

# ARTIFEX

INGENIERÍA ROMANA EN ESPAÑA



MARQ

GUÍA DE VISITA



# ARTIFEX

INGENIERÍA ROMANA EN ESPAÑA





La exposición “Artifex. Ingeniería romana en España” permite acercarse a la esfera de los conocimientos técnicos e industriales de la Hispania romana, con una especial novedad en el MARQ que hará referencia a los ejemplos conservados en la provincia de Alicante.

La exposición abarca todos los aspectos de la ingeniería romana, desde la construcción de grandes obras de infraestructura hasta las artes industriales, incluyendo los saberes puramente técnicos, como mediciones del terreno y uso de aparatos e ingenios. Además de reunir piezas de valor arqueológico, expuestas con medios muy didácticos, maquetas y paneles explicativos.

Con esta muestra se pretende llenar un vacío en la divulgación de la herencia romana. En nuestros libros de texto se hace especial referencia a la herencia científica, cultural y artística del mundo romano (lengua, derecho, arquitectura, literatura, filosofía, medicina,...), mientras que se pasa por alto la Técnica (maquinaria y herramientas de construcción, saberes industriales,...), que también se legó a las generaciones futuras y que tanto ha servido para configurar nuestra realidad presente. Basta imaginar la trascendencia que tuvo la labor del artifex (artesano especializado) romano... sin calzadas, puentes o acueductos que abasteciesen las ciudades, no habría sido posible la expansión de la civilización romana por el Mediterráneo. Y sin duda nuestro mundo actual sería diferente.

Me queda agradecer la magnífica labor que el Ministerio de Fomento realiza en la producción de estas exposiciones, así como la recíproca colaboración iniciada con el CEHOPU (Centro de Estudios Históricos de Obras Públicas y Urbanismo) y el CEDEX (Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas). Destacando en la realización de esta muestra en el MARQ el patrocinio y apoyo de ASISA. Ilusionado con la respuesta del público, que la podamos disfrutar todos.

JOSÉ JOAQUÍN RIPOLL SERRANO  
PRESIDENTE DE LA DIPUTACIÓN DE ALICANTE



España formó parte del Mundo Romano durante más de quinientos años. La por entonces llamada Hispania era una de las provincias más importantes, desde un punto de vista económico y estratégico, de un imperio que se extendía por casi todo el mundo conocido. De ahí que la ingeniería romana enriqueciese nuestro suelo con numerosas obras e infraestructuras. Todavía hoy, después de más de mil quinientos años, podemos admirar algunas de ellas. Restos de sus famosas carreteras, de sus atrevidos puentes o de sus acueductos, por poner sólo algunos ejemplos, siguen causando admiración a lo largo y ancho de nuestro país. La exposición que presentamos parte, precisamente, del deseo de ahondar en el conocimiento y de poner en valor este espectacular patrimonio.

¿Cómo se construía un puente en la España Romana? ¿Cómo se abastecía de agua una de las muchas ciudades que entonces se fundaron o engrandecieron? ¿Cómo se explotaba una mina? ¿Cómo se realizaba una escultura en bronce? ¿Cómo se pescaba o cómo se teñía un tejido? A todas estas y otras muchas preguntas intenta responder, a través de un montaje sugestivo y pedagógico, la exposición Artifex. Ingeniería romana en España. Con ello se desea mostrar todos los ingenios y las técnicas que los romanos inventaron y perfeccionaron para levantar obras públicas y producir bienes para el desarrollo de la vida.

La exposición Artifex. Ingeniería Romana en España, comisariada por el maestro de historiadores de la ingeniería, Ignacio González Tascón, fallecido en 2006, no es un hito aislado. A través del CEHOPU se han organizado muestras que han tenido como objetivo difundir el patrimonio histórico de la ingeniería civil española, no siempre suficientemente conocido a pesar de su extraordinaria riqueza e importancia para nuestra historia y nuestra cultura.

Esperamos que esta guía, destinada a la divulgación general acerca al público más joven a unos temas que, sin duda, despertarán su curiosidad por el mundo de la técnica y la ingeniería.

ÁNGEL APARICIO MOURELO  
DIRECTOR GENERAL DEL CENTRO DE ESTUDIOS Y EXPERIMENTACIÓN DE OBRAS PÚBLICAS  
MINISTERIO DE FOMENTO



Si contemplásemos esta exposición sin conocer su título deduciríamos, por la variedad de temas, que tiene como cometido mostrarnos la vertiente artística de la civilización romana. Si, además, quisiéramos resumir la muestra en una frase, tendríamos probablemente alguna dificultad. Por eso, aquí, más que nunca, se hace necesario conocer el título para entender el contenido. ARTIFEX, artífice o artesano, era la persona que, tras un aprendizaje en un taller o con un veterano maestro, estaba capacitado para llevar a cabo un oficio. En esta definición cabe cualquier oficio o profesión, desde la de arquitecto hasta la de especialista en elaborar la tinta para escribir.

Es fácil hacerse una idea de la importancia que estos artífices tuvieron en el mundo romano por su contribución capital para el desarrollo de la civilización, sin embargo, la labor creativa y práctica del artifex romano nunca estuvo tan valorada como la de un orador, un filósofo o como las cualidades militares.

Confiamos en que esta magnífica exposición, cuyo contenido asombra por la modernidad de sus técnicas, sirva para dar un merecido reconocimiento a la labor de los antiguos artífices, y en concreto a los que trabajaron y vivieron en la Hispania romana.

DR. FRANCISCO IVORRA  
PRESIDENTE DE ASISA



ÍNDICE:

• INTRODUCCIÓN	Pág. 11
• I. LA CONSTRUCCIÓN: MATERIALES Y MAQUINARIA.	Pág. 12
- Los materiales	Pág. 13
- Aparejos constructivos	Pág. 16
- Revestimientos	Pág. 17
- Instrumentos de medición y nivelación	Pág. 18
- La maquinaria de construcción:máquinas de elevación y tracción	Pág. 21
- La organización de una obra	Pág. 23
• II. LAS COMUNICACIONES.	Pág. 26
- Las calzadas	Pág. 26
- Los puentes	Pág. 30
- Las instalaciones portuarias	Pág. 32
• III. LA CIUDAD Y SU EQUIPAMIENTO.	Pág. 34
- El abastecimiento de agua: los acueductos	Pág. 35
- El almacenamiento de agua: presas y cisternas	Pág. 38
- La evacuación de agua y desechos: las cloacas	Pág. 40
• IV. MINERÍA Y METALURGIA.	Pág. 42
- Las minas	Pág. 43
- La maquinaria minera: máquinas de achique	Pág. 44
- La metalurgia del bronce	Pág. 46
• V. TÉCNICAS Y ARTES INDUSTRIALES.	Pág. 48
- La producción agrícola: el aceite y el vino	Pág. 50
- La producción pesquera: el salazón y el garum	Pág. 51
- La industria de los tintes	Pág. 52
- La industria del vidrio	Pág. 53
• BIBLIOGRAFÍA	



# INTRODUCCIÓN

La palabra “*artifex*” designaba al artesano que poseía unas habilidades y conocimientos técnicos para desempeñar un oficio. Con este término genérico se incluía toda una amplia variedad de especialistas, desde arquitectos hasta carpinteros. Por esa razón, el contenido de la exposición es tan amplio, abarcando temas tan diferentes como la construcción o la fabricación de tintes.

Siguiendo el esquema general de la exposición, esta guía abarca cinco grandes bloques temáticos. La primera sección incluye todo lo relacionado con la construcción (los materiales usados, la organización, la maquinaria, las técnicas de medición,...). Los tres siguientes bloques se centran en el producto de la ingeniería romana, es decir, en la aplicación práctica de los conocimientos técnicos: la infraestructura de comunicaciones (calzadas, puentes y puertos), la infraestructura de abastecimiento y saneamiento (acueductos, presas, cisternas, alcantarillado) y la infraestructura de extracción (minas y maquinaria de achique). Finalmente, se concluye con las técnicas industriales (la producción del aceite, del vino, del vidrio y de los tintes). En cada una de las secciones, si los hallazgos arqueológicos lo permiten, se intercala un apartado (resaltado del texto general) relacionado con la provincia de Alicante.

## ¿Cómo conocemos los saberes técnicos de la ingeniería romana?

El minucioso análisis arqueológico de las obras arquitectónicas romanas que se han conservado es el punto de partida. Pero las pocas obras escritas que han pervivido son fundamentales para comprender muchos aspectos, por ejemplo el tema de la maquinaria. Son tres los autores antiguos que aportan datos sobre el mundo de la técnica romana. En primer lugar, **Vitrubio** arquitecto romano del siglo I a.C., que escribió una obra llamada “*De Architectura*”, donde expone el conocimiento teórico y práctico de la construcción. Esta obra es la más importante del mundo clásico para conocer las técnicas arquitectónicas antiguas.

Un poco más recientes son las obras de Plinio y de Frontino. **Plinio el Viejo** (siglo I d.C.) escribió una monumental obra – “*Historia Natural*” – que reunía casi todos los saberes y disciplinas de su tiempo y, por tanto, nos ofrece muchos datos sobre autores y obras del mundo griego y romano. También del siglo I d.C. es **Frontino**, importante magistrado romano que tuvo a su cargo durante un tiempo el mantenimiento y el abastecimiento de agua de la ciudad de Roma. Para su tarea realizó un detallado informe técnico sobre el estado de los acueductos, de los depósitos y canalizaciones públicas que tenía la ciudad. Esta obra se conoce con el nombre de “*De aquaeductu Urbis Romae*” y es imprescindible para el conocimiento de las obras de ingeniería hidráulica romana.

