

LOS ACUEDUCTOS ROMANOS

II

Captación del agua

Los romanos utilizaron el agua de toda suerte de orígenes: la de lluvia, recogida en cisternas públicas y privadas; la subterránea y la de fuentes, ríos y arroyuelos, transportada a veces a grandes distancias por canales, acequias y acueductos.

Pudo bastar el agua de las cisternas cuando la ciudad empezó a formarse y encerraba pequeños núcleos de población. Casi todas las casas tenían su cisterna (especie de cámara abovedada con paredes impermeabilizadas con un cemento especial de polvo de teja, ladrillo y argamasa) en el atrio y bajo el *impluvium*.

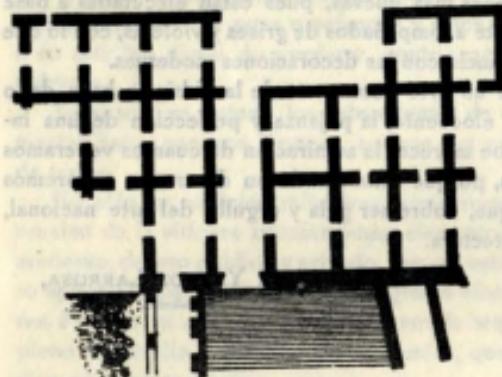


Fig. 1.º — Plano de la cisterna de Fermo.

Pronto advirtieron los romanos los inconvenientes de este sistema. No era posible evitar que el agua arrastrase polvo y saliese turbia, por lo cual idearon un sistema de cisternas conjugadas o escalonadas para decantar el agua.

Es notable, desde muchos puntos de vista, la cisterna aun hoy subsistente en Fermo (el *Firmum* romano en el *Picentum*), cisterna construida en la época de los Cé-

sares. Está encima de una colina a la cual rodean, en forma de anfiteatro, cumbres más altas, de las que fluyen las corrientes que la alimentan. Se compone de una serie de cámaras cuadradas y abovedadas. Cada cámara mide 9×6 metros de superficie y 5,20 de altura. La cisterna consta de dos pisos superpuestos. El agua pasaba de un piso a otro por aberturas cuadrangulares que de dos en dos cámaras perforan las bóvedas, y de una cámara a otra por puertas cimbradas de una anchura de 2,45 y 1,50 metros de altura.

En Puzzol, cerca del anfiteatro, también subsiste aún hoy y se utiliza, una gran cisterna, cuya bóveda descansa sobre tres ringleras de pilares en su anchura, y por diez ringleras en toda su longitud. Es tan espaciosa, que cómodamente puede recorrerse en barca.

En Baja, cerca de Puzzol, existe otra con razón llamada *admirable*, cuya bóveda sostienen cuarenta y ocho enormes pilas, que dividen la maravillosa obra de fábrica en cinco naves. Se desciende a esta cisterna por dos escaleras de cuaren-

ta peldaños cada una. Por trece bocas se extraía el agua, que periódicamente abastecía a la flota de Misena, para cuyo servicio se construyó este magnífico depósito.

Pasemos por alto, ya que este punto es mero episodio de nuestro sumario estudio, las numerosas cisternas descubiertas en Argelia, en Pompeya, en Francia, en Asia Menor, incluso la más espaciosa y soberbia de todas las cisternas conocidas, la designada por los turcos con el nombre de Bin-Bir-Direk (la de las 1.001 columnas, aunque sólo tiene 224), construida a principios del siglo IV y cuyo único piso hoy visitable, el superior, podía contener 325.400 metros cúbicos de agua. Esto es, los romanos no abandonaron nunca la construcción de cisternas por grande que fuera su adelanto en los demás géneros de obras hidráulicas. La necesidad y el afán de aprovechar el agua de toda clase de procedencias, les incitan a casar en feliz maridaje la tradición con el progreso.

