt



**Nel IV secolo a.C. il
Nord dell'Etruria
venne conquistato
dai Galli.**

**I pozzi di Misa
diventarono sepolcri**



Il declino degli Etruschi fra il IV e il III secolo a.C



Sta crescendo la potenza di Roma

ET Nell'anno 753 a.C. le popolazioni latine
fondarono Roma



In quel periodo i Latini subivano
la influenza di popolazioni prossime
come i Greci e, soprattutto gli **Etruschi**

Fra i primi Re di Roma vi sono membri della
dinastia dei *Tarquini*, una famiglia di origine
etrusca (dalla città di Tarquinia, a nord di Roma)

All'inizio la città di Roma era situata fra paludi insalubri il cui livello variava con il corso del fiume

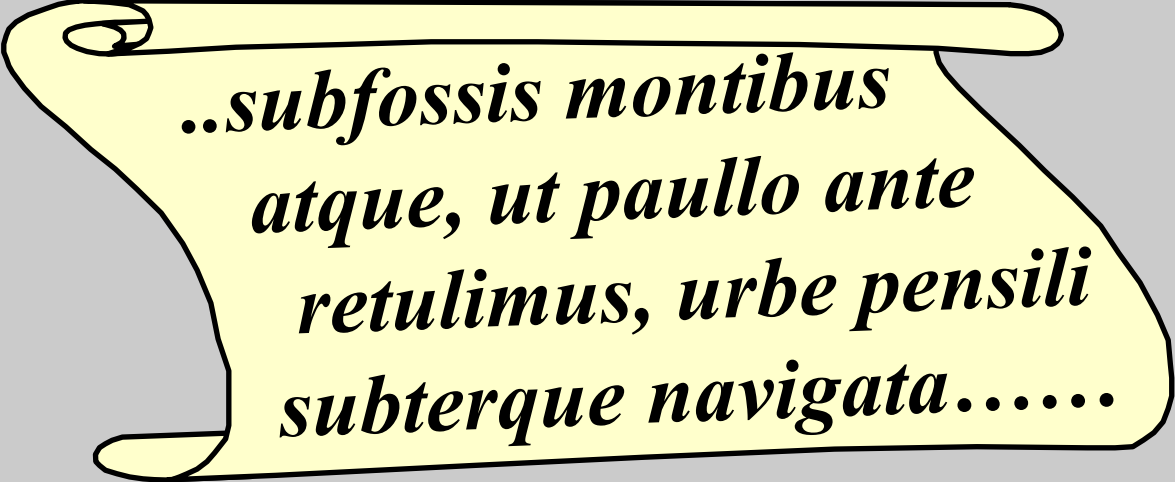


**Colle
Palatino**

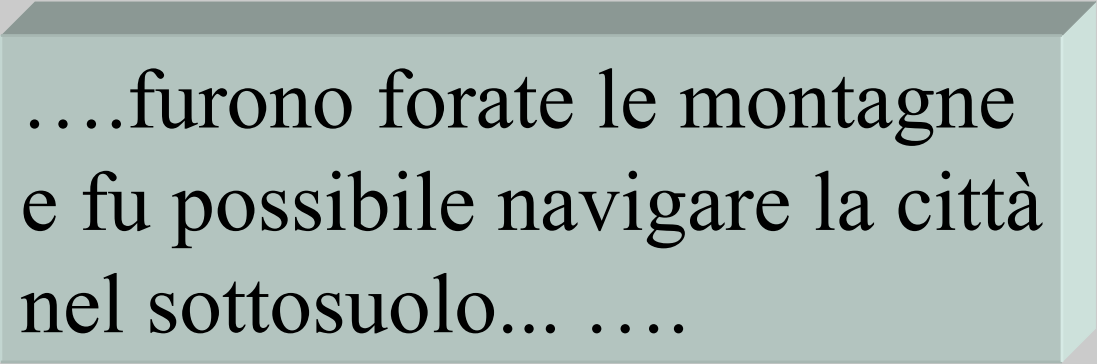
L'espansione della città e la salute dei suoi abitanti richiedevano degli importanti lavori di drenaggio.

I lavori sotterranei di drenaggio erano una consolidata tecnica etrusca.

Plinio il Vecchio scrisse sulla *Cloaca Maxima*:



*..subfossis montibus
atque, ut paullo ante
retulimus, urbe pensili
subterque navigata.....*



....furono forate le montagne
e fu possibile navigare la città
nel sottosuolo... ..

Cloaca Maxima

Sistema di canalizzazioni sotterranee per bonificare l'area di Roma

Venne realizzata sotto la dinastia dei Tarquini (di origine etrusca) fra il VII e il VI secolo a.C.



Aqua Appia

Costituisce il primo grande acquedotto di Roma.

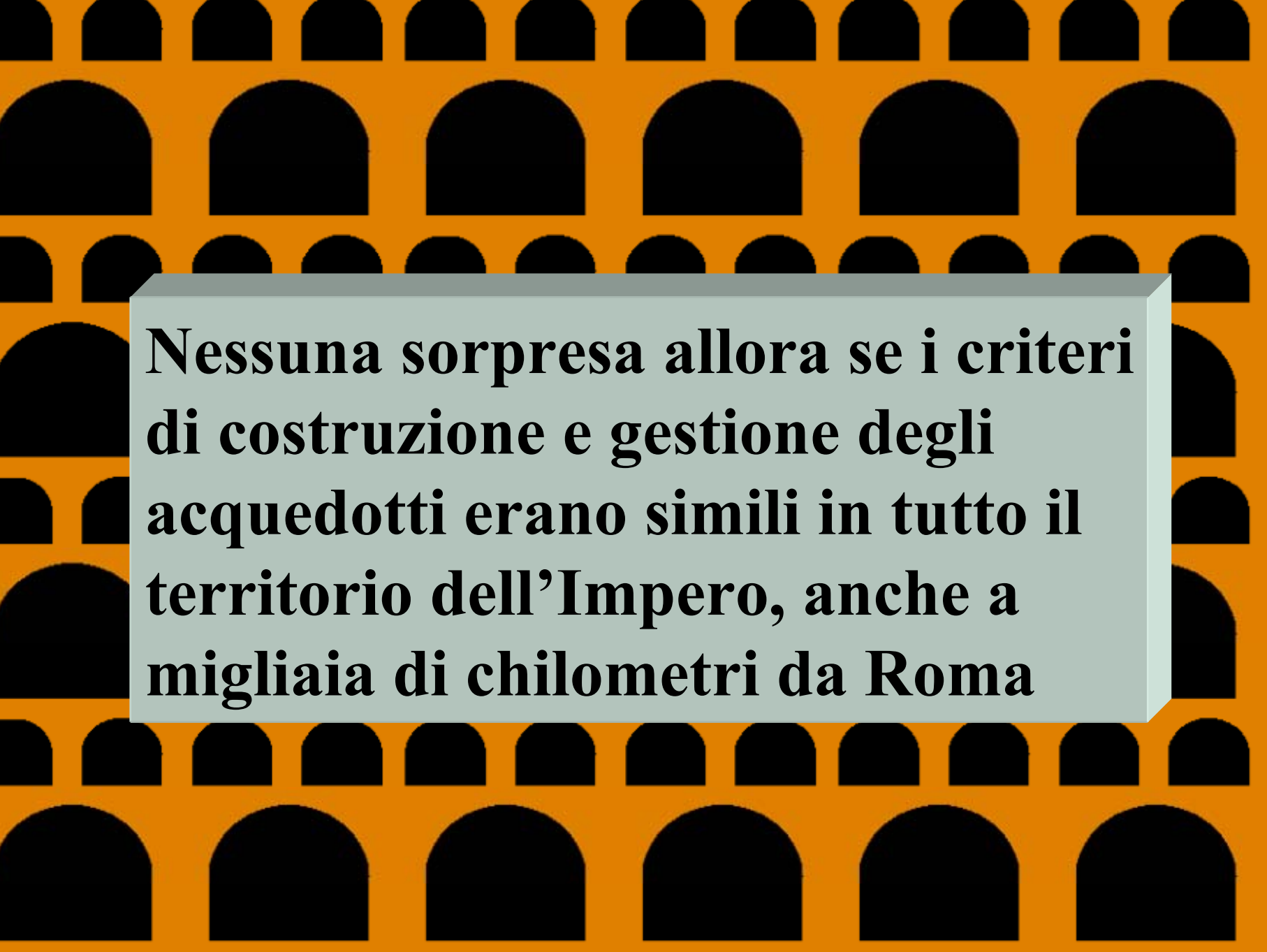
Venne realizzato nel 312 a.C.
Esso è quasi completamente
sotterraneo.

L'importanza dei Romani nello sviluppo dei sistemi idrici non è solo dovuta alle opere monumentali che hanno lasciato.

Quello che hanno lasciato è soprattutto un sistema razionale che comprende:

- Principi ingegneristici**
- Tecnologie industriali**
- Criteri di organizzazione dei lavori di costruzione e manutenzione**
- Principi di tariffazione**
- Leggi sull'uso e sull'accesso all'acqua**





Nessuna sorpresa allora se i criteri di costruzione e gestione degli acquedotti erano simili in tutto il territorio dell'Impero, anche a migliaia di chilometri da Roma

SPAGNA



ROMA



TUNISIA



PALESTINA



Fra i numerosi documenti scritti a noi pervenuti occorre soprattutto ricordare

VITRUVIUS I secolo a.C.

De Architectura

PLINIUS 23 – 79 d.C.

Naturalis historia

FRONTINUS 30 – 103 d.C.