# I.LA CONSTRUCCIÓN: MATERIALES Y MAQUINARIA

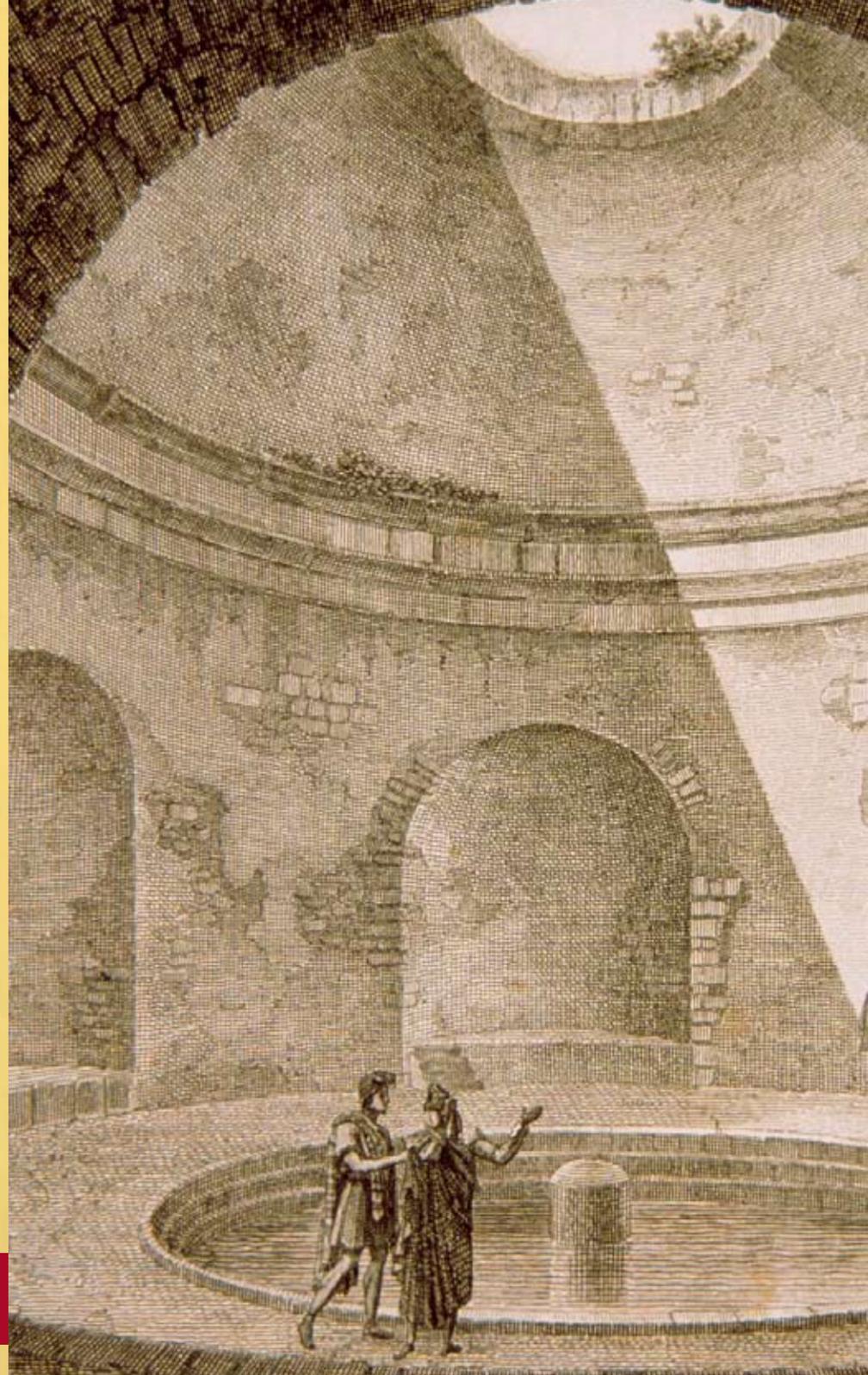
Cuando los romanos conquistaron la Península Ibérica introdujeron su cultura y su técnica. La forma de construir recibió algunos importantes avances que podemos resumir en 3 puntos:

-El **arco de sillería, la bóveda y la cúpula**. El arco no es una invención romana, pues ya existía en el antiguo Próximo Oriente, pero estos primeros eran de barro (construidos mediante encofrados) y por tanto de durabilidad limitada. La novedosa aportación romana consistió en generalizar el arco en piedra, con diferentes piezas (“dovelas”) que al encajarse simultáneamente se contrarrestaban las fuerzas y le daba una mayor estabilidad y larga permanencia. Para ello se necesitaba construir primero un armazón de madera (la cimbra) donde apoyar las dovelas de piedra hasta poder cerrarlo por su parte superior con “la clave” (pieza que contrarresta el empuje de las laterales). Así se pudieron construir puentes, arquerías de acueductos y arcos de entrada a las ciudades.

La bóveda no era más que la proyección en el espacio de muchos arcos seguidos. Los romanos fueron quienes difundieron el uso de la bóveda de cañón ya sea en piedra (con ayuda de cimbras) como en hormigón (con ayuda de encofrados). La cúpula semiesférica o de media naranja, realizada en hormigón, fue otra de las invenciones romanas.

-La introducción del **hormigón de cal** (*opus caementicium*), que permitió hacer no sólo muros más resistentes sino también cubrir anchos espacios con cúpulas y bóvedas.

-El uso generalizado del **mármol** para la arquitectura monumental pública. A partir de Augusto el mármol se fue convirtiendo en el principal material de prestigio para la construcción de edificios públicos, hasta el punto de que las canteras del mejor mármol itálico eran patrimonio del emperador. A imitación de Roma las ciudades que querían expresar su poder y riqueza lo debían materializar con obras en mármol.



## A. LOS MATERIALES

### EL MORTERO Y EL HORMIGÓN

La cal ya era conocida por griegos, fenicios y cartagineses para impermeabilizar y revestir superficies. Pero los romanos le dieron un nuevo uso: servir de material para la elaboración del hormigón. La cal se obtenía quemando en hornos especiales trozos triturados de piedra caliza. De esta forma se obtenía la cal viva que, posteriormente, a la hora de utilizarla, se mezclaba con agua y arena formando el **mortero**. Si después se añadía un componente sólido (piedra pequeña, gravas, cerámica troceada) se obtenía el **hormigón** (*opus caementicium*) considerado como una “piedra artificial” por su dureza y resistencia al paso del tiempo.

Para construir un muro de hormigón se procedía de la forma siguiente: primero se hace el mortero mezclando los ingredientes en una tina de madera llamada *mortarium* (de donde procede la palabra “mortero”). A la vez, otros operarios han montado un encofrado de tablones de madera o cañas o han hecho dos muros paralelos de sillería, mampostería o ladrillo, cuyo espacio se rellenará de hormigón, ya que éste es fluido en el momento de su elaboración y necesita una contención. Después se echa una primera capa



En Alicante, los ejemplos de empleo del hormigón se dan sobre todo en las construcciones hidráulicas: cisternas, grandes balsas y canales. Sin embargo, también se constata como material para muros de aterramiento en *Lucentum* o para grandes cimentaciones como el caso de las termas occidentales de *Ilici*.

de poco espesor de áridos (*caementum*) en el interior del encofrado. A continuación se vertía el mortero hasta cubrir y rellenar la capa de *caementum*. Se deja fraguar y se repite la operación hasta rellenar en altura todo el encofrado.



- Recreación de la construcción de una cisterna de Lucentum mediante un encofrado de cañas y relleno de hormigón.

Como el endurecimiento del hormigón se produce por el contacto con el aire, esto descartaba, en principio, la posibilidad de que se pudiera utilizar para obras bajo el agua, como las cimentaciones de un puente o de un muelle portuario. Pero los romanos inventaron otro tipo de hormigón que fraguaba bajo el agua: el **hormigón hidráulico**, que se obtenía al sustituir la arena del mortero por ceniza volcánica (puzolana).

Mortero= cal + agua + arena

Hormigón = cal + agua + arena + áridos (piedra pequeña, gravas)

## EL ADOBE Y EL LADRILLO.

La arcilla, tan económica y fácil de obtener, podía adoptar dos formas:

- el **adobe**, simple barro mezclado con paja y arena gruesa y dejado secar al aire.
- el **ladrillo**, arcilla cocida en el horno.

La arcilla cocida adoptaba diversas formas:

- ladrillos cuadrados, para la construcción de muros y pavimentos. Los había de diversos tamaños, todos basados en una unidad estándar: el “pie romano” (aproximadamente unos 30 cm.). El formato más grande y uno de los más usados era el *bipedalis* (60 x 60 cm), equivalente a 2 pies. En los momentos en que se llegaron a producir en cantidades industriales solían llevar impresos unas marcas de fábrica, que han resultado ser una magnífica fuente de datación de los monumentos que los contienen.
- ladrillos redondos, muy utilizados para sostener, a modo de pilares, el suelo de las salas caldeadas de las termas, por debajo de las cuales fluía el aire caliente (*hipocaustum*).
- tejas, tanto planas (*tegulae*) como curvas (*imbrices*). Las tejas curvas tapaban la ranura entre dos tejas planas, tal y como hoy las seguimos usando.



• Ladrillo circular. MARQ



• Tejas curvas ( *imbrices* ).MARQ



• Ladrillo con marca. MARQ

El ladrillo en las construcciones romanas alicantinas se restringe a algunas partes de edificios concretos, por ejemplo, las cámaras de aire caliente (*hipocaustum*) de las termas. También para las cubiertas se utilizó la combinación de los dos tipos de teja, las *tegulae* planas y los *imbrices* curvos. La única cubierta perfectamente documentada en Alicante es la de la villa de Canyada Joana ( Crevillente ), que contaba con un tejado construido únicamente con *imbrices* muy pesados. Pero la mayoría de las viviendas sencillas seguirían siendo cubiertas con techos planos o poco inclinados de barro o argamasa, siguiendo la tradición de época ibérica. En el alfar de L'Almadrava (Setla-Mirarosa-Miraflor) se ha documentado la fabricación de *tegulae*, *imbrices* y ladrillos de diferentes formas (rectangulares, cuadrados, circulares). El adobe, característico de época ibera, se siguió utilizando aquí en época romana. Los mejores ejemplos son la muralla y torres romanas de *Lucentum e Ilici*, en donde el cuerpo superior está levantado con adobes.



• Moldura de marmol. MARQ

LA PIEDRA Y EL MÁRMOL.

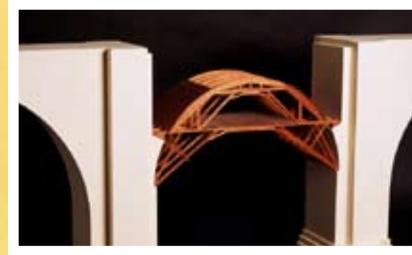
La piedra muchas veces era utilizada solamente para formar las caras externas del muro, mientras que el interior se rellenaba de hormigón. La piedra se extraía de los lugares más próximos a la obra para reducir el coste del transporte. Si la piedra es blanda (yesos, areniscas) se cortaba con sierras en forma de bloques, pero si se trataba de canteras de piedra dura (calizas, granitos) se usaban cuñas de madera que al empaparse de agua realizaban suficiente presión para desgajar el bloque de la base. De todas las clases de piedra, el mármol era el material más estimado y costoso y se utilizaba principalmente en obras públicas monumentales.



En Alicante, los romanos utilizaron la piedra local (areniscas y calizas) para sus construcciones. Poco sabemos de las canteras, ya que falta un estudio detallado de la procedencia del material pétreo utilizado en cada una de las zonas de nuestro territorio. Pero los trabajos particulares afirman que la piedra utilizada es normalmente la que se halla en el entorno inmediato de la obra.