El África romana nos ha legado inapreciables testimonios de la previsión latina. En Tupusuctu se han descubierto cisternas que miden 3.000 metros cuadrados, construidas en previsión de la larga lucha con los bereberes, vieja lección tan pocas veces aprovechada por los españoles.

* * *

Cuando el agua era subterránea, los romanos abrían pozos y galerías (muchos de esos pozos son aún hoy utilizados por los árabes) o bien perseguían las venas del manantial hasta verlas manar a flor de tierra. Idénticas excavacio-

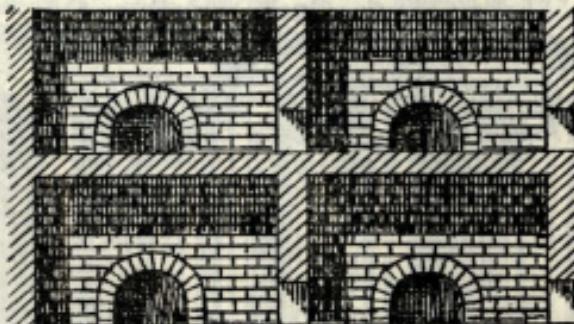


Fig. 2.º — Sección transversal.

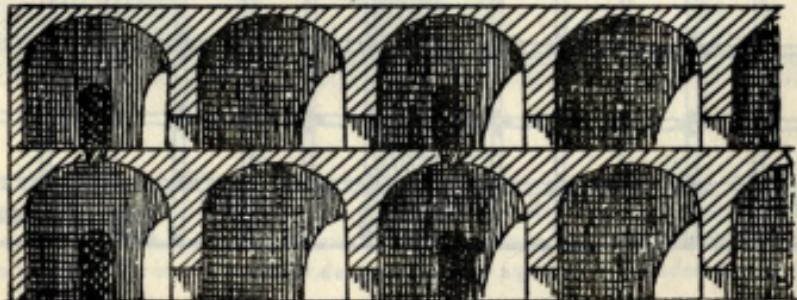


Fig. 3.º — Sección longitudinal.

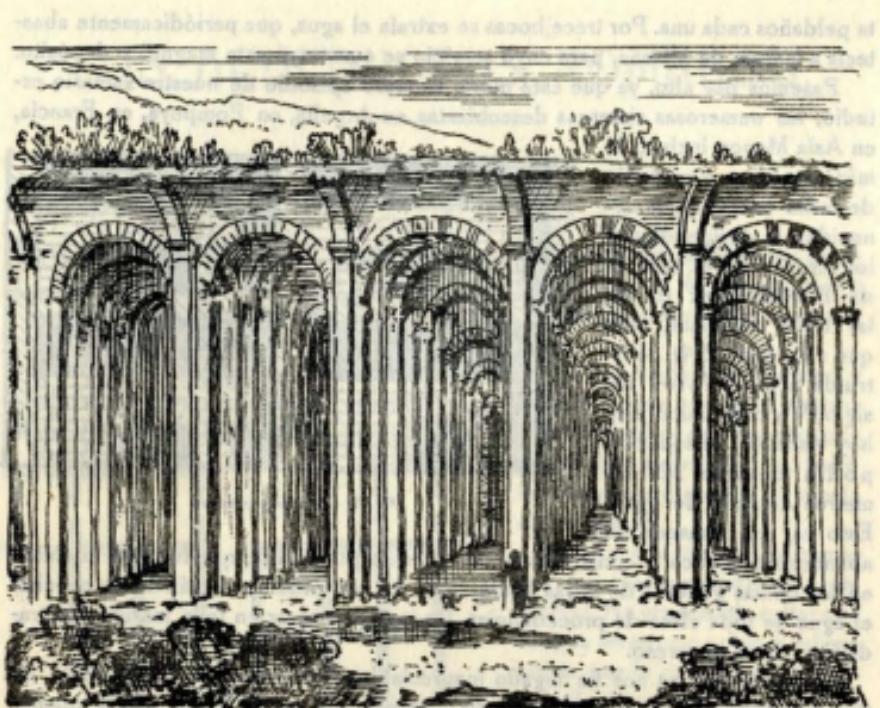


Fig. 4.^a — Cisterna de Baza (Piscina mirabilis).