De Aquaeductu Urbis Romae

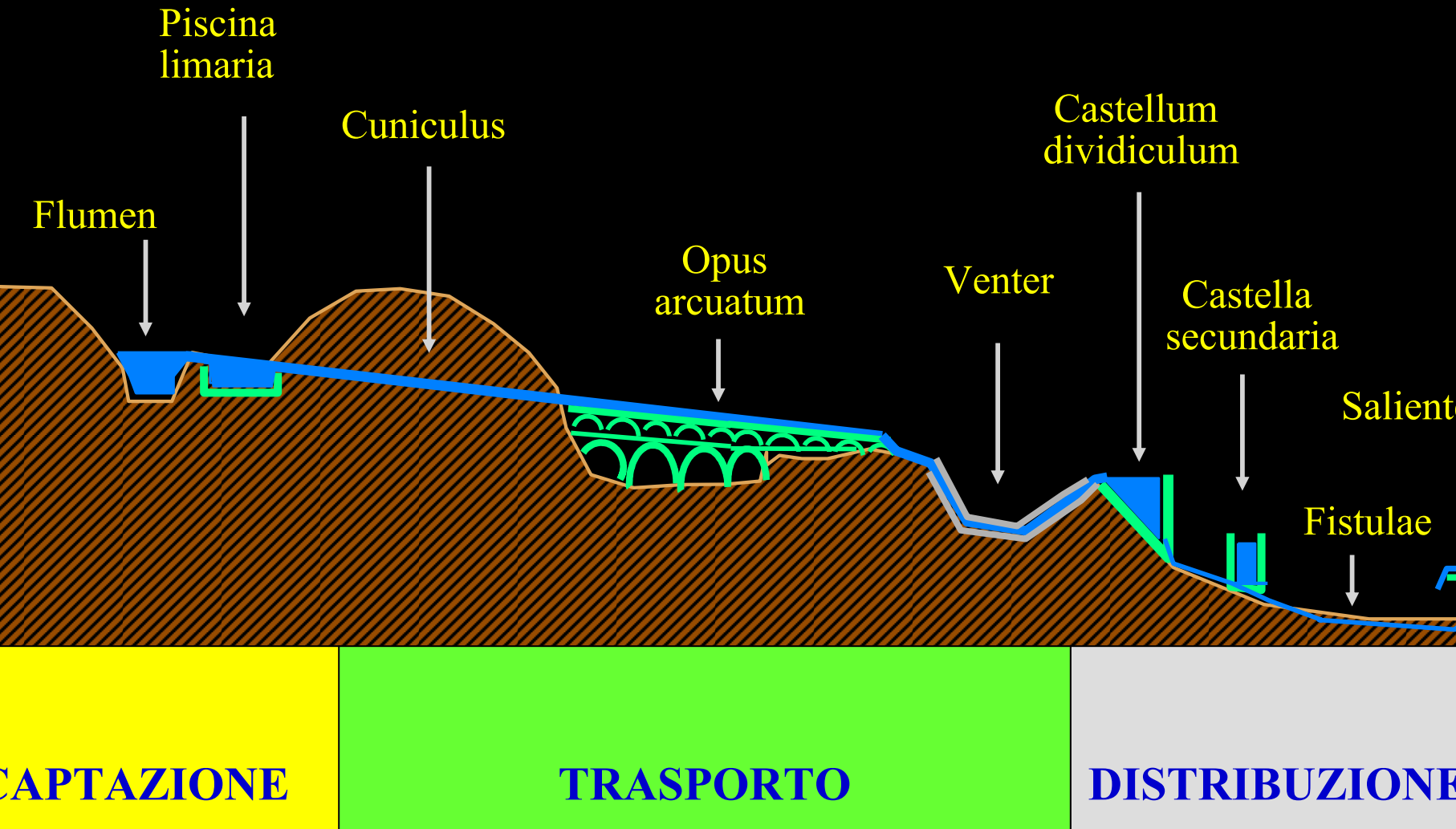
PALLADIUS IV secolo d.C.

Opus agriculturae

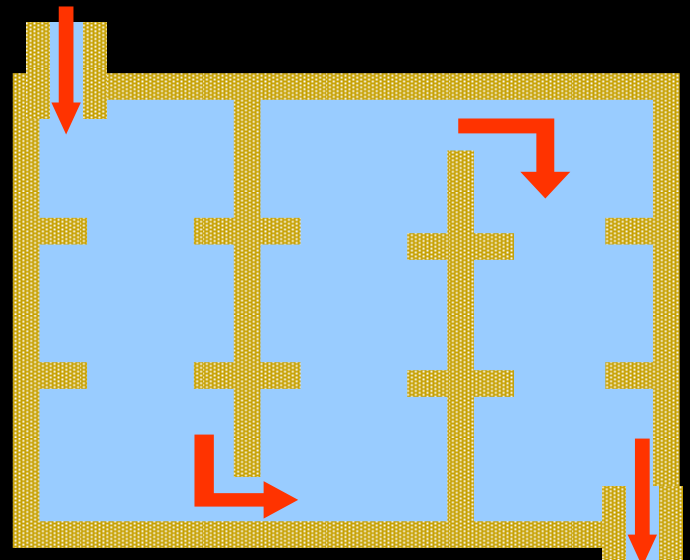
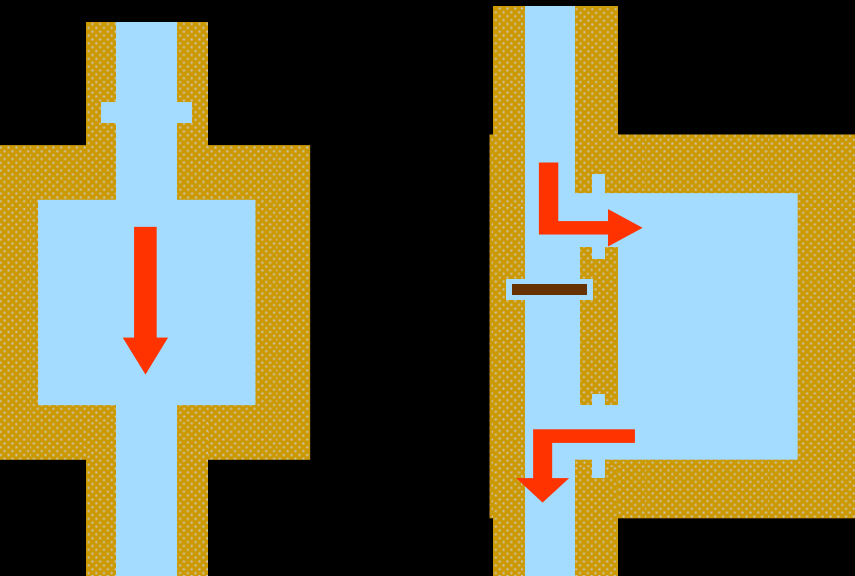
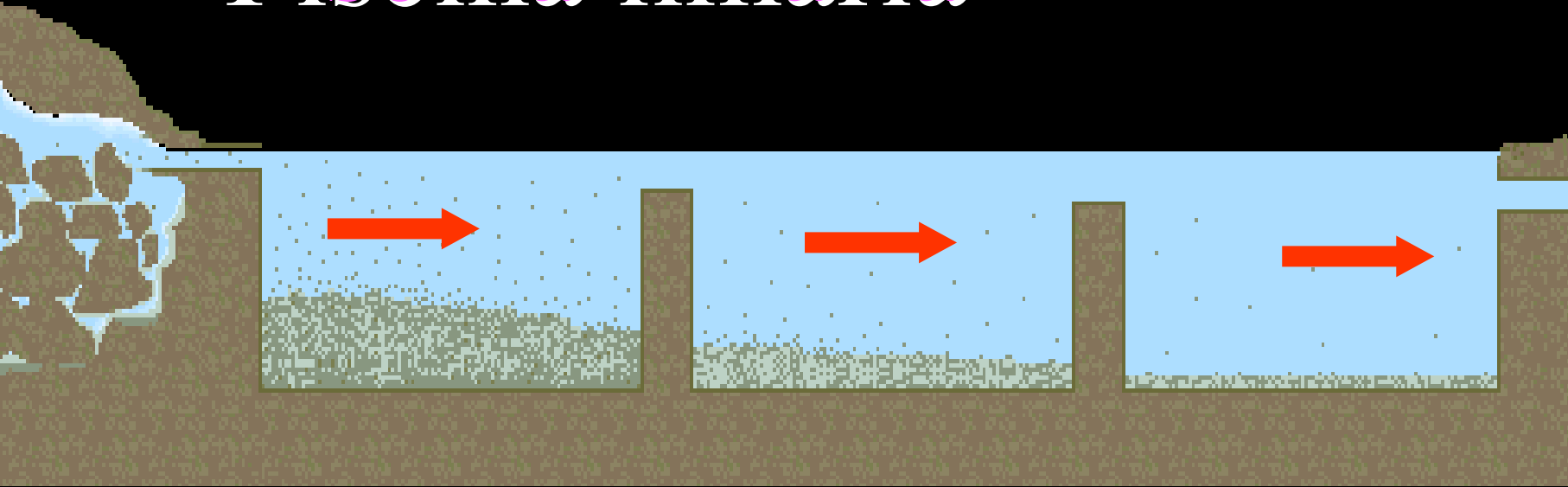
CASSIODORUS 490 – 550 d.C.