• Losa de marmol importado. MARQ



• Maqueta de la cimentación de un puente con la cimbra de madera

LA MADERA.

Se empleaba especialmente para las techumbres (*materiatio*) de salas rectangulares no muy anchas en templos, viviendas y edificios públicos. Pero el uso de la madera se convirtió en algo imprescindible para la arquitectura romana ya que con ella se realizaban las cimbras que ayudaban al levantamiento de un arco o de una bóveda. Estas cimbras eran verdaderas obras de precisión porque requerían un ensamblaje perfecto y reversible (las cimbras de un arco servía para otro dentro de la misma obra, como por ejemplo en la construcción de un acueducto).



• Vidrio de una ventana. MARQ

EL VIDRIO Y EL LAPIS SPECULARIS.

Eran materiales para los acabados: cerraban ventanas y aberturas. Se podía usar el vidrio (*vitrum*), elaborado artificialmente en horno, o el *lapis specularis* o yeso espejuelo, que era un elemento natural que se obtenía de su extracción en minas subterráneas. El *lapis* era fácil de trabajar porque se exfoliaba en láminas y era perfecto para los cerramientos de las termas, ya que además de dejar pasar la luz por su transparencia era muy resistente al frío y al calor. El *lapis* de mejor calidad era el de *Segobriga* (provincia de Cuenca), que debidamente embalado en grandes bloques se transportaba a *Carthago Nova* y de allí a Roma, donde se exfoliaba en finas láminas para comercializarlo.

## B. APAREJOS CONSTRUCTIVOS



**OPUS QUADRATUM**  
Sillería de piedra bien escuadrada.



**OPUS INCERTUM**  
Mampostería tosca de piedra de diferentes tamaños y sin labrar y donde no aprecian las hiladas.



**OPUS AFRICANUM**  
Sillares bien escuadrados combinados a tramos regulares con grandes bloques de piedra.



**OPUS VITATUM**  
Mampuestos regulares manteniendo las hiladas horizontales.



En cuanto a los aparejos, el más frecuente es el *opus incertum*, utilizado en numerosos edificios tanto públicos como privados. Menos frecuentes son el *opus vitatum* y el *opus africanum*, presentes sobre todo en *Lucentum* e *Ilici*. Pocos ejemplos nos han quedado del *opus quadratum*, cuyo ejemplo más importante es la torre funeraria de San José, en Villajoyosa. También las torres de las murallas republicanas de *Lucentum* se hicieron con sillares pero en este caso reaprovechados de construcciones anteriores.



• Torre de San José ( Villajoyosa)



**OPUS RETICULATUM**  
Paramento de pequeños prismas de piedra de base cuadrada que forman una retícula inclinada (45° con la horizontal).



**OPUS CAEMENTICIUM**  
Obra realizada en hormigón.

## C. REVESTIMIENTOS



**OPUS MIXTUM**  
Combinación de hiladas de sillares de piedra con hiladas de ladrillo.



**OPUS LATERICIUM**  
Obra hecha con adobes o lateres.



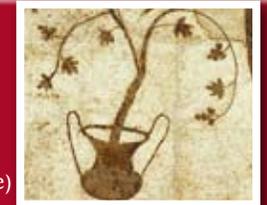
**OPUS TESTACEUM**  
Obra a base de ladrillos.



**OPUS SILICEUM**  
Formado por bloques ciclópeos (sin escuadrar y sin mortero).

En la provincia de Alicante hay ejemplos diversos de lujosos revestimientos en edificios públicos y privados. Conservamos desde mosaicos de teselas, ya sean figurados como geométricos y tanto policromos como en blanco y negro (*Ilici* y villas de los Baños de la Reina de Calpe, de Algorós en Elche y de Villajoyosa), hasta mosaicos en *opus sectile*, incluyendo también una variedad más antigua en *opus signinum* (*Ilici*, *Lucentum*). Excepcionalmente, en un templo de *Lucentum* también se ha constatado recubrimiento de mármol en paredes. Algunos de los mármoles de diversos colores procedían de lugares como Turquía, Norte de Africa o Italia.

• Mosaico de Baños de la Reina ( Calpe, Alicante)



**OPUS SIGNINUM**  
Consistente en un tipo de hormigón que sustituye las gravas por el polvo de ladrillo. Se usaba para impermeabilizar cisternas o depósitos.



**OPUS SPICATUM**  
Revestimiento a base de ladrillos dispuestos en forma de “espiga”.



**OPUS SECTILE**  
Mosaico hecho con placas de mármol de diferentes colores

**OPUS MUSIVARIUM (mosaico)**



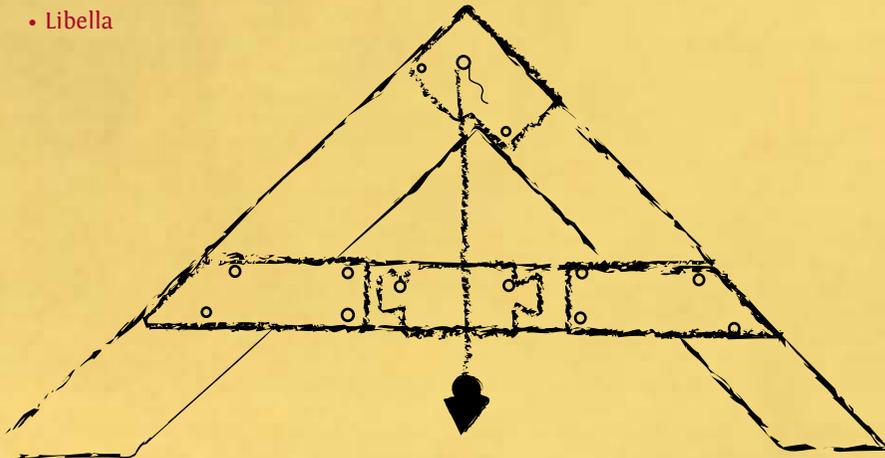
**OPUS TESSELLATUM**  
Mosaico hecho con pequeñas teselas prismáticas de piedra o vidrio

## D. INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN Y NIVELACIÓN

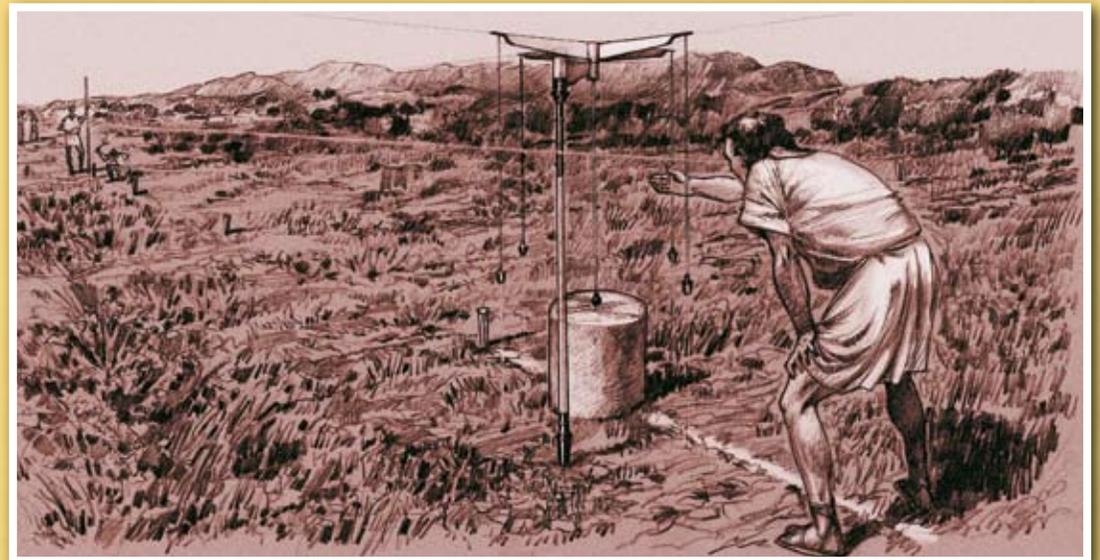
A la hora de realizar cualquier actividad constructiva de cierta entidad era necesario centrarse previamente en la nivelación del terreno. Para ello los ingenieros romanos diseñaron una serie de aparatos de diferente precisión que cumplían con este cometido.

**LIBELLA.** Era un sencillo instrumento para nivelaciones de poca longitud. Se componía de 3 piezas de madera en forma de "A", es decir, dos unidas en un vértice a la manera de un compás abierto y un travesaño horizontal graduado. Al apoyar las dos patas sobre la superficie que hay que nivelar, una plomada que colgaba del vértice marcaba en el travesaño graduado el desnivel existente. El problema de este instrumento, además del poco espacio que abarca, es que en momentos de viento no se puede utilizar la plomada.

• Libella



**GROMA.** No era un instrumento para nivelar sino para trazar líneas rectas con gran precisión, permitiendo plasmar retículas ortogonales sobre el terreno. Se componía de un asta vertical con 4 brazos en lo alto (formando 2 cruces atravesadas) y plomadas en cada extremo de ellos. Prolongando cada uno de los brazos con cuerdas y estacas se podía parcelar el terreno con cuadrados exactos. Gracias al trabajo preciso de los *agrimensores* o *gromatici* (topógrafos) se pudo establecer la centuriación o parcelación del terreno destinado a repartir entre los colonos y soldados veteranos licenciados y a organizar la retícula urbana de una ciudad de nueva planta. La unidad de longitud básica era el pie romano y el *actus*=120 pies, equivalente a 36 m. La centuria o parcela cuadrada se componía de 20 *actus* de lado (unos 720 m).

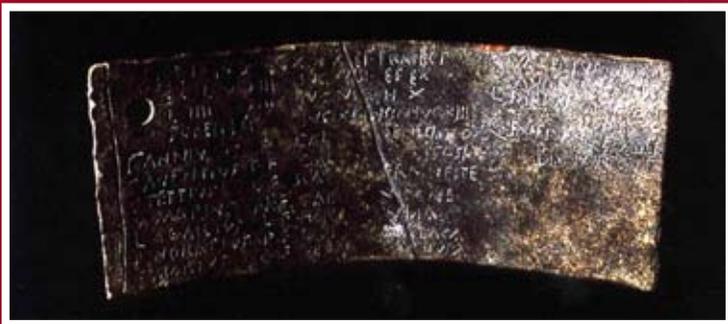


• Parcelación con groma

Vista aérea del Campo de Elche, donde se aprecia, en trazo negro, los vestigios conservados de la antigua centuriación romana.