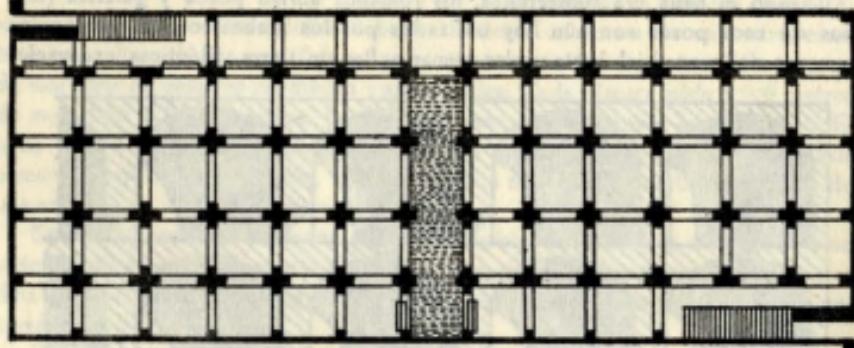


Fig. 5.^a — Plano de la cisterna de Baza.

nes hacían cuando las fuentes fluían con escasez. De un habitante de Calama (Güelma) nos queda una inscripción (1), que es todo un poema: «Antes (esta fuente) apenas vertía un hilillo de agua; hoy mana un verdadero río con rumor de trueno.»

Pero la obra magnífica de los romanos es la captación del agua de ríos y lagos y su conducción a través de los mil obstáculos que con frecuencia opone la Naturaleza. Las distancias no les arredran. El acueducto de Lyon va a beber las aguas del Gier, a 50 kilómetros de distancia; el de Cartago empieza al pie del monte Zaguan, a 137 kilómetros de la ciudad; Roma llega en busca de agua hasta el lago Bracciano, etc.

Vitrubio recomienda que no se utilice el agua de las llanuras, sino con predilección la de las fuentes de los montes y la de los ríos convenientemente depurada.

Para captar el agua de los ríos, los romanos construyeron diques y presas, principalmente en las curvas que amortiguan la impetuosidad de la corriente, y así derivaban hacia grandes depósitos que construían en ambas márgenes o en una sola mansos caudales, tranquilos arroyos. Estos depósitos vertían el agua almacenada en acueductos y cisternas, o bien en acequias, que la distribuían por la campiña.

Todos los arqueólogos citan como presa típica y monumental la de Kasrin (la

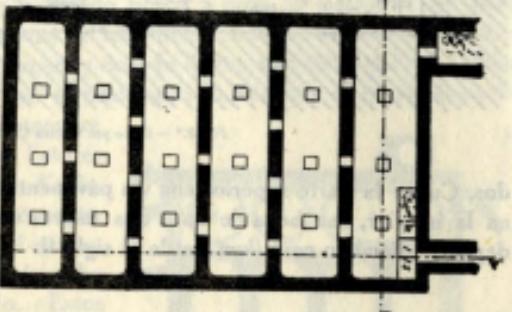


Fig. 6.^a — Plano de la cisterna romana de Cherchell (Argelia.)

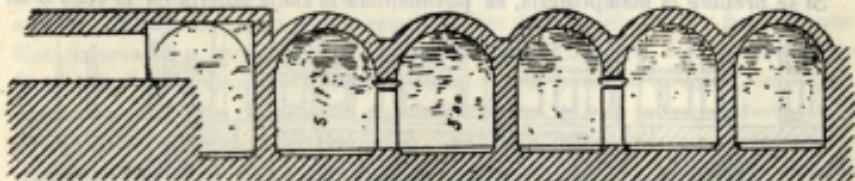


Fig. 7.^a — Corte por la líneas A-B del plano.

antigua Cillium, en Túnez). Es un segmento de círculo de 10 metros de altura y de 100 a 150 metros de longitud, que sesga el valle. «Está construido verticalmente, río arriba, y en declive, río abajo, sobre todo en los extremos afianzados en la roca.» Forman el material de construcción, argamasa y grandes cantos rodados.