Variarum Libri XII

Aquaeductus



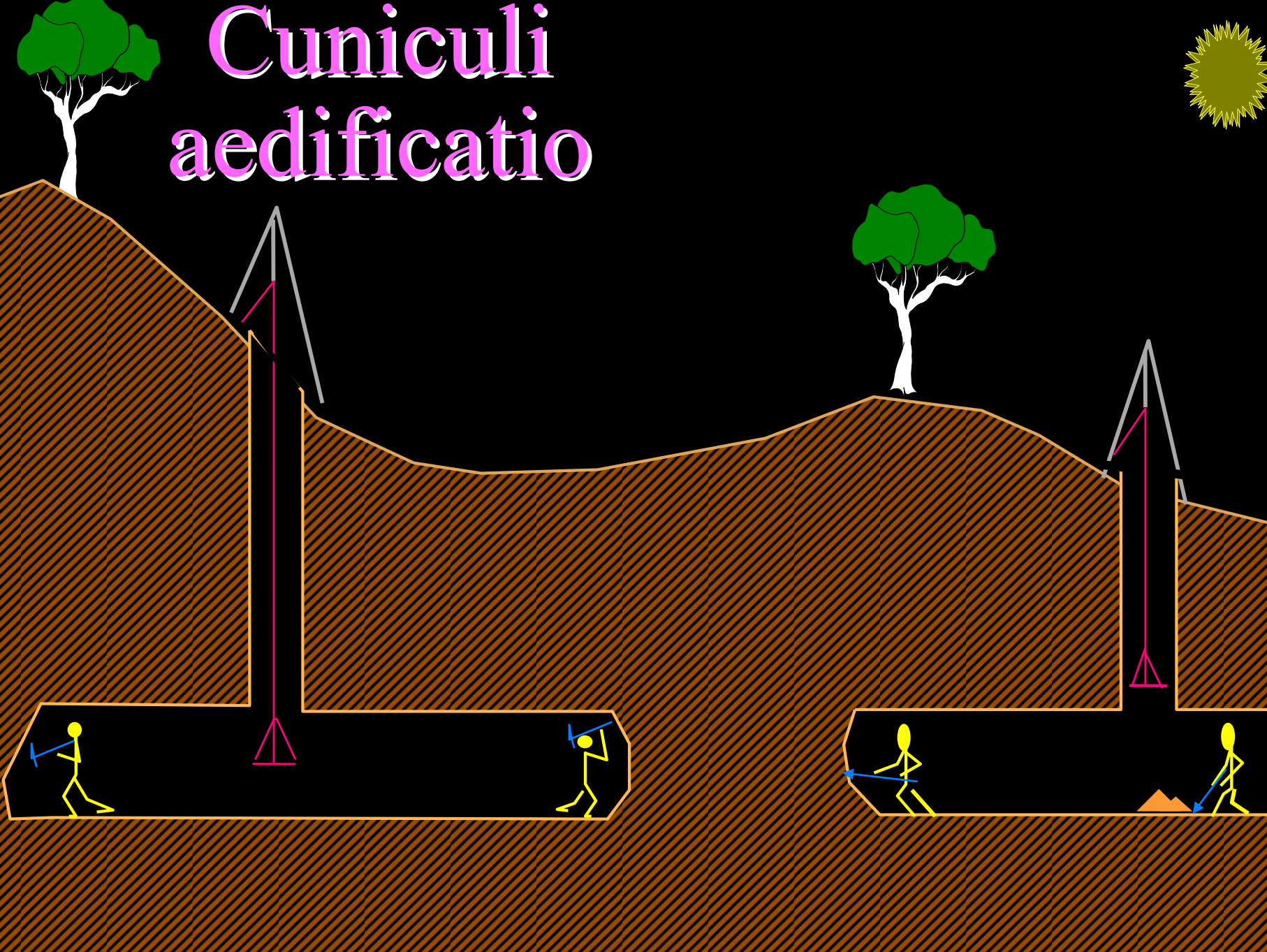
Piscina limaria



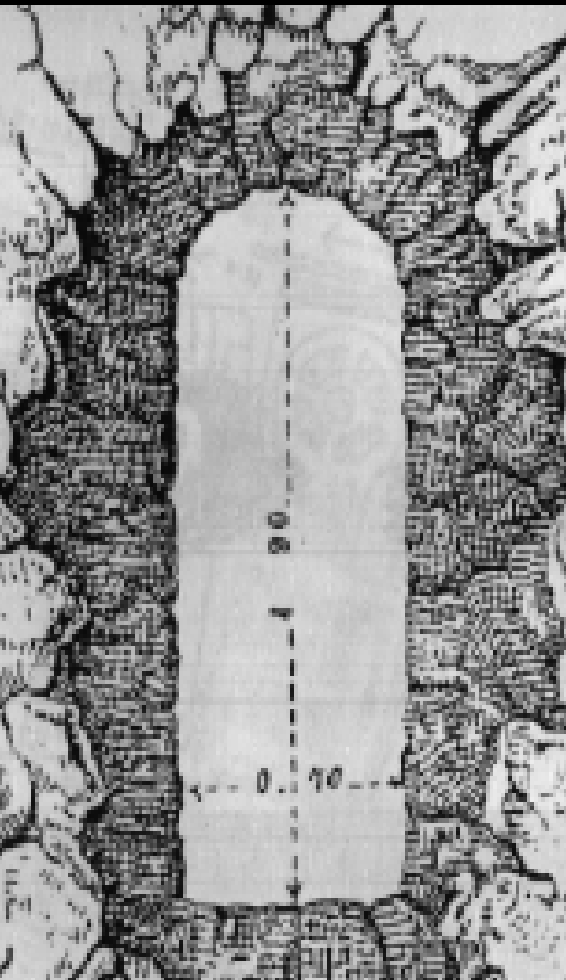
Piscina limaria



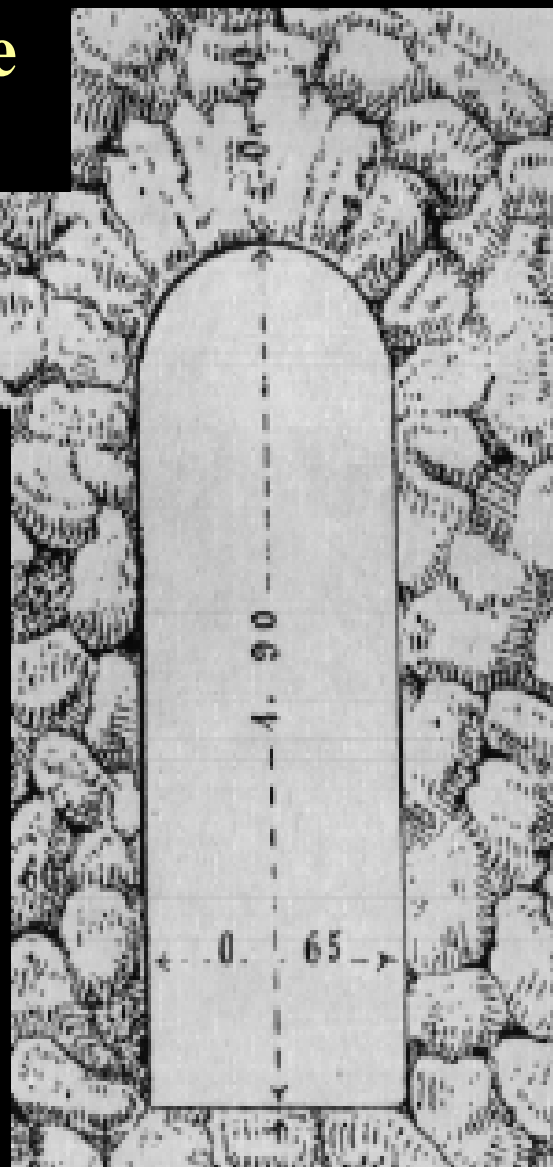
Cuniculi aedificatio



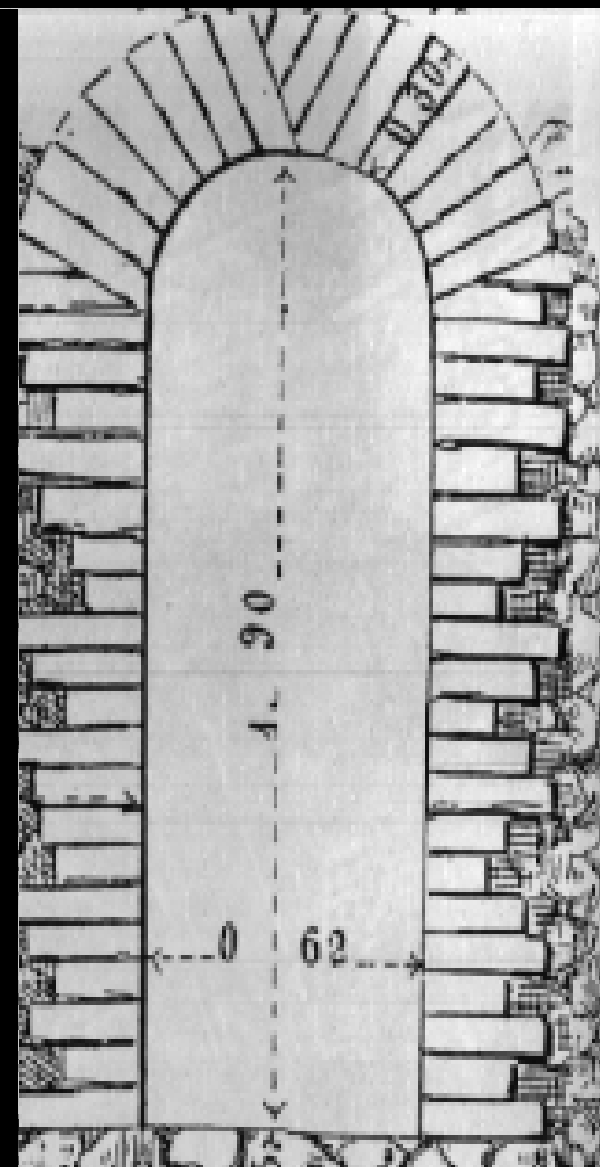
Sezione trasversale di un cunicolo



Roccia

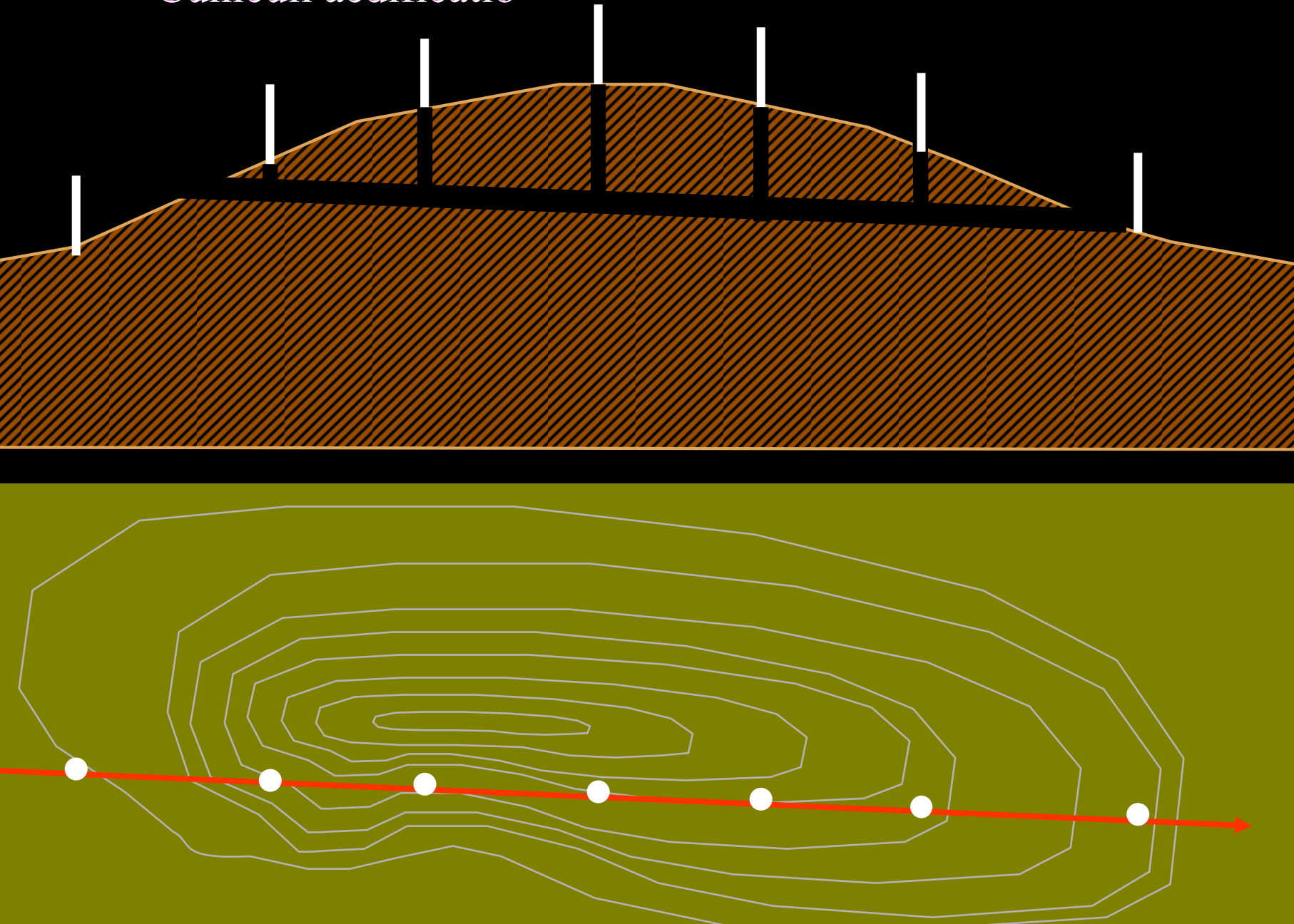


Pietre



Mattoni

Cuniculi aedificatio

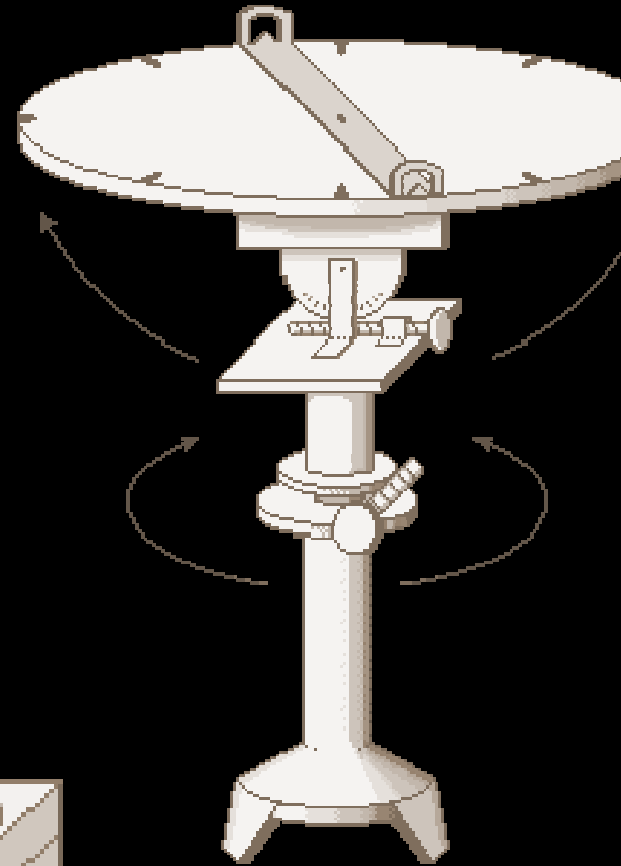


Instrumenta mensurae

CHOROBATES

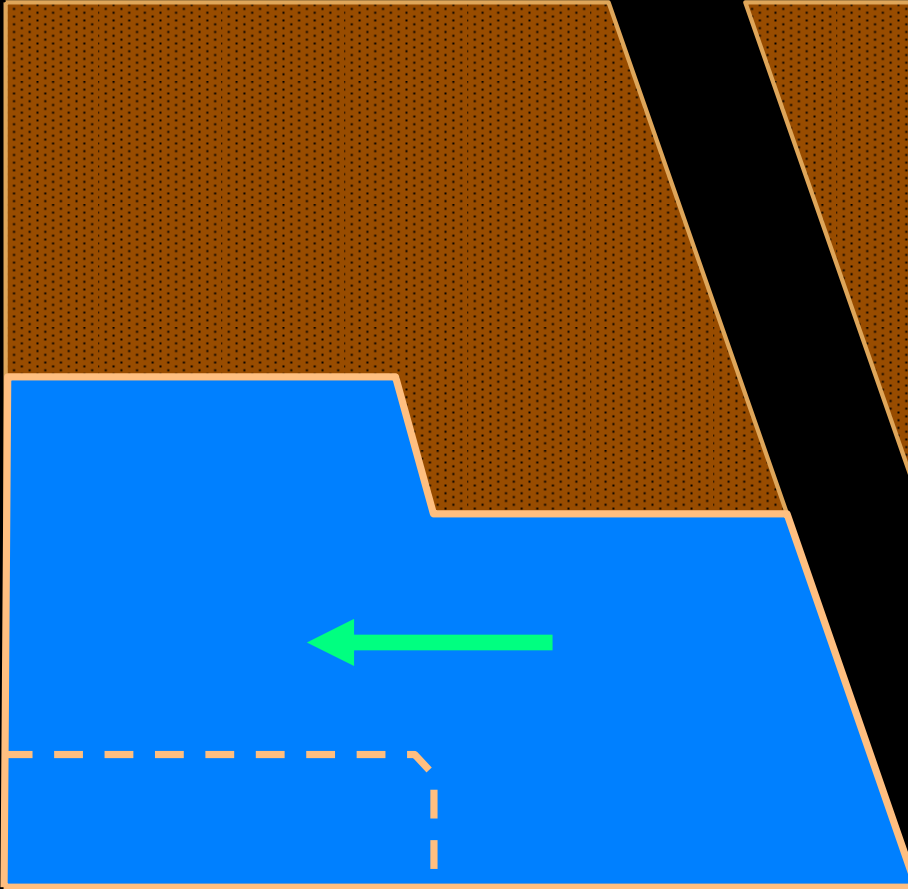


DIOPTRA