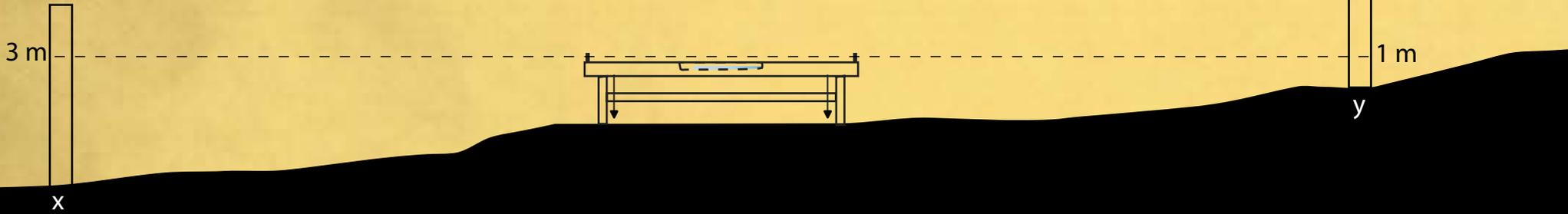


Relacionado con el uso de la groma y el trabajo de los *gromatici*, tenemos en la provincia un caso especial, el de la centuriación de *Ilici*. En el Campo de Elche se conservan, fosilizados en el terreno, restos de la centuriación romana que se realizó a finales del siglo I a.C. La centuriación es un sistema de parcelación de la tierra, basada en unidades cuadradas (de más de 700 m. de lado) llamadas “centurias”, que se repartían a los colonos. Los límites de las centurias persisten actualmente en veredas, sendas y acequias. Se calcula que la extensión de la centuriación de *Ilici*, alcanzaría las 11.340 ha, equivalente a 225 centurias. Como un testimonio de este reparto ha quedado una placa de bronce hallada en La Alcudia que refleja la entrega de parcelas a colonos de diversa procedencia: de Andalucía (Bética), de las islas Baleares, de Italia y del norte de Africa.



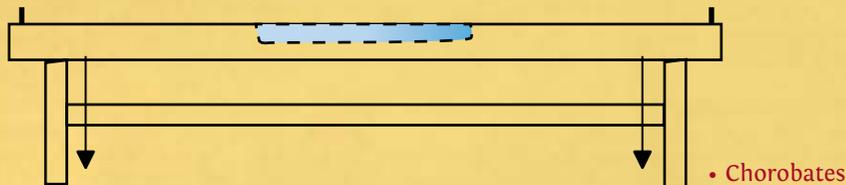
Placa de Bronce de *Ilici* con la distribución de tierras a colonos. Finales del Siglo I a.C. Museo Monográfico de La Alcudia ( Elche )

La Alcudia ( *Ilici* )

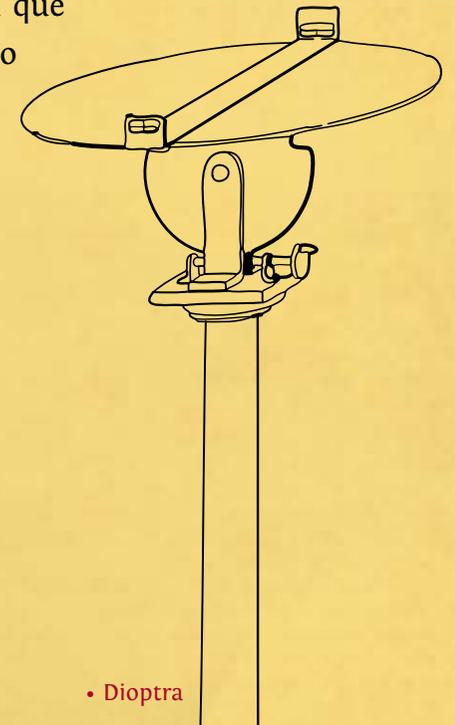


Se quiere aterrizar el terreno comprendido entre los puntos “x” e “y”. Para saber el desnivel que hay entre estos dos puntos se coloca entre ambos un *chorobates* bien nivelado con la ayuda del canal de agua y de las plomadas. A continuación, se averigua la cota a que se halla el punto “y”, con ayuda del jalón numerado, que es de 1 m. Después se realiza la misma medición con el punto “x”, que marca 3 m. Estas dos medidas se restan  $(x - y): 3 - 1 = 2$  m. La diferencia de desnivel entre los dos puntos es de 2 m. Por tanto, para allanar el terreno se sabría que hay que excavar hasta una cota de 2 metros de profundidad desde el punto “y”. Se realizaría la misma operación si se estuviese llevando a cabo la construcción de un acueducto: si en el punto “y” el pilar de un arco es de 1 m de altura, en el punto “x” tendría que tener una altura de 3 metros (o un poco menos) para que la conducción de agua fluya sin altibajos.

**CHOROBATES.** Se componía de una tabla de madera de casi 6 metros de largo apoyada sobre 4 patas, con plomadas en los extremos y un nivel de agua formado por una ranura o canal donde reposaba el agua. En sus dos extremos había un punto de mira que ayudaba a prolongar con la vista una línea horizontal. Cuando el agua se estabilizaba en posición completamente horizontal, se podía decir que el chorobates estaba bien nivelado y con ayuda de jalones graduados se podía tomar cotas de profundidad para salvar desniveles. Aunque por su tamaño fuese un instrumento de poca movilidad, permitía mediciones muy exactas.



**DIOPTRA.** Era un tipo de groma pero más compleja y de mayor precisión, ya que se componía de un disco graduado colocado horizontalmente (mediante un nivel de agua) y con 2 puntos de alineamiento. Es el antecesor del actual teodolito.



## E. LA MAQUINARIA DE CONSTRUCCIÓN: MAQUINA DE ELEVACIÓN Y TRACCIÓN.

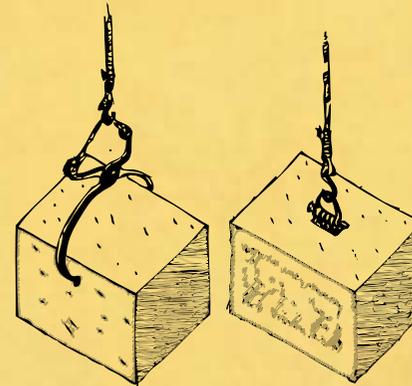
-**Los tornos.** Son máquinas rotatorias para mover pesos relativamente grandes. Según la posición del eje, tenemos dos tipos: la *sucula*, rodillo de madera de eje horizontal que se accionaba con una palanca (los romanos desconocían el uso de la manivela) y servía para alzar pesos de hasta 200 kg. ; y la *ergata*, torno de rodillo vertical movido por unas barras o palancas en la parte alta de la máquina.

-**Las grúas.** Son ingenios de gran tamaño para elevar mayores pesos. Su mecanismo es sencillo: combina una polea (o un sistema de poleas) con 2 puntos de apoyo. Se le conocía como *rechamus* o *capra* y se componía de 2 largas vigas o troncos de madera unidos por su extremo superior y colocadas con una cierta inclinación. En lo alto se colocaba una polea y la cuerda se recogía con un torno. Pero si el peso era muy elevado se multiplicaban el número de poleas (dos, tres, cinco) unidas en un aparejo y se usaba una rueda de gran diámetro (*maius tympanum*) movida por hombres caminando en su interior y por operarios que tiran desde el exterior.



• Maqueta de un *rechamus*

### • Dispositivos de sujeción



• tenaza

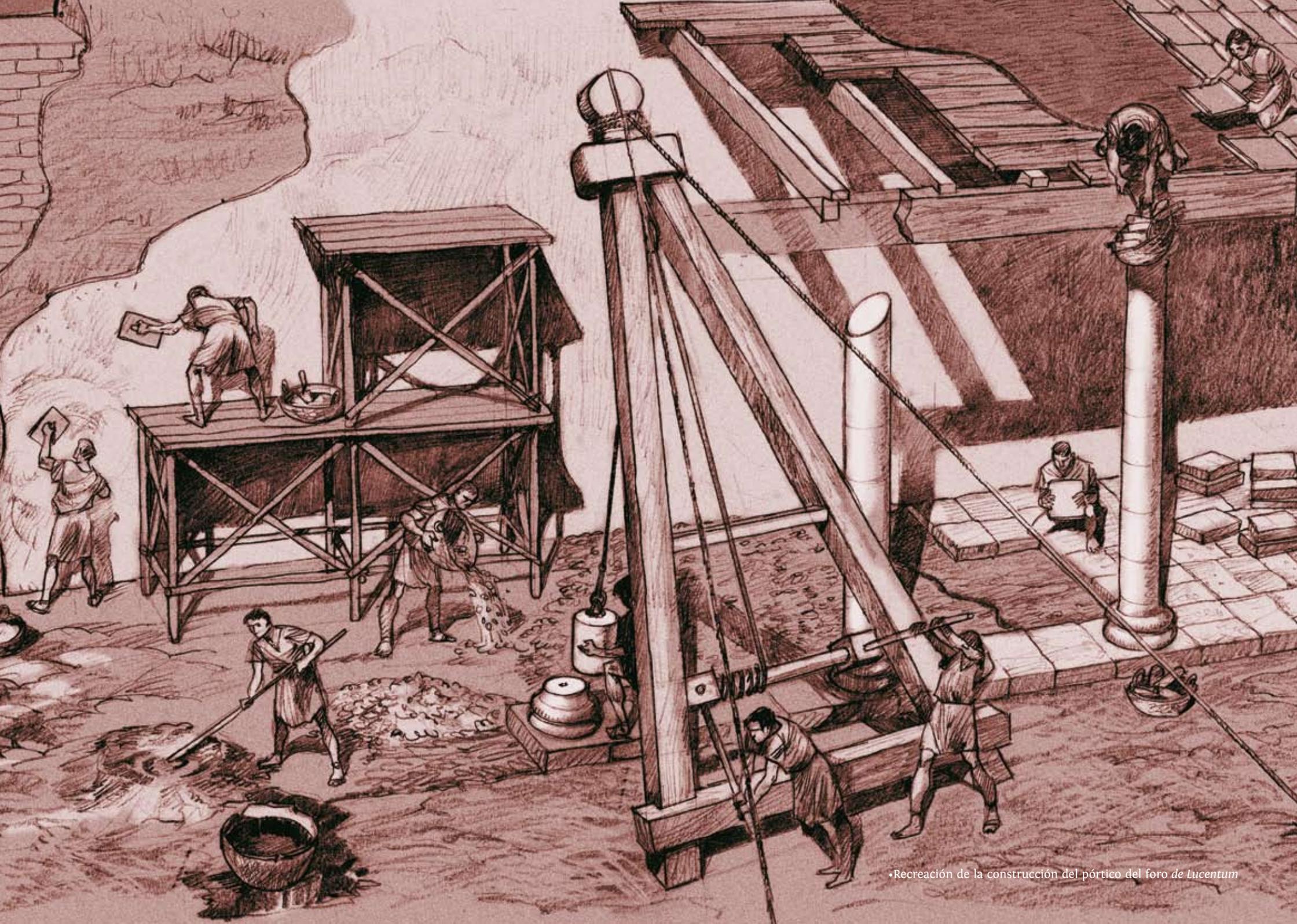
• lupa

Para alzar los bloques de piedra eran necesarios un buen sistema de agarre del peso.