(1) C. I. L. 5.335: esculpida después de una reparación.



Fig. 8.º — Corte por la linea CD del plano.

dos. Cubre la parte superior una vía pavimentada de 4,90 metros de anchura; y en la inferior, una boca de unos dos metros vomita las aguas en una cisterna o depósito, llamado *castellum* desde el siglo II.

Conducción del agua

La cañería, dice Vitruvio, puede hacerse de mampostería, o bien de tubos de plomo o de arcilla. Estos, por su fragilidad, fueron muy poco usados. Sin embargo, el gran arquitecto reconoce que no vician ni alteran el agua como los de plomo, que pueden formar *cerusa*, carbonato de plomo (*ex eo plumbo cerusa nascitur*) (?)

Recomienda, en el caso de utilizar tubos de plomo: 1.º Que se construya un gran depósito junto al punto de captación del agua (*castellum ad caput struatur*). 2.º Que los tubos tengan un espesor proporcionado a la cantidad de agua que han de conducir. La longitud de los tubos será por lo menos de 10 pies (el pie equivalía a 0,2957), etc., etc.

Si se prefiere la mampostería, se pavimentará la zanja abierta en la roca o en

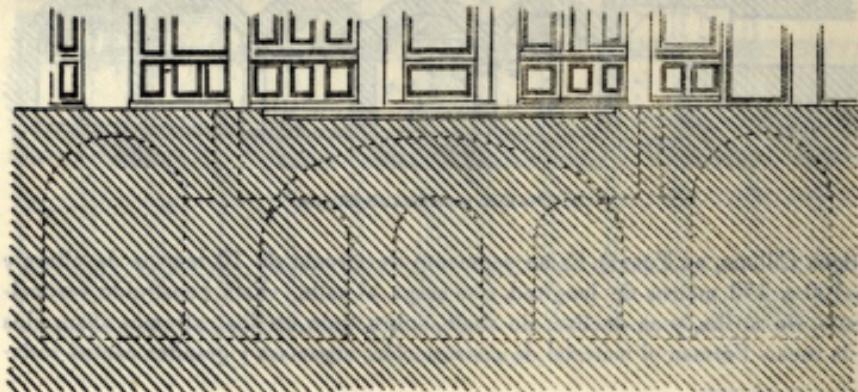


Fig. 9.º — Cisterna en una casa de Pompeya.

la tierra con cantes rodados y mortero de cierto espesor; se levantarán a ambos lados dos muros, sobre los cuales descansará la bóveda y todo el conducto, y la parte inferior se impermeabilizará con cemento.

Si entre el punto de captación del agua (*caput fontis*) y la ciudad se interponen montes, el canal dará un rodeo, o bien atravesará este obstáculo, guardando siempre la pendiente necesaria. Si se tropieza con toba o roca, se talla el canal en la roca; y si el terreno es arenoso, el acueducto se formará con dos muros que sostendrán la bóveda, abriendo pozos a cada 35 metros (*inter duos sit actus*: el *actus* valía 35,439 metros). Si los valles son espaciosos, el canal desciende siguiendo el declive del terreno, y cuando llegue a lo más hondo del valle (*ad imum*), no se elevará, sino que se prolongará lo más que se pueda la construcción, esto es, el nivel (*libramentum*) se mantendrá en la máxima longitud. Esto es el *venter*, que los griegos llamaron *Koilia*. Así, el conducto llega a la colina opuesta, y el agua, merced a la longitud del *venter*, amortiguado su movimiento de aflujo, sube hasta la cima del plano inclinado. «Estos preceptos, dice Cagnat, implican el conocimiento del sifón, y, en efecto, se ha comprobado hoy que este principio hidráulico se aplicó en Asia Menor, en Alatri, cuyo acueducto es anterior al año 184 antes de Jesucristo; en Constantina, etc.»