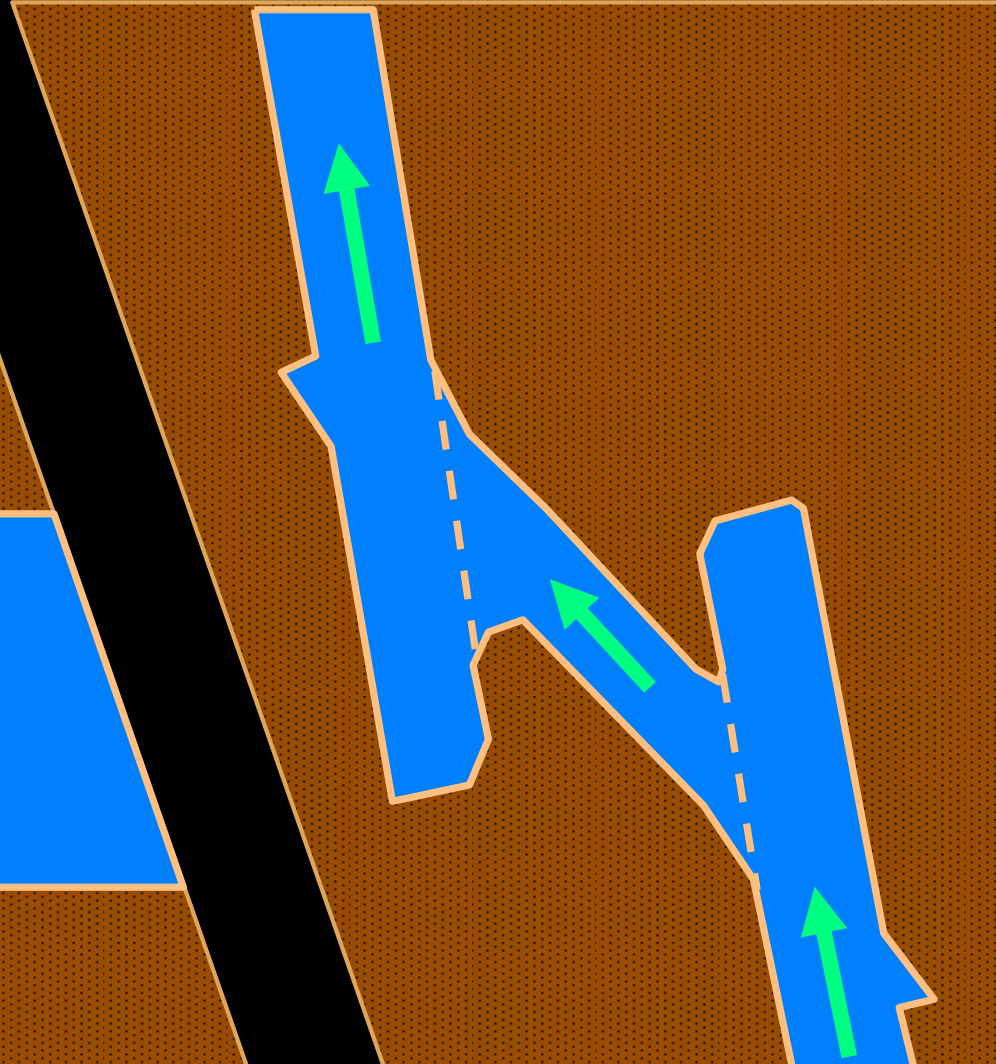


Aedificationis errores

Rectus



Aequus



Opus arcuatum aedificatio

Declivitas

0,02 %

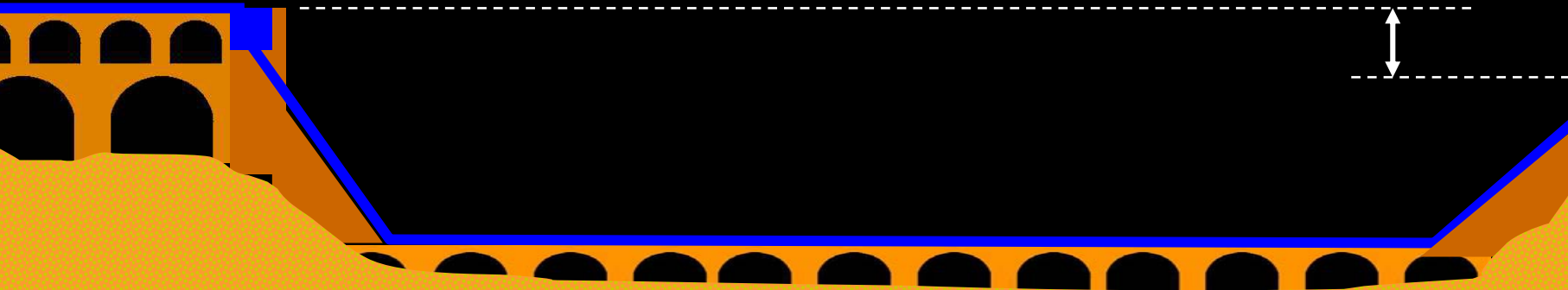
Plinius

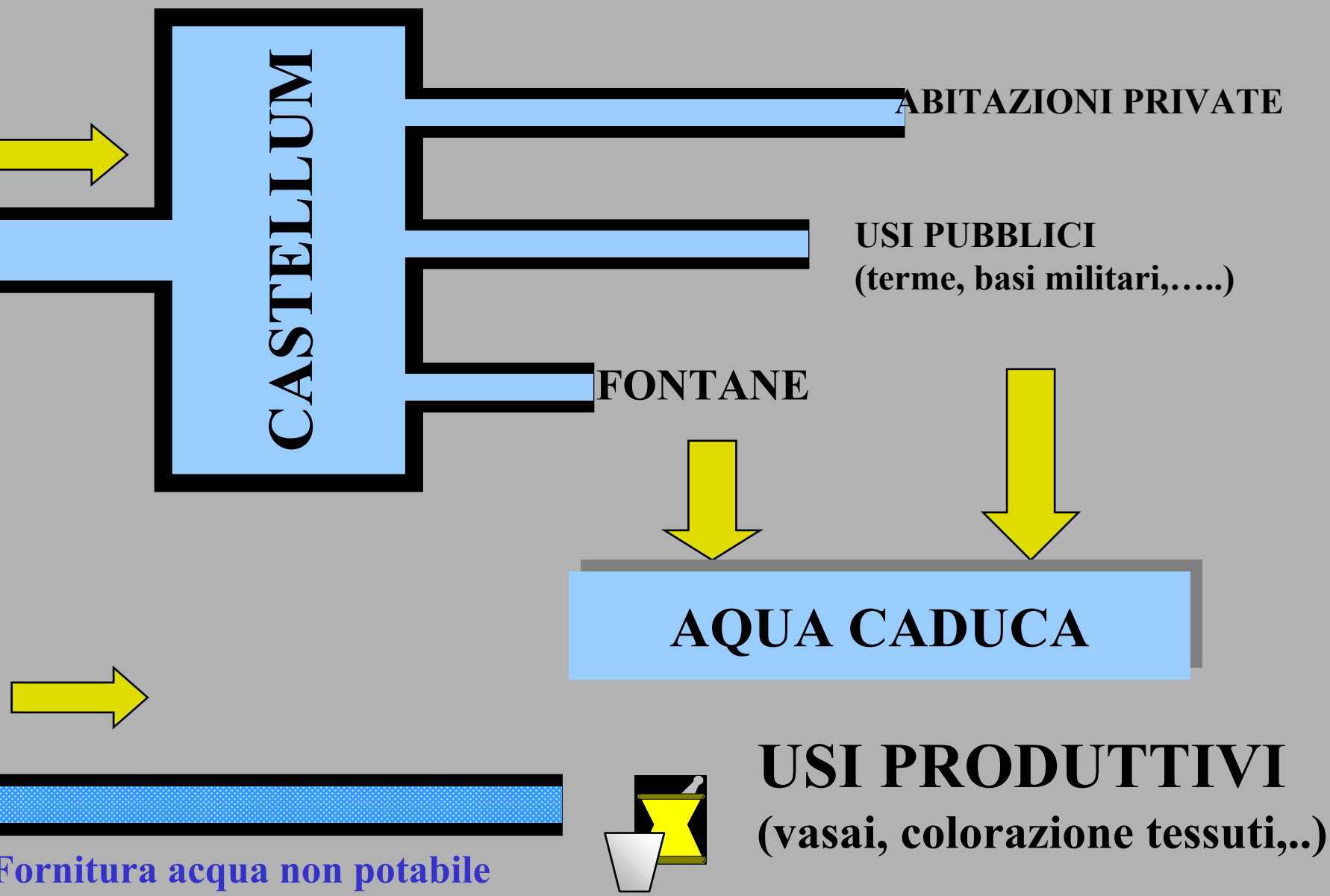
Declivitas

0,5 %

Vitruvius

Venter





I Romani e la qualità dell'acqua

*....in formis romanis
ceterumque praecipium
est ut sit aquarum
salubritas singularis....
(A. Cassiodorus)*

... fra i criteri romani una regola fondamentale era di ritornare a un tipo di acqua caratterizzata da una salubrità riconosciuta...