-**La holivela o lupa** (=loba): formada por tres piezas de hierro (una central y dos cuñas laterales) unidas por un pasador, que se introducen a presión en un hueco previamente tallado en la cara superior de la piedra que hay que levantar. Cuando el sillar

se ha colocado en su sitio se quita el pasador y se sacan las tres piezas. El inconveniente es que dejaba un hueco en la piedra que con el tiempo podía convertirse en un punto de fisura.

-**La tenaza o pinza:** mecanismo más sencillo pero muy eficaz, ya que consistía en un dispositivo de tijera (dos barras de hierro cruzadas) que aprisiona la piedra, y sólo se requería dos simples muescas en dos caras opuestas del bloque.



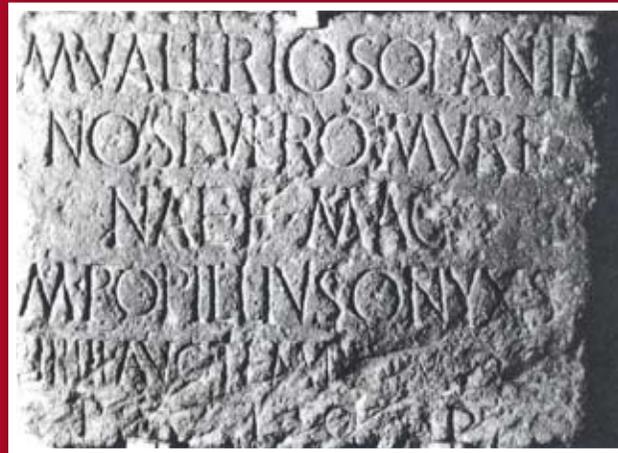
•Recreación de la construcción del pórtico del foro de Lucentum

## E. LA ORGANIZACIÓN DE UNA OBRA.

Una obra pública romana podía ser llevada a cabo tanto por mandato del estado romano (o a través de sus gobernadores provinciales) como por la iniciativa privada de un acaudalado local, normalmente con finalidad política. Por esta razón, el constructor o arquitecto permanecía en el anonimato ya que se le consideraba el simple ejecutor de un encargo.

Muchas eran las personas que intervenían directa o indirectamente en un gran proyecto constructivo. El trabajo estaba especializado por oficios, por ello encontramos en las fuentes una gran cantidad de términos para designar a diferentes especialistas (algunas veces dos designaciones distintas son sinónimas). En el organigrama de las páginas siguientes se puede ver la variedad de funciones.

 Un ejemplo concreto en Alicante de construcción financiada por un particular es el caso de el lucentino Marco Popilio Onyx, que en la mitad del siglo I d.C. financió con su dinero (*“de sua pecunia”*) un templo y la ampliación de unas termas. Posteriormente, en el siglo II d.C., otra inscripción hallada en *Lucentum* informa que el senado municipal ordena la reparación del templo de Juno (no sabemos si se trata del mismo templo que financió Popilio) cuyos gastos corren a cargo de las arcas municipales.

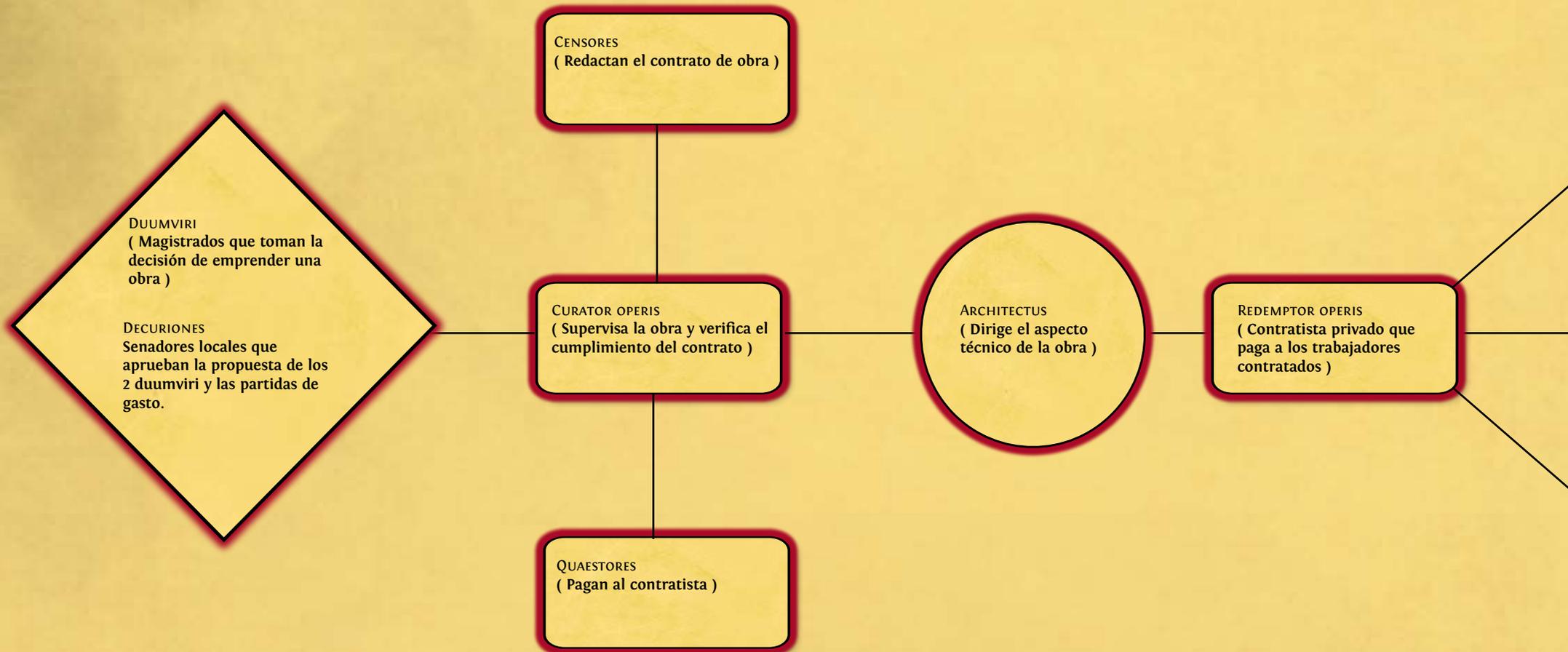


• Inscripción honorífica hallada en el entorno de *Lucentum* (1ª mitad del siglo I d. C.). Museo de Bellas Artes San Pío V . ( Valencia)

M(arco) · VALERIO · SOLANIA  
NO · SEVERO · MVRE  
NAE · F(ilio) · MAG(istro)  
M(arcus) · POPILLIVS · ONYXS  
IIIIII (vir) · AVG(ustalis) · TEMPLVM · D(e) · S(ua)  
P(ecunia) · D(edit) · I(dem)Q(ue) · P(robavit)

Traducción:

*Marcus Popillius Onyx, sevir augustal, construyó a su costa y aprobó este templo, siendo magister Marcus Valerius Solanianus Severus, hijo de Murena.*



## ORGANIGRAMA DE LA CONSTRUCCIÓN DE VNA OBRA

INSTITORES  
( Agentes encargados del transporte de materiales y herramientas )

TRANSPORTE

- NAVICULARII (transportan materiales por vía fluvial o marítima)
- VECTURARII (transportan materiales por vía terrestre)

PRAEPOSITI O PRAEFECTI  
FABRORUM  
( Capataces )

CONSTRUCCIÓN

TOPOGRAFÍA

- AGRIMENSORES O LIBRADORES O GROMATICI (miden y nivelan los terrenos)

MAQUINARIA Y UTILLAJE

- FERRARII (producen y reparan herramientas de hierro)
- PRISTAE (cortan y ensamblan las piezas de madera de las cimbras)
- TIGNARII (construyen encofrados, andamiajes, cimbras y maquinaria de madera)
- MECHANICI O MACHINADORES (diseñan y construyen grúas y otras máquinas)

EDIFICACIÓN

- MACIONES (albañiles en general)
- STRUCTORES PARIETARII (levantan muros de mampostería y de ladrillo)
- PLUMBARII (fabrican tuberías de plomo, hacen soldaduras e instalan llaves de paso del agua)
- SILICARII (construyen los pavimentos)

DECORACIÓN Y ACABADOS

- TECTORES (impermeabilizan los depósitos y canales con *opus signinum*)
- TESSELLARII (realizan los mosaicos)
- DEALBATORES (revocan las paredes)
- PICTORES (pintan las paredes, con o sin escenas)
- GYPSARII (realizan molduras y cornisas de yeso)
- LAPICIDAE (graban inscripciones y textos honoríficos en la piedra)
- MARMORARII (tallan pedestales, molduras y cornisas de mármol)
- STATUARII (hacen estatuas)

SUMINISTRO DE MATERIALES

PIEDRA

METALLARII (extraen la piedra de las canteras)  
LAPIDARII (labran los sillares y dovelas de piedra)  
SERRARII (cortan las piedras blandas, como el *lapis specularis*)

CERÁMICA

FIGULII (trabajan el barro)  
LATERARII (fabrican ladrillos)

CAL

CALCIS COCTORES (preparan la cal y el mortero)

MADERA

LIGNARII (talan los árboles y proporcionan la madera)

BRONCE

AERARII (funden el bronce)

## II.LAS COMUNICACIONES

### LAS CALZADAS.

Para controlar un inmenso territorio desplazando ejércitos y para permitir el desarrollo económico facilitando el comercio, los romanos desarrollaron una densa red de carreteras, conocidas como calzadas. No se trataba solamente de un camino bien pavimentado sino también de un trazado que proporcionaba información al viajero sobre las distancia entre las poblaciones más importantes. Esto era posible gracias a los **miliarios** o columnas de piedra de entre 2 y 4 m de altura que se situaban a un lado de la calzada cada 1'5 km aproximadamente, el equivalente a una milla o "mil pasos" romanos (de donde deriva la palabra "miliario"). En ellos se grababa la distancia que había entre el miliario y el punto de origen de la vía. También solía tener inscritos el nombre del emperador que mandó trazar o reconstruir la vía, con lo que son documentos de gran importancia para datar las calzadas. Además de los miliarios, existían también a lo largo de los caminos lápidas con información sobre la construcción y reparación de calzadas y puentes, colocados en lugares visibles para los transeúntes.