El muro que sostenía el canal o *specus* se llamaba *substractio*. Cuando esta *substractio* había de ser muy elevada, la economía y la estética y la conveniencia de no interceptar la perspectiva de consumo incitaron a los romanos a sustituirla por airoosas arcadas. Cuando la altura era excepcional, se sobreponían dos y tres órdenes o filas de arcadas o *arcuationes*. El *specus* o canal del puente del Gard, que tiene 45 metros de altura; el de Mérida, en nuestro país, y el de Cherchell, en Argelia, descansan sobre tres órdenes de arcadas, mientras que el gran acueducto de Segovia (31 metros) y el de Tarragona sólo presentan dos ringleras superpuestas.

Primeramente se emplearon en la construcción bloques de diversas clases de toba (época republicana), y a seguida mampostería revestida de ladrillo o de *opus reticulatum*, o bien, como en Mérida, piedra, ladrillo y grava, y en Segovia, bloques de cantería acoplados sin cemento.

Preocupación constante de los romanos fué la aircación del agua y el cálculo de los niveles. Vitrubio recomienda que a cada 240 pies de distancia se dejen aberturas llamadas *spiramen* y *lumen* (respiraderos).

Plinio aconseja un pie de pendiente por 4.800.

El agua *Virgo* tomada a ocho millas romanas y conducida, aun hoy, por los

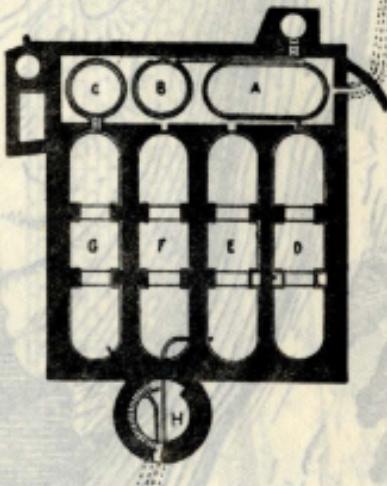


Fig. 19. — Cisternas de Dar-Sanjet, en Cartago.