In base a questo assioma, gli ingegneri romani captavano acqua di buona qualità a grande distanza, anche se altre fonti (fiumi) erano assai più vicine.

A Roma esistevano due acquedotti paralleli:

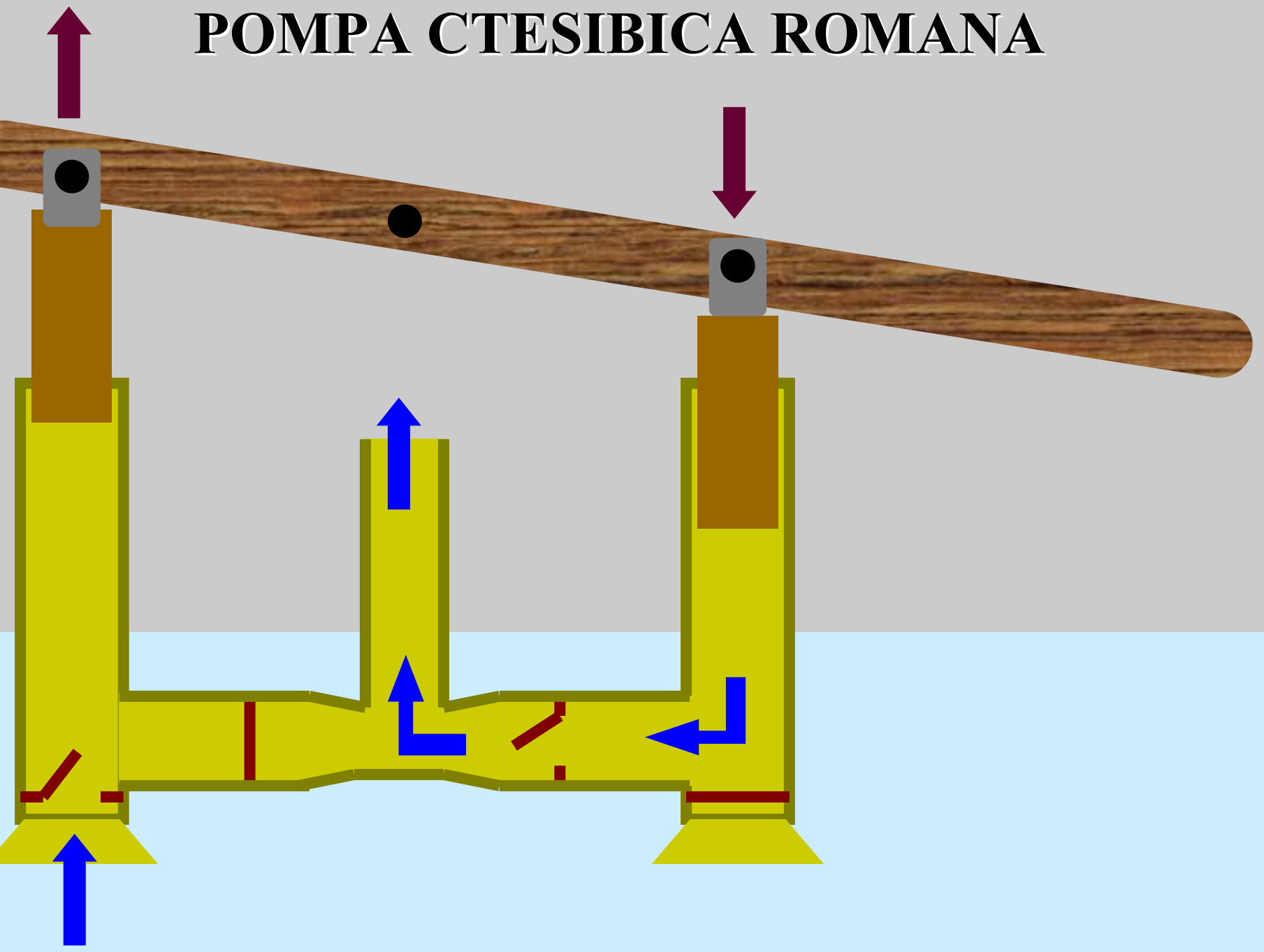
Aqua Claudia

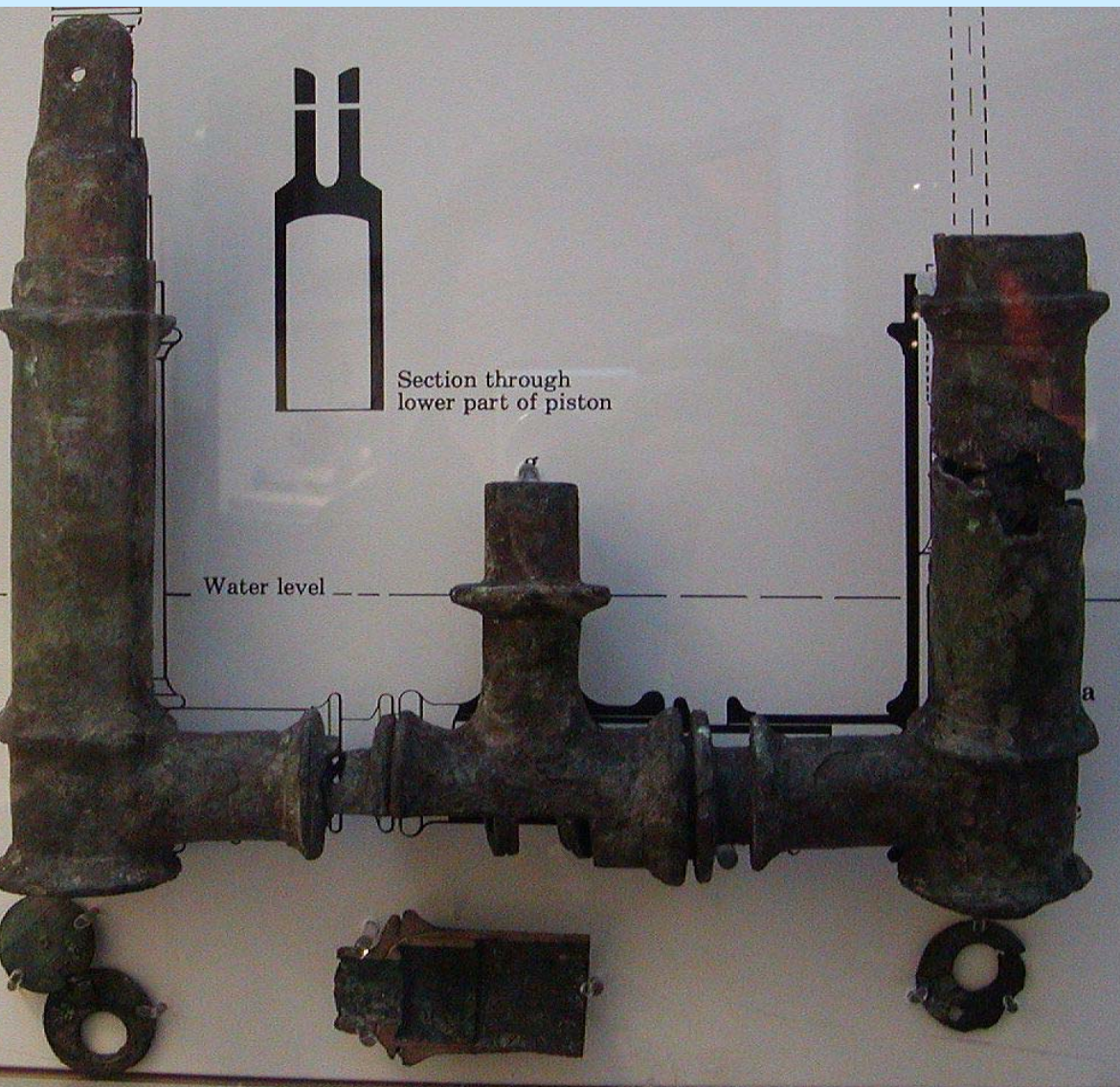
derivato da una sorgente (Nord di Roma), utilizzato per scopi sanitari come fontane e bagni pubblici.

Anio Novus

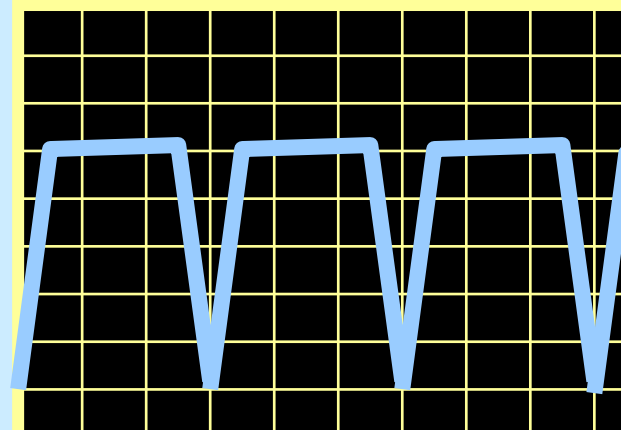
derivato da un fiume (Aniene), utilizzato soprattutto per scopi industriali.

POMPA CTESIBICA ROMANA





Q (lt/sec)



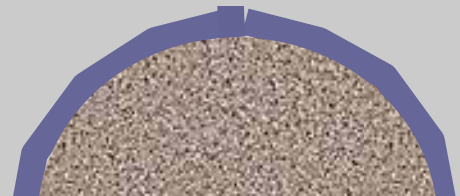
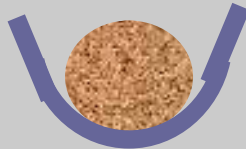
T (sec)

RETE DI DISTRIBUZIONE

I Romani utilizzavano soprattutto la terracotta ed il piombo (*Fistulae plumbae*).