Existían 3 clases de vías:

1-las calzadas públicas o militares, construidas con dinero público y atravesando territorios de propiedad estatal. Eran las vías más grandes conectadas con Roma y de acceso libre para cualquier transeúnte.

2-Las calzadas privadas, eran vías secundarias construidas y mantenidas por los latifundistas locales y podían incluir determinados derechos de paso.

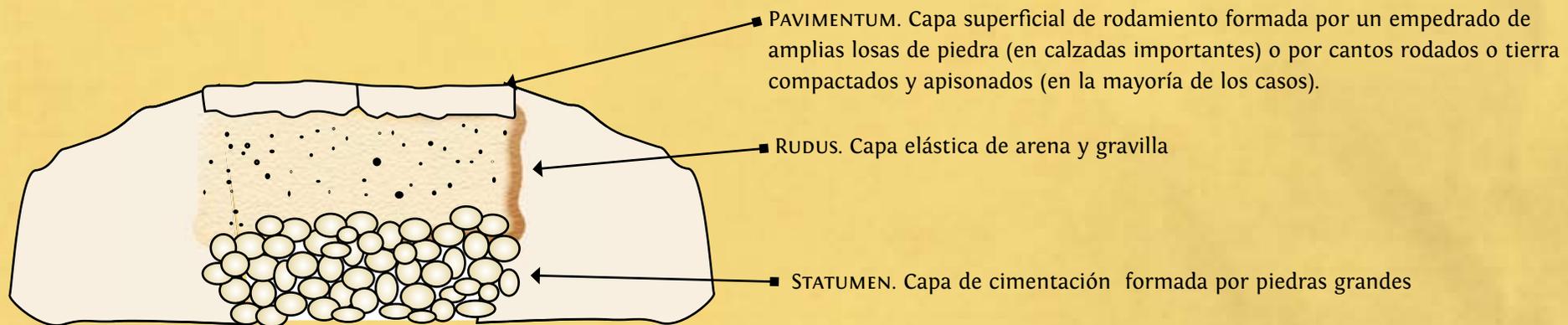
3-Las vías vecinales, eran caminos rurales que unían los núcleos de población con las villas de su entorno.

La construcción de una calzada era algo más complejo de lo que a simple vista pueda parecer. Primero implicaba un riguroso estudio topográfico para buscar el mejor terreno. Después había que hacer un costoso trabajo de cimentación: se excavaba el terreno hasta llegar a una superficie sólida y sobre ésta se vertía diferentes capas de piedras, gravas y arenas (*statumen, rudus, pavimentum*) hasta alcanzar la superficie y se dotaba a la obra de zanjas laterales de desagüe para evacuar el agua de lluvia. En su construcción se movilizaba a los legionarios del ejército más próximo, aunque también participaban los locales con prestaciones de trabajo o con aportes de dinero. Se ha calculado que el coste de una milla de calzada en el año 100 d.C. sería aproximadamente unos 100.000 sextercios.



EL HODÓMETRO.

Mecanismo transmitido por Vitrubio en su libro "De Architectura" (X, 9). Se trata de un dispositivo para contar distancias que se acoplaba a un carro. Éste estaba diseñado cuidadosamente para que el perímetro de sus ruedas al dar 400 vueltas contabilizasen 1 milla romana (1.478'50 m). Gracias a un mecanismo de ruedas con dientes, a cada milla recorrida caía un pequeño guijarro en un cuenco metálico. De esta forma contando los guijarros se podía conocer el número de millas recorridas.



La Península Ibérica se surcó de una malla de calzadas que comunicaban todos los lugares importantes entre sí. A finales del s. III d.c. Hispania disponía de una red viaria de más de 10.000 km de recorrido.

La principal y más antigua calzada romana en Hispania era la *Via Augusta*, que unía *Gades* (Cádiz) con Roma, una distancia total de 1.845 millas romanas (2.732,45 km). Su trazado era anterior a la llegada de los romanos, ya que seguía la mi-

lenaria *Via Heraclea*. Por los documentos antiguos sabemos que el trayecto de *Gades* a Roma se podía cubrir en poco más de 100 días de viaje (unos tres meses y medio) recorriendo diariamente una media de unos 25 km. En su recorrido por Hispania (desde Cádiz hasta La Junquera) atravesaba 45 *mansiones*.



Milario de Pilar de la Horadada . Museo Arqueológico - Etnológico "Gratiniano Baches ". ( Pilar de la Horadada )

La *Via Augusta* surcaba la provincia de Alicante de norte a sur, bifurcándose entre Almansa y Villena. Un ramal circulaba por el corredor del Vinalopó y pasaba por la ciudad de *Ilici* (Elche), desde donde enlazaba con *Carthago Nova* (Cartagena). Por la costa existió otro camino secundario que unía *Dianium* con la ciudad romana de Villajoyosa (quizás *Alonis*) y *Lucentum*. Entre las ciudades había estaciones (*mansiones*) que podían ser hostales de carretera, postas o villas. En Alicante conocemos las de *Ad Ello* (Elda), *Aspis* (entre Monforte del Cid y Aspe) y *Thiar* (Pilar de la Horadada). También se han encontrado dos miliarios, uno en Pilar de la Horadada y otro en Petrer.



Tramo de la *Via Augusta* a su paso por Villena.

El ejemplo mejor conocido de calzada en la provincia de Alicante corresponde a un tramo de la *Via Augusta* en Villena, recientemente excavado. Su estructura constructiva es la siguiente: en una superficie ligeramente inclinada se levantó un muro de contención en el lado inferior (*umbo*) y se aportó un relleno de tierra y piedras (*rudus*) sobre el terreno natural, hasta conseguir una superficie horizontal de 5'80 metros de anchura, sobre la que debía estar la superficie de circulación, que debido al uso del camino durante siglos y su falta de mantenimiento, se ha desgastado hasta desaparecer, por lo que no podemos conocer su aspecto original.



• Puente romano de Alcántara (Cáceres)

## LOS PUENTES.

Junto con los acueductos, los puentes quizás sean una de las obras romanas que más nos maravillan por haber pervivido en uso hasta nuestros días. La principal dificultad en la construcción de un puente no era el levantamiento de los arcos sino la cimentación de las pilas (pilares) en el lecho del río. Cuando el fondo era fangoso se requería actuaciones de gran envergadura: en el lugar donde se iba a levantar un pilar se construía un recinto de troncos de madera de aliso (que resiste mejor la putrefacción) hincados en el fondo del río. Este cercado se componía de un doble vallado de estacas que se rellenaba de arcilla para mejorar su impermeabilidad. Una vez creado este espacio cerrado en mitad del cauce del río, se extraía el agua de su interior mediante máquinas de achique. Finalmente se retiraban los fangos del fondo, se cimentaba con hormigón y se revestía con sillares de piedra.

A las pilas se les dotaba de tajamares, es decir, de caras frontales redondeadas o apuntadas para que cortasen el agua de la corriente fluvial y la desviasen con igualdad por ambos lados del pilar. Una vez realizadas las pilas se levantaban los arcos de piedra ayudándose de una enorme cimbra de madera que se apoyaba entre dos pilas ya construidas.



• Maqueta de la cimentación de un puente



• Puente romano de Mérida

Los dos ejemplos más representativos de puentes romanos en Hispania son el de Mérida y el de Alcántara.

El de Mérida, sobre el río Guadiana, es un buen ejemplo de puente de época republicana: de aspecto bajo y robusto, con arcos más pequeños (menos de 10 m de diámetro) y dotado de unos archi-

llos de aligeramiento abiertos entre dos arcos para permitir el paso del agua en el caso de fuertes crecidas del río y mejorar así la resistencia de la obra.

El de Alcántara (Cáceres), sobre el río Tajo, es el mejor puente de época imperial. Resulta más esbelto, tiene pocos arcos pero la amplitud de ellos es mayor (unos 30 m de longitud) y es mucho más alto, para así hacer frente a las grandes avenidas. Tiene además una particularidad excepcional (porque los ingenieros romanos nunca firmaban sus obras): la inscripción que menciona al constructor del puente, un arquitecto llamado Cayo Julio Lácer, que vivió en época del emperador Trajano.

 El único vestigio de puente romano conservado en la provincia de Alicante se encuentra en el término municipal de Denia, sobre el río Gorgos (en un punto donde el río se estrecha). Los únicos restos del puente corresponden a las cimentaciones (en *opus caementicium*) y a sillares desplazados (alguno moldurado). El puente estaría formado por uno o dos arcos. Muy probablemente formaba parte de la vía secundaria que uniría *Danium* con las ciudades romanas de Villajoyosa y *Lucentum*. Se data probablemente entre finales del siglo I y principios del siglo II d.C.



• Restos del puente romano de Denia

## LAS INSTALACIONES PORTUARIAS.

Los puertos eran fundamentales en el desarrollo de la civilización romana ya que permitía el desplazamiento por mar de mercancías y personas y daban cobijo a la flota de guerra. Existe un par de palabras latinas que designan dos diferentes tipos de puertos: el *statio*, puerto natural al abrigo del mar abierto, y el *portus*, que era el puerto artificial que requería importantes obras de ingeniería y un estudio meticuloso de su ubicación (se tenía en cuenta los vientos dominantes, la intensidad del oleaje y la profundidad y características del fondo marino).

Hispania, rodeada de mar por todos sus lados, disponía de importantes puertos como el de *Gades* (Cádiz), *Tarraco* (Tarragona) o *Carthago Nova* (Cartagena). Excepcionalmente, ha llegado hasta nosotros el dique de



• Dique romano de Ampurias ( Gerona )

Ampurias (Gerona), del que se conservan aún 80 metros. Pero no sólo existían los puertos costeros sino también los fluviales, como el de *Caesaraugusta* (Zaragoza), *Corduba* (Córdoba) o *Hispalis* (Sevilla), que conectaban dichas ciudades – a través del Ebro y el Guadalquivir – con el mar.

Una infraestructura portuaria completa se compondría de:

- **el muelle.** La construcción de un muelle requería el mismo sistema que el empleado en la cimentación de los puentes : unos cercados de madera – de los que se desaloja el agua interior con máquinas de achique – para cimentar en seco los pilares de unas bóvedas. Con estas bóvedas se reducía la zona de exposición al oleaje y se repartían mejor las fuerzas. De esta forma el muelle visto desde el mar adoptaba un aspecto de una potente arcada.