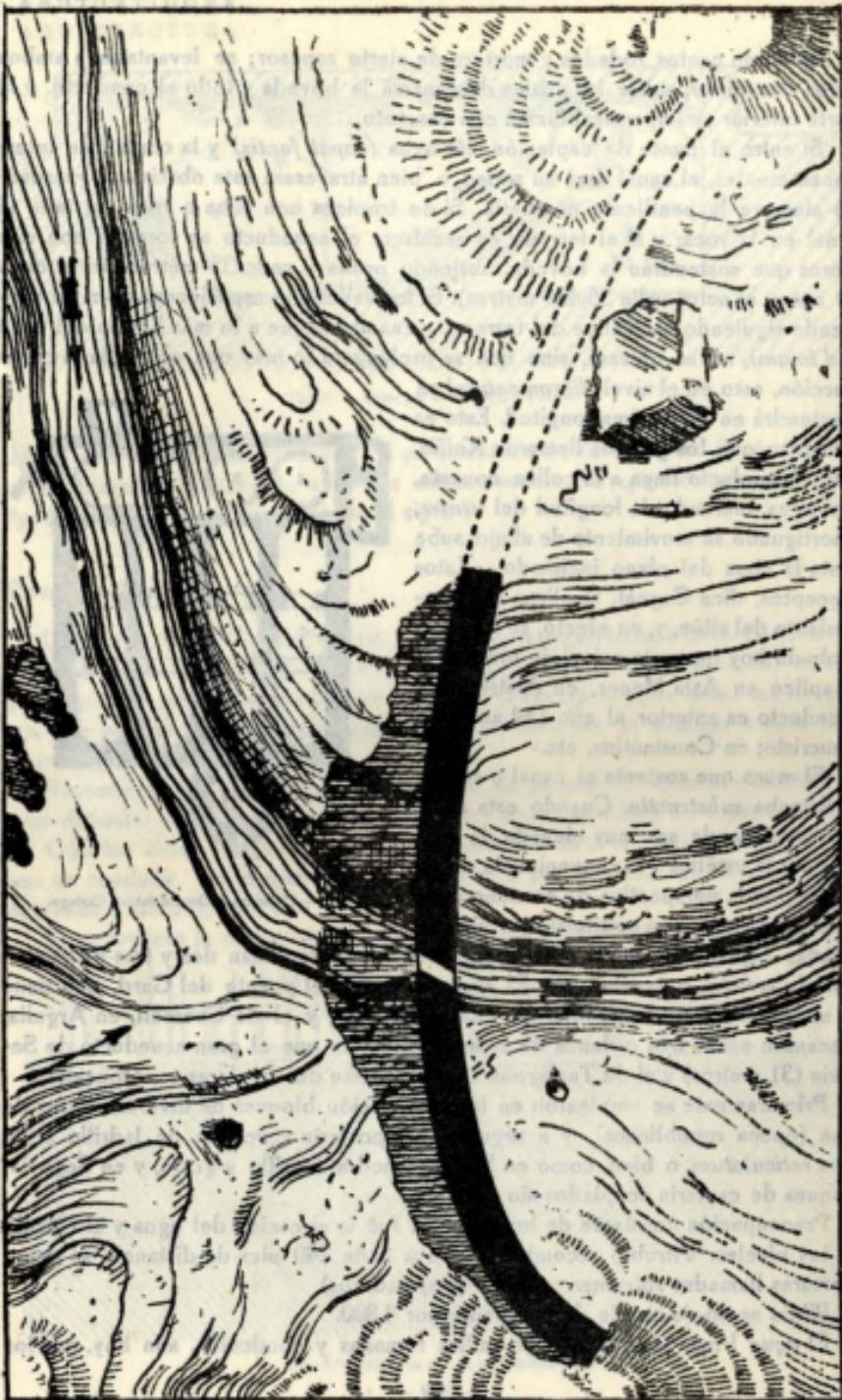


Fig. 11. — Presa de Kursk, según Saldia.

1910, en el que se establecieron las bases de la creación de la Organización de los Estados Americanos, que se constituyó en 1945. La OEA es la principal institución regional de América Latina, que tiene como finalidad promover la paz, la estabilidad y el desarrollo socioeconómico de la región. La OEA es una organización intergubernamental que reúne a 35 países miembros y 10 observadores permanentes. La OEA tiene su sede en Washington D. C., Estados Unidos, y su secretaría general es el Dr. Luis Alfonso de Alba. La OEA es una organización que promueve la cooperación entre los países de América Latina y el Caribe, y que trabaja para la promoción de la paz, la estabilidad y el desarrollo socioeconómico de la región. La OEA es una organización que promueve la cooperación entre los países de América Latina y el Caribe, y que trabaja para la promoción de la paz, la estabilidad y el desarrollo socioeconómico de la región.



Fig. J2. — *Prata do Kasaria*, segùin Sadiq.

mismos canales antiguos, subterráneos unos y otros sostenidos por arcadas, hasta el campo de Marte, al Este del Panteón, construidos e inaugurados por Agripa el año 22 antes de Jesucristo, prueba que el declive aconsejado por Plinio es suficiente. Un pie de pendiente por 2.500 tiene el acueducto del Gard. «El moderno de Arcueil, dice Daremburg, sólo tiene 0,162 metros por 389 (dejando aparte las décimas); el de Roquencourt, 0,975 metros por 3.313.»