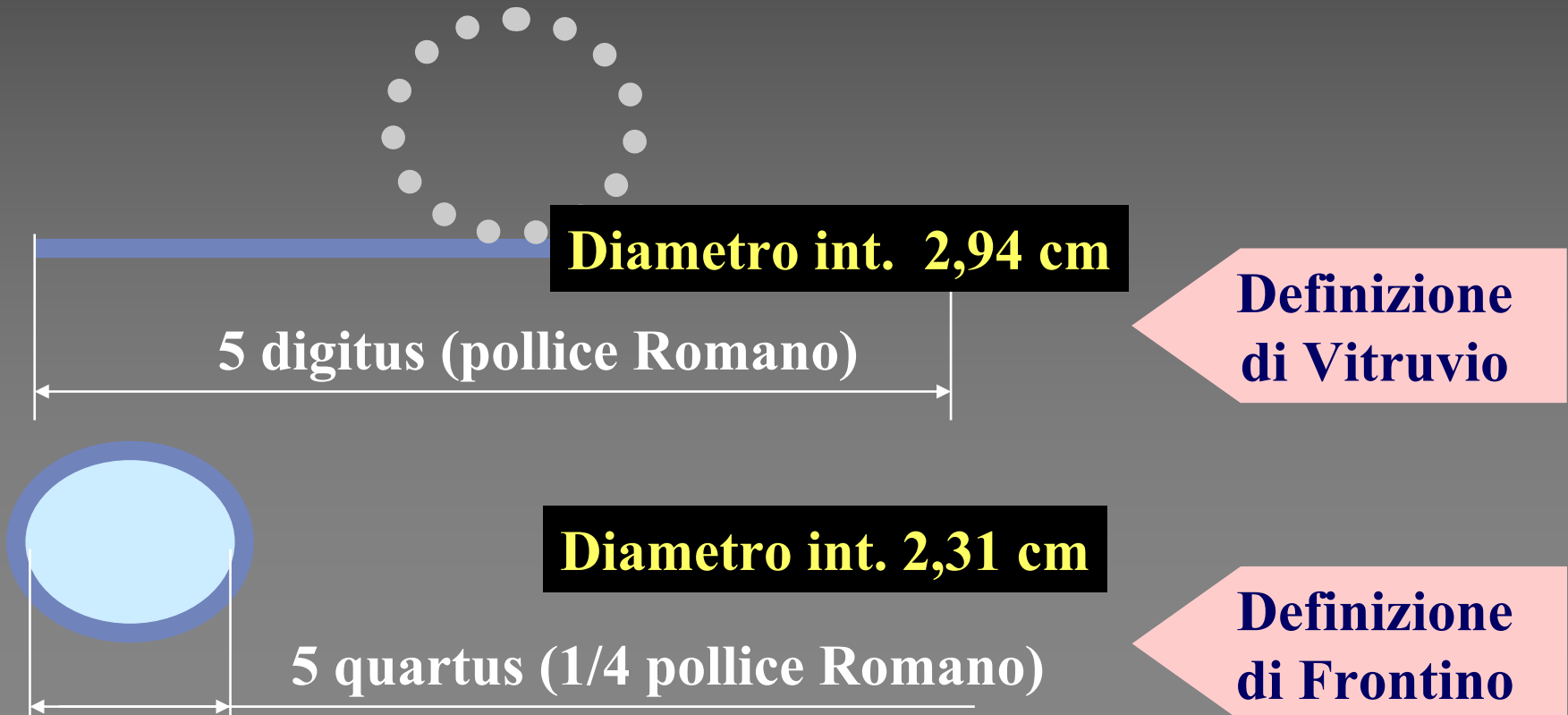
In misura minore facevano uso di altri materiali come: pietra, legno e bronzo

Costruzione di una *Fistula*



Le *Fistulae plumbae* sono uno dei primi esempi di regole di standardizzazione nella realizzazione di tubazioni. Queste regole vennero descritte da Vitruvio e da Frontino.

La più piccola tubazione era chiamata *Quinaria*



“CATALOGO” DELLE *FISTULAE*

La lunghezza era sempre di 10 pes (piede Romano) equivalente a 2.96 mt. Questa unificazione nella lunghezza consentiva di ottimizzare lo stoccaggio ed il trasporto

NOME	Diametro int. cm	Spessore mm	Flusso lt/sec
<i>Quinaria</i>	2.31	8	0.5
<i>Senaria</i>	2.77	8	0.7
<i>Octonaria</i>	3.70	8	1.2
.....			
<i>Nonagenaria</i>	19.79	17	35.2
<i>Centenaria</i>	20.86	18	39.1
<i>Centenum uicenum</i>	22.85	19	46.9

LE FISTULAE PLUMBAE **E LA SALUTE UMANA**

I Romani erano coscienti dei problemi di limitata salubrità delle tubazioni di piombo rispetto ad altre tubazioni (terracotta). Questo in particolare risulta evidente per i lavoratori addetti alla produzione dei tubi.

In ogni caso i vantaggi connessi, alla durata dei tubi in piombo e la più facile usabilità nelle aree urbane, rispetto a tubazioni realizzate con altri materiali sono fra le ragioni della ampia diffusione delle *Fistulae plumbae*.

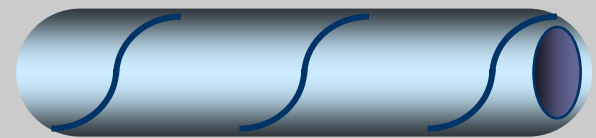
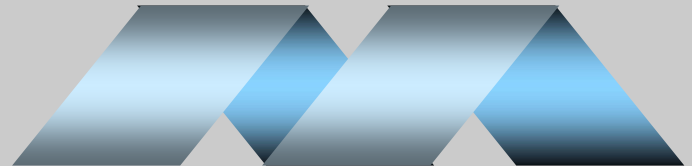
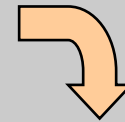
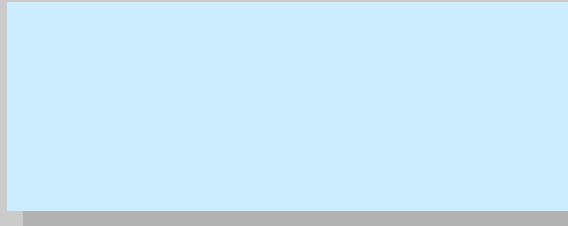
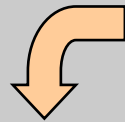
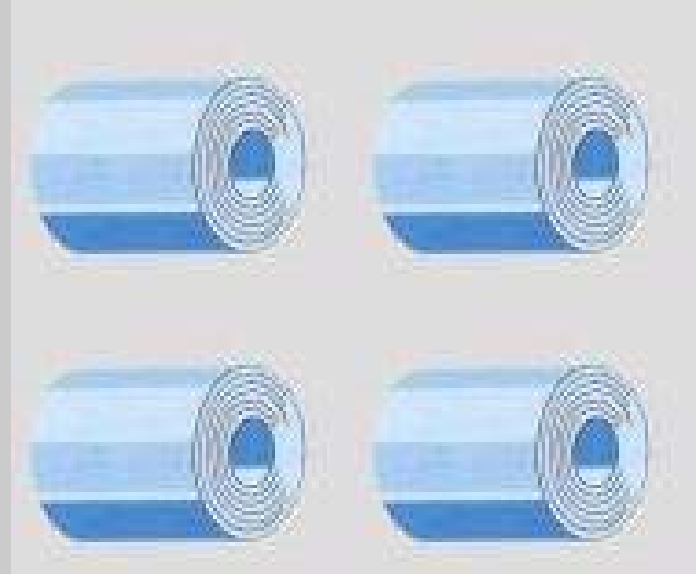
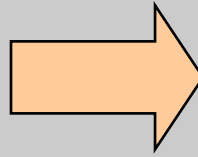
LE FISTULAE PLUMBAE **E LA SALUTE UMANA**

*..., non est dubium quin ipsum quoque
non sit salubre. exemplar autem ab
artificibus plumbariis possumus
accipere, quod palloribus occupatos
habent corporis colores....*

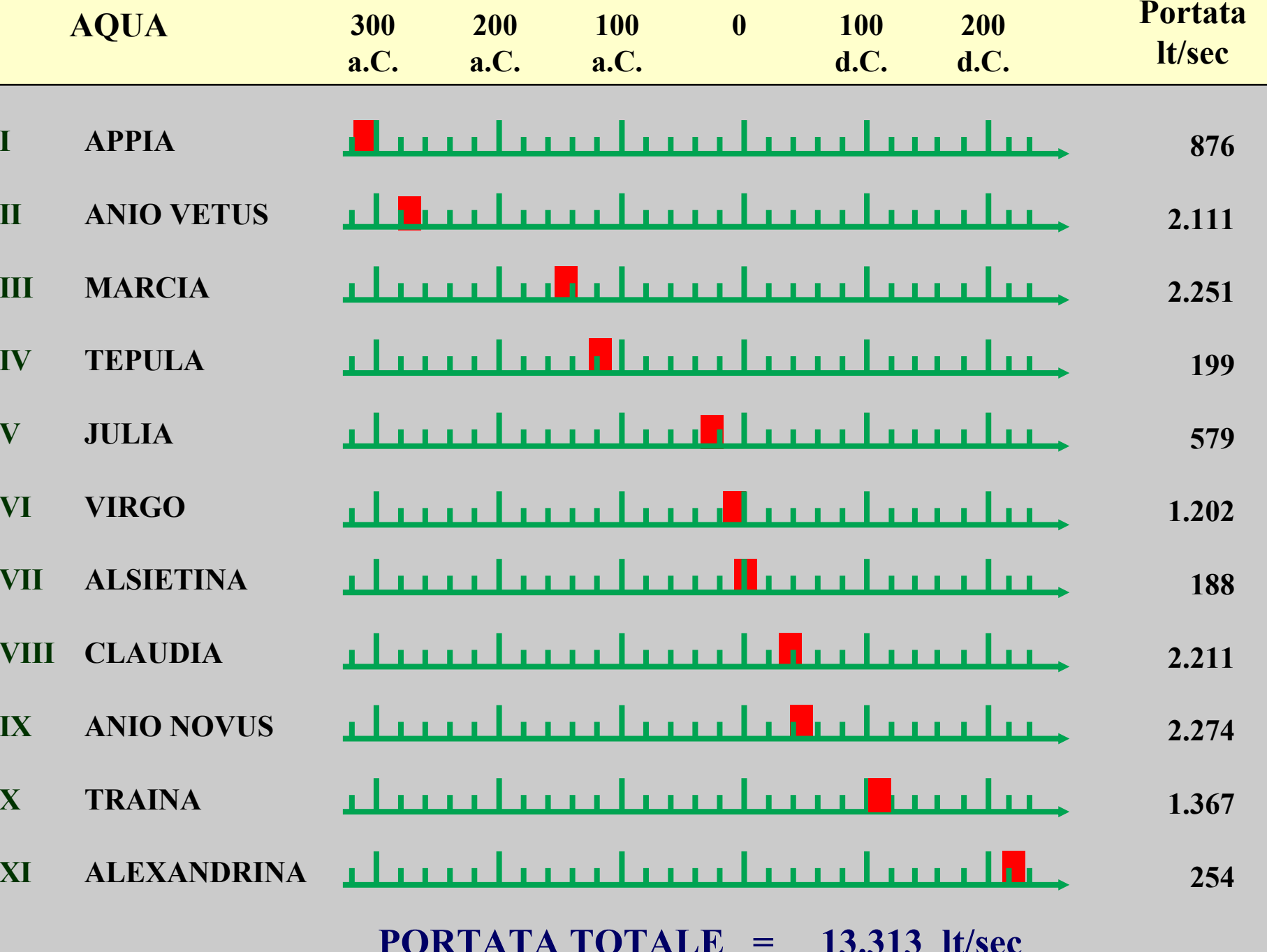
Vitruvius De Architectura Liber VIII

..... non vi è dubbio che questo non è salubre. Ciò può essere verificato osservando i lavoratori che operano con il piombo (plumbari) che hanno un colorito pallido del corpo ...