- **el dique.** En el caso de la edificación de un dique rompeolas para el abrigo de los barcos, las labores eran más difíciles y peligrosas ya que la obra se adentra en el mar. La primera operación era la de llevar a cabo un reconocimiento del fondo marino. Para ello, desde barcas de poco calado se sumergía un *catapirates* o escandallo, que era una sonda de plomo cuya parte inferior formaba una concavidad que se rellenaba de sebo para que al tocar el fondo marino quedasen adheridas partículas del mismo y



tener así una idea del tipo de lecho marino. Posteriormente, el método consistía en verter hormigón hidráulico en el fondo del mar dejándolo caer en el interior de cajones o encofrados de madera. Cuando se superaba el nivel del mar el dique se continuaba en altura con hormigón convencional.

- **el faro.** Esta obra, asociada también a la arquitectura portuaria, asumía la forma de una torre, cuya finalidad era la de ser un punto de referencia para los navegantes, especialmente en costas llanas donde era difícil divisar un puerto desde mar adentro. Aunque fueron muchos los faros construidos son, en cambio, pocos los que se conservaron. Uno de los mejores ejemplos de faros de todo el mundo romano es la Torre de Hércules, que orientaba a los barcos que se acercaban al puerto de *Flavium Brigantium* (La Coruña). Aún sigue en uso y comparte – junto con el puente de Alcántara – la rara excepción de poseer una inscripción que cita el nombre de su constructor: el lusitano *Cayo Servio Lupo*.



• Maqueta en sección de la Torre de Hércules ( La Coruña )



• Embarcadero de la Albufereta de Alicante

Aunque las principales ciudades romanas de la provincia de Alicante son costeras (incluso considerando a *Ilici*, con su puerto en el *Portus Ilicitanus*) y con casi toda seguridad estaban provistas de instalaciones portuarias, sólo se han encontrado pocos restos de ellas: algunos almacenes portuarios de *Dianium*, hallados bajo una calle de la ciudad moderna de Denia, y el embarcadero de *Lucentum*, encontrado hace pocos años en la orilla izquierda de la Albufereta de Alicante, a pocos metros de la playa. Se trata de un muro de 48 m. de longitud y de aproximadamente un metro de altura, realizado a base de bloques de piedra cuadrangulares. Era una modesta instalación portuaria para barcos de poco calado. Se construyó a inicios del siglo I d.C. y dejó de tener uso en el siglo III d.C.

### III. LA CIUDAD Y SU EQUIPAMIENTO.

La civilización romana tenía su punto de referencia en las ciudades. Éstas eran los lugares desde donde se gobernaba el territorio y las poblaciones de las zonas rurales dependían de ellas. Por ello, las ciudades romanas estaban equipadas con todo tipo de edificios públicos (foro, templos, basílica, curia, termas, edificios para espectáculos,...).

En el siglo I d.C., según nos transmite Plinio el Viejo, Hispania (la suma de España y Portugal) tenía unas 400 ciudades, muchas de nueva planta. Para fundar una ciudad se buscaba cuidadosamente un emplazamiento idóneo: elevado, aireado, bien orientado con respecto a los vientos y lejos de zonas pantanosas. Después venía la ceremonia ritual de fundación. En primer lugar, se definía con un arado el perímetro de la nueva ciudad trazando el recorrido de las murallas. Después se realizaba la ordenación viaria interior, organizada en torno a dos líneas rectas, una orientada norte-sur (el *cardo*) y la otra este-oeste (el *decumanus*), que al cortarse en ángulos rectos definían una red de calles ortogonales con *insulae* o manzanas de viviendas. Finalmente se decidía la ubicación de los espacios públicos : el foro, los templos, el mercado público, el teatro, el anfiteatro,... Es evidente que la labor de arquitectos y agrimensores era fundamental en la fundación de una ciudad.



• Plano de *Lucentum*

En la provincia de Alicante existieron cuatro ciudades romanas: *Dianium* (Denia), *Alonis* (probablemente Villajoyosa), *Lucentum* (El Tossal de Manises de Alicante) e *Ilici* (La Alcudia de Elche), la única colonia romana en la provincia de Alicante. De ellas sólo *Lucentum* se halla fuera de un entramado urbano moderno, por lo que se puede conocer en profundidad. Presenta una trama de calles groseramente ortogonal que sigue la dirección de las murallas. En el centro se situó el foro, atravesado por una de las vías principales. Otra calle destacada, llamada de Popilio, está bordeada por edificios públicos, termas y tiendas. Se conoce una de las puertas de acceso a la población en el lado oriental.

## EL ABASTECIMIENTO DE AGUA: LOS ACUEDUCTOS.

En la ciudad romana el suministro de agua era primordial. Sólo hay que pensar en el elevado consumo que requerían las termas, que centraban gran parte de las relaciones sociales de los ciudadanos y que eran indispensables en el urbanismo romano. Por ello, las ciudades contaban con un sistema de traída de aguas: el *aquaeductus*, financiado generalmente con fondos públicos. Se trataba de una canalización (tapada para evitar la contaminación del agua) que llevaba el agua desde la cabecera – manantiales superficiales o subterráneos o embalses artificiales – hasta el gran depósito urbano (*castellum aquae*) desde donde se distribuía a los diferentes barrios de la ciudad. El mayor acueducto de la Hispania romana fue el de *Gades* (Cádiz), con un recorrido total de unos 75 km.

El conducto del acueducto por donde circulaba el agua era el *specus* o canal cubierto con losas de piedra o bóvedas de hormigón cuyo interior se recubría con una capa de *opus signinum* para impermeabilizarlo. Siempre que se podía, este canal cubierto o *specus* se enterraba para protegerlo y se marcaba regularmente su trazado con un *cippus* o mojón de piedra, que servía de punto de referencia para el caso de una eventual reparación. El tramo final del *specus*, antes de llegar a la ciudad, desembocaba en la *piscina limaria* o depósito de decantación para eliminar las impurezas y el limo que arrastraba el agua. Esto se conseguía aumentando bruscamente la anchura del conducto para que así descendiese la velocidad del agua y se posase la arenilla que llevaba en suspensión.

El trazado de un acueducto requería un detallado estudio del terreno y cuidadosas nivelaciones para mantener el suficiente desnivel que asegurase el flujo continuo de agua. Pero a lo largo de su recorrido surgían numerosos obstáculos topográficos que había que salvar.



• Acueducto de Táraco. ( Tarragona )

Aquí es donde mejor se puede valorar el ingenio romano. Se podían plantear tres casos principales:

**1-salvar el cauce de un río o una hondonada: las arcuaciones.** Esto se conseguía con la construcción de *arcuationes* o arcadas, que es lo que tradicionalmente se asocia con la palabra “acueducto” (realmente el acueducto es el *specus* y no sólo las arcadas monumentales). Podía haber uno o varios pisos de arcadas. El caso más conocido y espectacular de la Hispania romana es el acueducto de Segovia, que realmente se trata sólo del tramo de *arcuationes* de un acueducto mucho mayor.



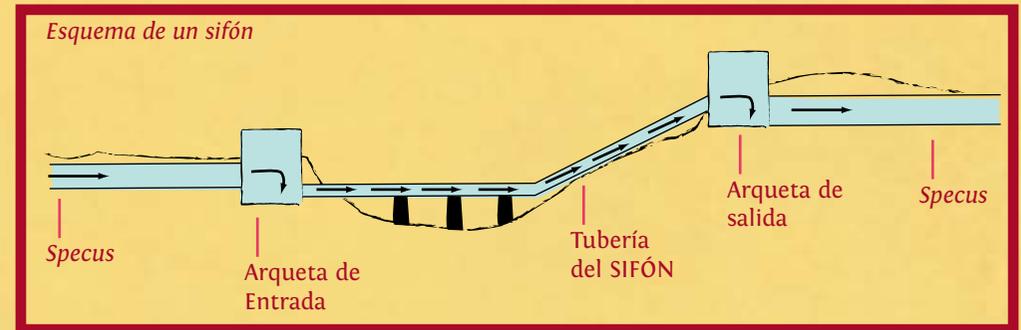
• *Arcuationes* del acueducto de Segovia

circulaba el *specus*.

**2-salvar una elevación del terreno: el sifón.** Para elevar el agua por encima de una colina o montaña contrarrestando la fuerza de la gravedad se ideó el sistema de sifón, que consistía en estrechar bruscamente el paso del agua para que aumentase su velocidad y su presión y pudiese así remontar el terreno elevado. El cambio del conducto del *specus* al conducto más estrecho del sifón y viceversa se conseguía mediante dos

Si la depresión del terreno que había que superar no implicaba el cruce de un río y lo permitía las condiciones topográficas, se podía construir, en lugar de las arcadas, un muro de fábrica (*substructio*) sobre el cual

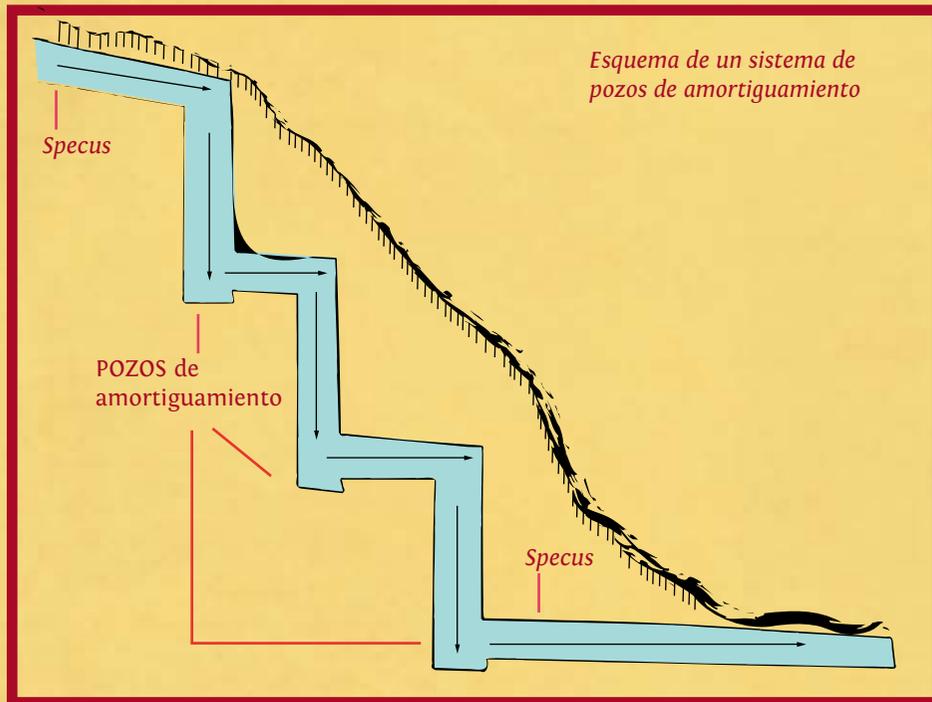
cajas o arquetas de transición, una de entrada y otra de salida. El agua se introducía en la arqueta de entrada, donde había suficiente espacio para acoger el agua sobrante que se generaba al pasar por un tubo más estrecho. Desde aquí el agua a presión ascendía por unas tuberías de cerámica, de plomo o de piedra (bloques pétreos taladrados). Finalmente al llegar a la arqueta de salida se normalizaba la velocidad del agua, pasando de nuevo al *specus*.