Cuando la pendiente hubiera sido muy rápida en línea recta, se prolongaba el espacio a recorrer oblicuamente o por rodeo (así, las fuentes que alimentan el acueducto del Gard están a tres leguas de Nîmes y el acueducto recorre siete), o bien se construían recodos o ángulos que amortiguasen la corriente. Se apeló también a otro sistema: unían por peldaños el canal o *specus* a otro construido en plano inferior, y también solían cortar el canal con un pozo circular, como en el *Anio vetus* (que tomaba el agua de este río a 20 millas de Roma), cuyo pozo vertía el agua ya amortiguada en el canal o *specus* situado mucho más bajo que el primero.

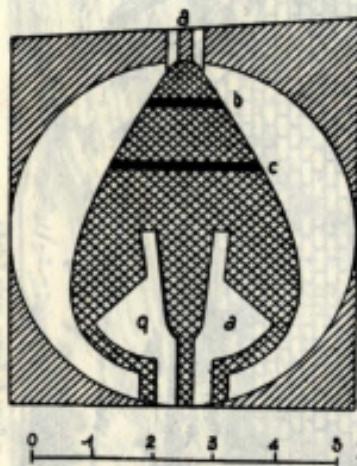


Fig. 15. — Depósito de agua en Pompeya.

Muchos acueductos de Roma, ya cerca de la ciudad, vertían el agua en piscinas (*piscinae limariae*), según nos dice Frontino; en esas piscinas se decantaba y aireaba el líquido. A estas piscinas y depósitos se aplicaban tubos (*fistulae*) de 25 módulos diferentes. Veinticinco cálices de bronce aforaban el agua.

Podemos hoy calcular el agua que los catorce acueductos suministraban a Roma, tomando como base de cálculo el aforo de los tres que aun hoy se utilizan. El Virgine (la antigua *aqua Virgo*) da 65.780 metros cúbicos; el Felice (antigua *Alexandrina*) da 20.537, y el *aqua Paola* (la *Alsietina* antigua) da 94.181. Total, 180.498 metros cúbicos entre los tres.

Durante la República, la construcción de acueductos se confió a los censores, verdaderos ministros de Hacienda y de Obras Públicas. Cada cinco años los censores, previa autorización del Senado, invertían en la construcción de acueductos y reparación de edificios un gran presupuesto, la cifra mayor del presupuesto total. Los censores, y excepcionalmente los cónsules, pretores, ediles y cuestores podían contratar la construcción (*locatio*), y era preciso consignar la aprobación o no aprobación (*probatio*) al recibir las obras.

Los acueductos constituyeron para el Estado una fuente de saneados ingresos. El Estado no perdía nunca la propiedad de las aguas; por ello las concesiones fueron puramente personales y no pasaban ni al heredero ni al nuevo propietario. No sólo pagaban al Estado los particulares el agua que consumían, aforada por el tubo de bronce (*calix*), sino también los establecimientos públicos, los baños o termas. Solamente las concesiones particulares producían al Tesoro, según el

cálculo de Dureau, una cantidad equivalente a 1.244.000 francos oro, y eso que tan sólo representaban la vigésima parte de los quinarios concedidos a particulares.

La longitud total de todos los acueductos que suministraban agua a Roma, era de 428 kilómetros, de los cuales, 32 kilómetros descansaban sobre arcadas.

En provincias, los magistrados de las ciudades tomaron a su cargo las mismas funciones de los censores, ediles y *curatores aquarum* de la capital.

Vemos hasta los ediles de los pagos construyendo y reparando acueductos. Por su parte, los emperadores y sus legados, gobernadores y jefes militares, dotan a las ciudades de acueductos, considerando estas obras hidráulicas como el mejor regalo que pudieran hacer a ciudades y comarcas.