EVOLUZIONE DELLA *FISTULA*



**Roma imperiale era
alimentata da 11
diversi acquedotti**



Gestione dell'acquedotto di Roma

Durante il periodo di Frontino il personale utilizzato era di circa 700 unità

CURATOR AQUARUM

ADIUTOR

ADIUTOR

PROCURATOR

Redemptores

Architecti

Libratores

Circitores



**Costruzione
nuovi acquedotti**

Plumbari

Castellari

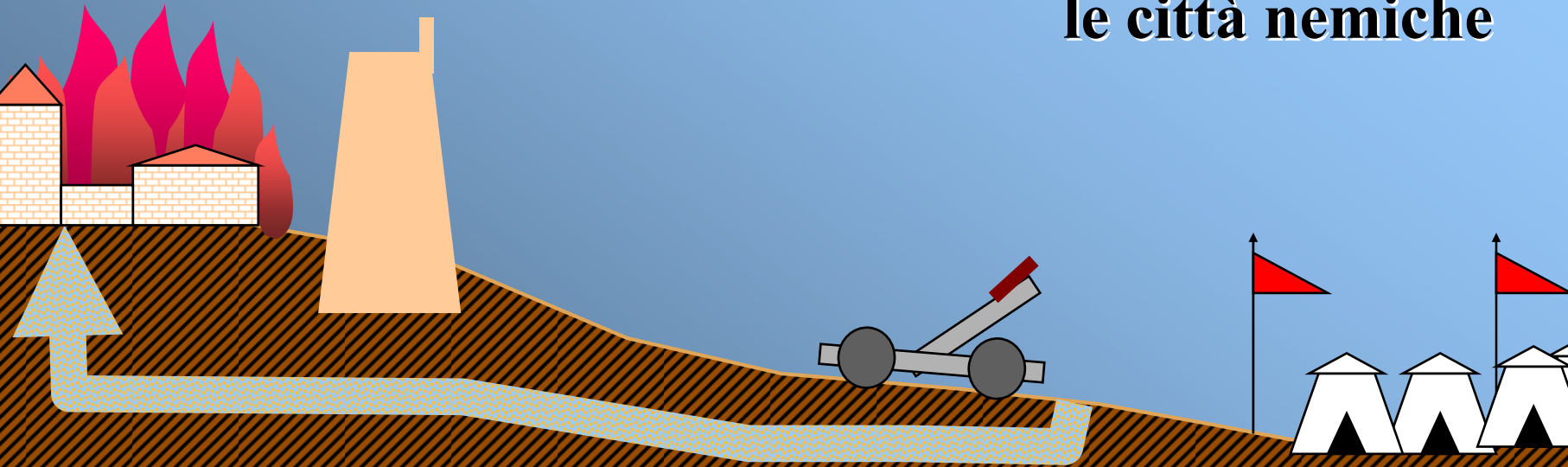
Silicari

Tectores

Fossores

Vilici

**Le tecniche per la realizzazione dei
tunnel erano importanti oltre che
l'approvvigionamento idrico
anche per espugnare
le città nemiche**



**Frontino prima di diventare *Curator aquarum* a Roma,
ebbe il comando in qualità di generale, della legione
Secunda Adjutrix in Germania.**

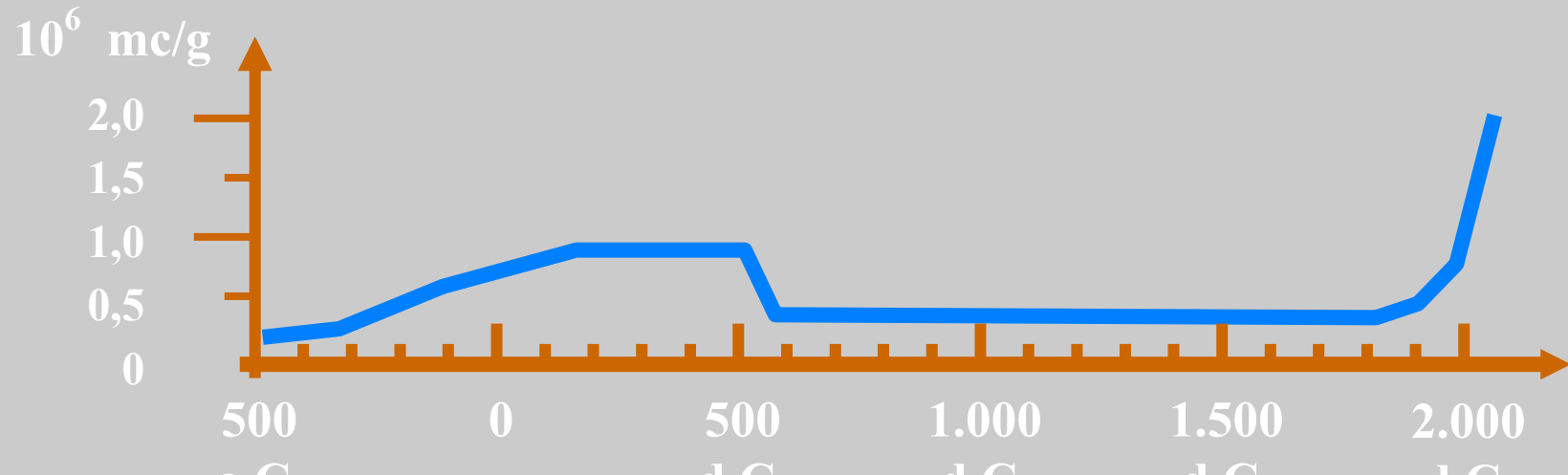
Disponibilità di acqua nella Roma Imperiale

La quantità di acqua fornita alla città nel momento di massima disponibilità era stimata in 800.000 mc/giorno, per una popolazione servita di 500.000 – 1.000.000 abitanti.

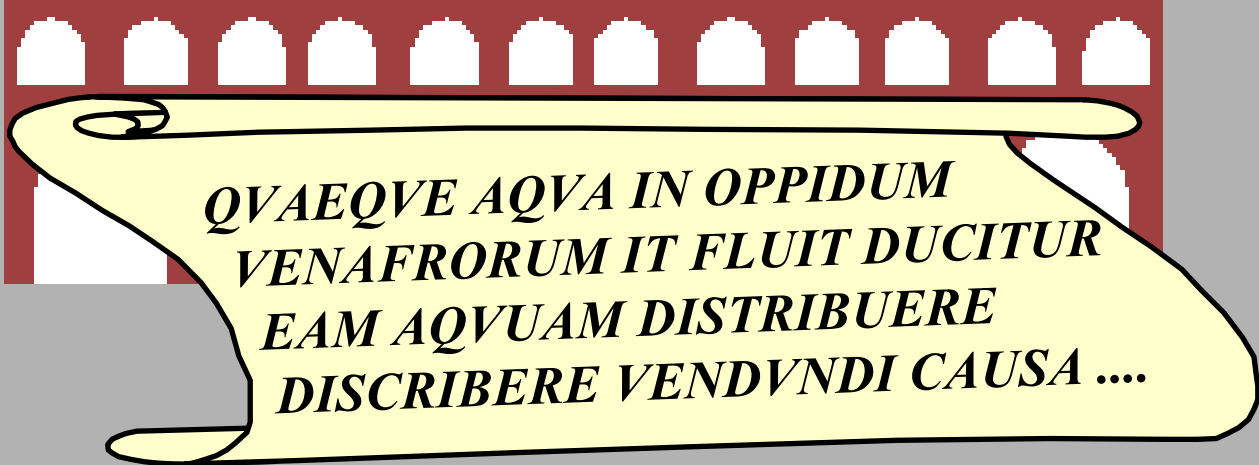


Disponibilità procapite di 0,8 - 1,6 mc/abitante/giorno

Il consumo attuale è di 0,3 – 0,4 mc/abitante/giorno



LE TARIFFE IDRICHE: L'EDITTO DI VENAFRO

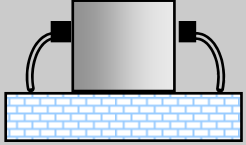


**QVAEQVE AQVA IN OPPIDUM
VENAFRORUM IT FLUIT DUCITUR
EAM AQVUAM DISTRIBUERE
DISCRIBERE VENDVNDI CAUSA**

L'acqua che così fluisce e viene condotta nella città dei Venafriani è giusto e lecito che venga distribuita e assegnata per vendita, oppure che venga stabilita ed imposta una tassa da parte dei magistrati della colonia con decreto della maggioranza dei decurioni .

Editto di Augusto (18-11 a.C.) sull'acquedotto di Venafro

COME L'ACQUA VENIVA VALORIZZATA



Fontane per uso pubblico (*salientes*)

gratuito



**Edifici di uso pubblico (*termae*) e
case di notabili (*principes civitatis*)**

canone

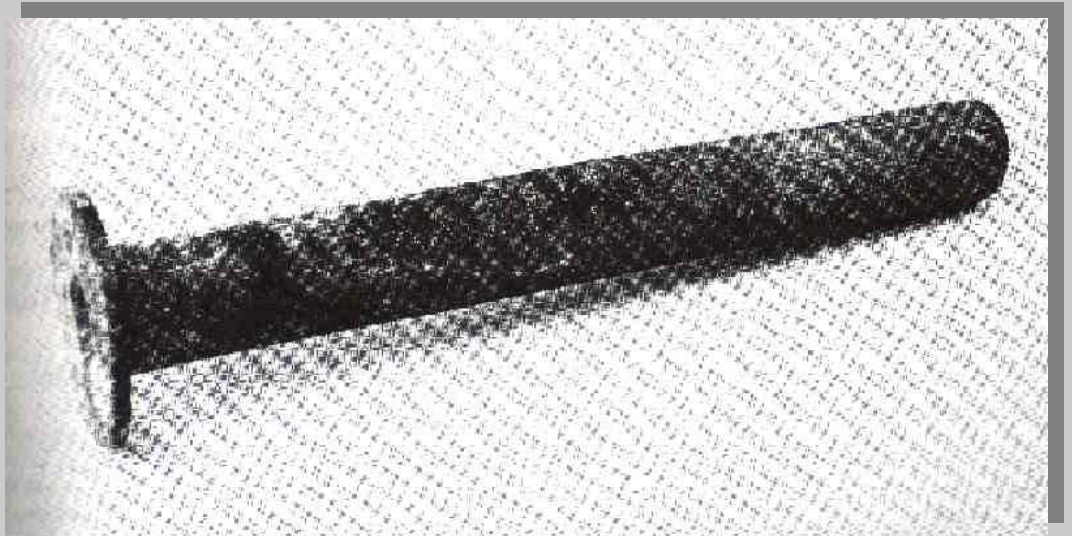


**Usi produttivi (fabbrici, vasai, tintori, ..) spesso
utilizzanti acqua di supero (*aqua caduca*)**

canone

COME L'ACQUA VENIVA VALORIZZATA

Il canone per la fornitura di acqua potabile dipendeva dalla dimensione di una canna di bronzo calibrata dalla quale transitava tutta la fornitura





Nel IV secolo d.C. si verificò la caduta dell'Impero Romano. Una grande parte dell'Impero fu sottoposta alle invasioni barbariche, a disastri naturali, carestie...