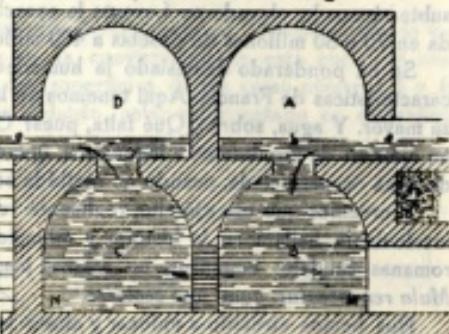


Fig. 14. — Piscina de Agua Virgo.

No hemos pretendido con estas cuartillas, ¡locura funeral, encerrar el Tajo en modesto vaso de haya. Una copiosísima biblioteca hay ya escrita sobre esta materia, biblioteca anualmente acrecida con numerosos y sugestivos volúmenes. A su luz columbramos la hercúlea labor, que durante siete siglos y para lección imprecedera de las futuras generaciones, realizó con admirable tesón y prodigalidad el genio práctico de los romanos. ¿No tenemos los españoles harto olvidadas estas enseñanzas? Se ha dicho que nuestro país es poco productivo por escasez de agua, cuando nuestros ríos vierten en el mar la inmensa riqueza de sus caudales y quedan por explotar las aguas del subsuelo y la lluvia es muchas veces

azote devastador de muchos valles. ¿Esperamos, acaso, que surjan por ensalmo diques, acueductos, cisternas, pantanos y depósitos? ¿Con una ley de plus-valía sabiamente articulada, no podría y debería el Estado, siguiendo la pauta de Roma y con plena seguridad de ganancia, salpicar el territorio nacional de obras hidráulicas, que permitan en breve pla-

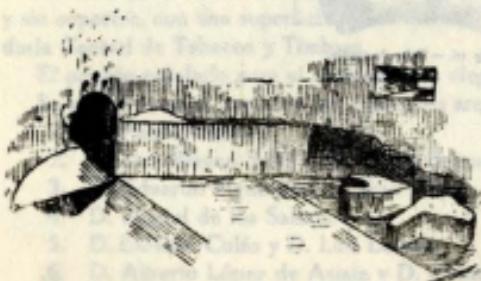


Fig. 15. — Vista de la parte inferior del depósito de agua en Pompeya.

zo cuadruplicar la producción agrícola y provean de agua potable, realmente potable, a nuestras ciudades?

Lo hecho hasta ahora es obra baladí en comparación con lo que queda por hacer. Y no se crea que deliramos. El aprovechamiento de unos cuantos caudales subterráneos ha elevado en Levante la cosecha de naranja ha pocos años evaluada en 70 u 80 millones de pesetas a 400 millones.

Se ha ponderado demasiado la humedad y la periodicidad regular de lluvias características de Francia. Aquí tenemos en las calorías de nuestro sol una riqueza mayor. Y agua, sobra. ¿Qué falta, pues? Que el Estado ponga en movimiento un ejército de arquitectos e ingenieros, que capture y canalice la inmensa riqueza de agua desperdienciada, cuando no recibida como un desastre.

Y creemos que ese ejército, realmente reproductivo, y reproductivo en grado incalculable, hallará en la historia y minucioso estudio de las obras hidráulicas romanas caudales inmensos, un arsenal inagotable de provechosas enseñanzas. *Mula renascentur, quae jam cecidere.*

Nos hemos atrevido a enfocar y atraer la atención de nuestros arquitectos e ingenieros hacia estas obras históricas, porque pueden ser magnífico y sólido ejemplo y orientación de sus posibles proyectos. Hemos querido también deshacer dos tópicos aceptados generalmente como verdades incontrovertibles: la gloria hidráulica de los árabes y la penuria de agua, como causa de la improductividad de nuestro suelo.

Bien llamó Cicerón a la Historia *maestra de la vida.*

J. ALBIÑANA MOMPO.

Fig. 16. — Tubo de arcilla.



— 314 —