Importanti città vennero definite:
"semirutarum urbium cadavera"

Seguì un lungo periodo “secco”

Come nei primi giorni di Roma il Tevere ritornò ad essere la principale fonte di acqua potabile

Gli *Aquarenari* filtravano l'acqua del fiume e la distribuivano in Città.



Private di alimentazione e senza più utilizzatori le terme e le latrine furono usate come cave di marmo e mattoni.

Le regole sanitarie di Roma Imperiale furono dimenticate

Dopo la caduta dell'Impero Romano che cosa successe dei servizi idrici ?

Nel Medio Evo, ma anche nel periodo successivo, la fornitura idrica in molte città italiane fu garantita da quanto era rimasto dei sistemi idrici romani, a volte riscoprendoli dopo secoli di abbandono.



Bologna

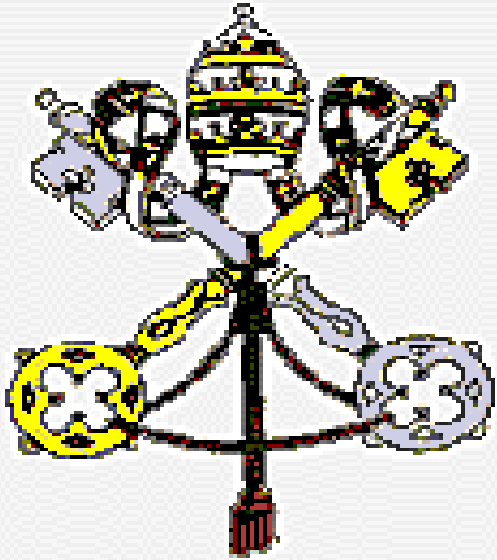
Ravenna

Pesaro

Roma

Napoli

Taranto



Dal VI Secolo il Papato divenne determinante nella organizzazione della vita civile di Roma.

Le fonti battesimali ed i centri di accoglienza dei pellegrini costituivano fra gli elementi di priorità nella pianificazione della fornitura idrica.



Nel X Secolo solamente il vecchio acquedotto dell'Aqua Virgo rimaneva in uso



La situazione di scarsità di acqua rimase sino al XIV secolo. Durante questo periodo la popolazione scese sino a 30.000 abitanti.

Le acque Giulia e Tepula venivano portate a Roma da un canale detto "Aqua Mariana"



Aq. Felice

Aq. Pio-Marcio

Aq. Vergine

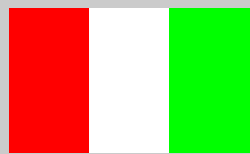
Traiano-Paolo

Durante il Rinascimento le “fontane di mostra” terminali degli acquedotti

20 settembre 1870

Le truppe d'assalto italiane (Bersaglieri) entrano a Roma attraverso Porta Pia.

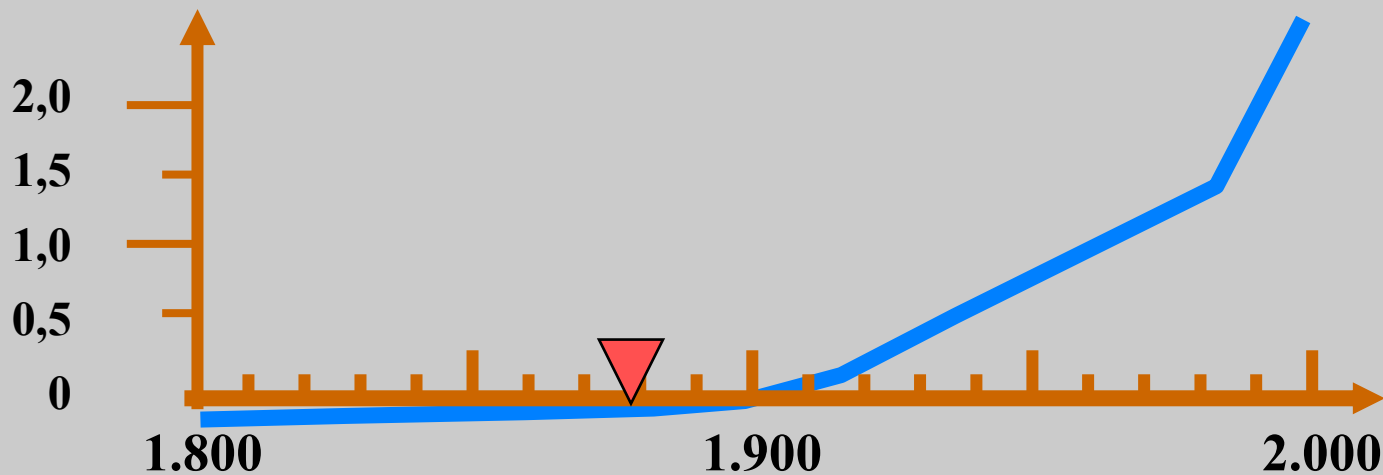
Il Governo da parte del Papato finisce dopo un millennio



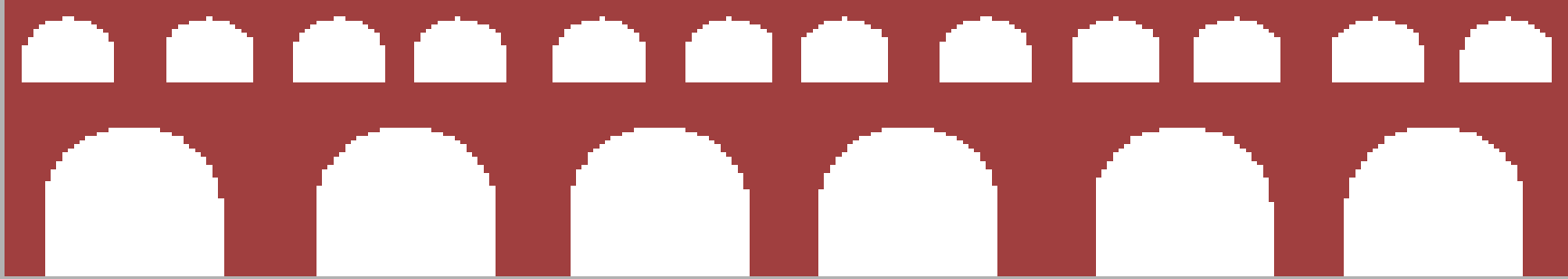
Roma diventa capitale d'Italia

Questo evento diede impulso a nuove costruzioni ed all'aumento della popolazione nell'area urbana.

10^6 abit.



Modernità dell'insegnamento dei Romani

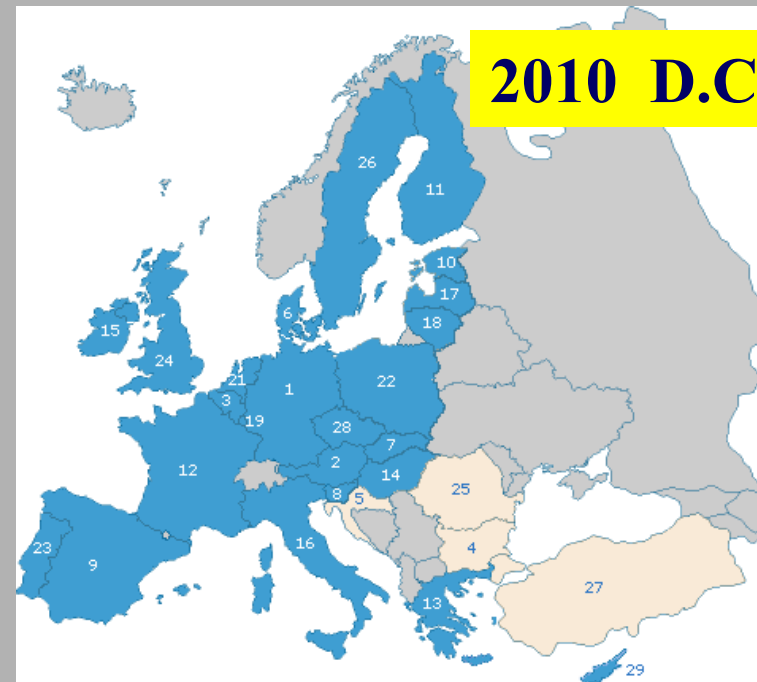


L'operato dei Romani in campo idrico non è confinato solo ai tempi antichi, la sua presenza ed i suoi effetti attraversano infatti gran parte della storia e si manifestano sino a noi.

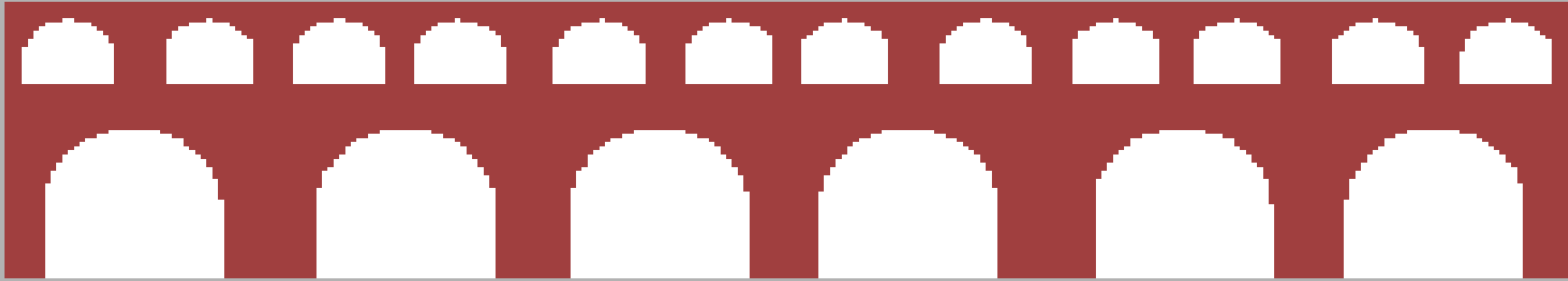
**DA QUESTA ESPERIENZA IN PARTICOLARE
POSSIAMO TRARRE DUE TIPI DI INSEGNAMENTO**

Modernità dell'insegnamento dei Romani

QUANDO L'AREA DI RIFERIMENTO DELLA PIANIFICAZIONE IN CAMPO IDRICO E' MOLTO AMPIA RISULTA PIU' AGEVOLE ORGANIZZARE RAZIONALMENTE I SERVIZI IDRICI



Modernità dell'insegnamento dei Romani



I GRANDI RISULTATI CHE SONO STATI OTTENUTI DAI ROMANI NON SONO SOLO IL FRUTTO DELLA RICCHEZZA E DELLA POTENZA DI ROMA MA ANCHE DELL'INTERESSE E DELLA PASSIONE CHE DA PARTE DEI SINGOLI E' STATA DEDICATA

**Si ricorda in proposito l'introduzione di Frontino alla sua opera principale :
*De Aquaeductu Urbis Romae***

DE AQUEDUCTU URBIS ROMAE

*Cum omnibus res ab imperatore
delegata interiorem exigat curam
et me seu naturalis sollicitudo seu
naturalis sollicitudo seu fides
sedula non ad diligentiam modo ...*

Ogni incarico conferito dall'Imperatore richiede una speciale attenzione e io sono mosso non solo da devota diligenza, ma anche da amore nei confronti delle cose che sono affidate alle mie cure....

Sextus Julius Frontinus *98 d.C.*