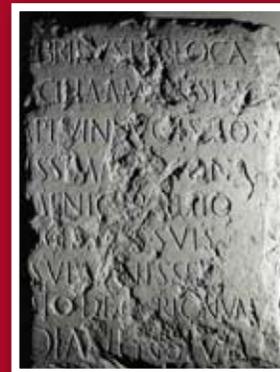
Existía otra alternativa al sifón, pero era más costosa: si las condiciones lo aconsejaban se podía optar por perforar la montaña o colina, excavando una galería o túnel por donde circularía el *specus*.

**3-salvar una pendiente o desnivel del terreno muy pronunciado: los pozos de amortiguamiento y las columnarias.** Se trata justo de la situación contraria, es decir, que el agua tenga un descenso muy abrupto pudiendo provocar la salida del agua del *specus* o la rotura del mismo. En este caso se construía una alta torre hueca (*columnaria*) que servía para frenar la velocidad del agua, de tal modo que en su interior el agua ascendía hasta estabilizarse y volver a salir sin presión por el *specus*. La

*columnaria* estaba provista también de dos rebosaderos o acanaladuras laterales exteriores para desalojar el exceso de agua. En caso de que la pendiente fuera exageradamente pronunciada una *columnaria* no era eficaz, porque habría tenido que ser muy alta. Entonces se recurría a un sistema de “pozos de amortiguamiento”. Consistía en crear una serie de pozos interconectados en disposición escalonada a lo largo de la pendiente para desacelerar la caída del agua desde las cotas más altas hasta un nivel inferior. Este sistema se empleó en el acueducto que abastecía a la Córdoba romana, donde se emplearon una sucesión de 34 pozos de amortiguamiento (de 3 a 5 m de profundidad), cada uno a una cota más baja que el anterior, para contrarrestar un desnivel de unos 130 m.



La única construcción de este tipo que conocemos hoy en la provincia se encuentra en la partida de Els Arcs de Altea, donde se conservan restos de una veintena de pilares (las *arcuationes*), el mejor conservado de los cuales alcanza los 3 m de altura. Originalmente se estima que habría más de cuarenta. Probablemente suministraría agua a las villas situadas en la costa, en el paraje del Albir (Alfaz del Pí). Pero sabemos con seguridad que existieron otros acueductos para abastecer algunas de las ciudades. En Denia, una inscripción de un benefactor implícitamente parece atestiguarlo. En *Ilici*, la ubicación de las termas hace presuponer la existencia de estas construcciones, que se alimentarían del río Vinalopó. En cambio, es muy probable que *Lucentum* nunca dispusiera de acueductos.



[--- quod aquis]  
[sa]VBIBVS PER LOCA  
[diffi]CILIA AM[p]ISSIMO  
[su]MPTV INDVCTIS MOX  
[car]ISSIMA [an]NONA  
[fru]MENTO [p]R[a]EBITO  
mun]ICIP[ib]VS SVIS  
SVBV[e]NISSET  
[decr]ETO DECVRIONVM  
DIANENSIVM

Traducción:  
A [---] quien, con grandes gastos trajo las aguas saludables por lugares difíciles y proveyó a sus conciudadanos de grano en un año de gran carestía. Por decreto de los decuriones dianenses.

• Inscricción de Denia ( Siglo II d.C.). Museo de Bellas Artes San Pío V ( Valencia )

## EL ALMACENAMIENTO DE AGUA: PRESAS Y CISTERNAS

Como ya se ha visto, el acueducto vertía sus aguas en un depósito de distribución en el interior de la ciudad llamado *castellum aquae*. Normalmente era un gran depósito circular del que partían anchas tuberías, usualmente de plomo, que circulaban bajo las calles, cada una de ellas distribuyendo independientemente el agua hacia las termas, las fuentes públicas y las viviendas. Los usuarios pagaban el agua que recibían en función del calibre de la tubería contratada, que solía ser de poco más de 2 cm de diámetro. Para evitar fraudes sustituyendo la tubería contratada por otra de mayor calibre, los funcionarios de aguas instalaban en las tomas una pieza especial de tubería de bronce (el *calix*) que se sellaba cuidadosamente.



• Presa romana de *Proserpina* ( Mérida )

subterránea impermeabilizada que almacenaba el agua de lluvia.

Pero el mayor sistema de concentración y almacenamiento de agua eran las presas y azudes. Hispania ha conservado los mejores ejemplos de presas de todo el mundo romano, especialmente en el entorno de *Emerita Augusta* (Mérida).

A nivel privado, muchas viviendas poseían sus propias cisternas de recogida del agua de la lluvia para el consumo doméstico. En las casas más lujosas el abastecimiento se realizaba a través del *impluvium* (estanque central del atrio o patio interior) comunicado con una cisterna



• Cisterna de *Lucentum*

Parece que el sistema más habitual de abastecimiento de agua en las ciudades romanas de Alicante fueron las cisternas o depósitos normalmente subterráneos a los que se conducía el agua mediante canalizaciones. En *Lucentum* e *Ilici* se conocen varias decenas de cisternas que tienen normalmente planta rectangular, construidas en hormigón o mampostería y recubiertas por el característico revestimiento hidráulico, el *opus signinum*. Los ángulos de paredes y pisos eran sellados con molduras para evitar filtraciones. Para que no se corrompiese el agua estaban cerradas con cubierta abovedada de hormigón o con cubierta plana de entramado de madera.

En la partida de Torres, y vinculada muy probablemente al riego de campos alrededor de la ciudad romana de Villajoyosa, se encuentra la mayor construcción hidráulica romana de la provincia. Se trata de los restos de una gran balsa de hormigón de 42'5 x 30 m y una capacidad aproximada de unos 2 millones de litros.

El **azud** es un dique que no tenía la finalidad de almacenar agua sino de desviar el agua tomada de un río para alimentar un canal o un acueducto. Por ello, requería unas obras de menor envergadura y sus dimensiones eran mucho más modestas.

En cambio, la **presa** pretendía embalsar la mayor cantidad de agua para tener un suministro constante durante todo el año. Aunque existían varios tipos de presas, el esquema general era muy simple: se elegía una amplia depresión natural del terreno y se construía un ancho y largo muro en la zona más baja y abierta, creando de esta forma un cerramiento artificial; posteriormente se llenaba esta cuenca derivando el agua de un arroyo o un río. Los diferentes tipos de presas se diferencian en la forma de reforzar exteriormente el muro-pantalla que retenía el agua: o mediante simples contrafuertes, o con arcos abovedados adosados o con un terraplén de tierra que resistía los mayores empujes.

A este último tipo pertenecen las dos más espectaculares presas de Hispania: la de Proserpina y la de Cornalvo, ambas en Mérida. El agua almacenada se extraía del embalse mediante una torre de toma (incluida en el cuerpo de la presa) de la que salían gruesas tuberías de plomo reguladas con llaves.



•Calix Romano ( colección Ròmul Gavarró )

•Noria de Calpe ( Dibujo de J.M. Abascal)

El ejemplo más espectacular de ingenio mecánico, relacionado con el suministro de agua, es la noria de Calpe. En el *vicus* (población menor dependiente de una ciudad) romano de los *Baños de la Reina* de Calpe, a pocos metros de la línea de costa, se descubrió recientemente una noria de cangilones con la que proveer de agua a las viviendas del entorno. La noria tenía una estructura de madera de 7-8 metros de diámetro y recogía agua de un acuífero situado a 6 m de profundidad. Para instalar la máquina se excavó una profunda zanja en la roca y se ancló su eje en las paredes laterales. Hoy en día aún surge agua del fondo de la construcción.

## LA EVACUACIÓN DE AGUA Y DESECHOS: LAS CLOACAS

Para una ciudad romana tan importante como el abastecimiento de agua potable era la evacuación del agua residual. Hay que pensar en la cantidad de residuos que generaría una población: aguas fecales de viviendas y de letrinas públicas, agua sobrante de las termas, líquidos contaminantes de las lavanderías y tintorerías, agua rebosante de las fuentes, etc....

Desde el momento en que se planificaba la ciudad se contaba con una red viaria preparada para desalojar los residuos mediante cloacas subterráneas interconectadas, que circulaban por debajo del pavimento de la calle. En viviendas y edificios públicos los sumideros conectados con las cloacas evacuaban el exceso de agua de lluvia.

Las cloacas disponían de puntos de fácil acceso para su limpieza. Esto se realizaba periódicamente para impedir que se colatasen y evitar así la insalubridad de las calles. De hecho cuando los arqueólogos detectan la colmatación parcial de las cloacas durante la vida de una ciudad sospechan que ésta no gozaba de un saludable funcionamiento de sus instituciones públicas. La colmatación de las redes de alcantarillado es un signo de decadencia en las ciudades romanas.



• Cloaca de *Lucentum*

En dos de las ciudades romanas de Alicante conocemos redes de alcantarillado, esenciales para mantener la limpieza de las calles y drenar las aguas sucias. La más sencilla es la de *Lucentum*, que está formada por un canal de sección rectangular que discurre por las calles principales – incluso atravesando el foro – y está tapado con losas de piedra. En *Ilici* la cloaca es mayor y en parte con cubierta abovedada.



## IV. MINERÍA Y METALURGÍA.

Los escritores antiguos describen Hispania como una de las zonas más ricas y variadas en recursos mineros. Existían importantes minas de oro, plata, cobre, plomo, hierro y cinabrio (mercurio). Murcia (Cartagena) y Andalucía oriental (Almería y Jaén) eran ricas en plata y plomo, el extremo occidental de Andalucía (Huelva) abundaba en cobre y plata, en Ciudad Real (Almadén) existían las mejores minas de cinabrio (tan valoradas que la producción se enviaba sin refinar a Roma y la ley fijaba su valor en venta), el noroeste peninsular era famoso por sus reservas de oro (se extraían 6'5 toneladas anuales).



• Herramientas de minería. Museo Arqueológico de Cartagena.

Los distritos mineros más importantes eran propiedad directa del estado romano y no de las ciudades vecinas. Roma enviaba a un *procurator* imperial, que podía arrendar - mediante subasta - la explotación minera a *societates* de ricas familias locales, que se encargaban de montar la infraestructura de extracción y tratamiento y de entregar periódicamente al estado la mitad de la producción obtenida. Conocemos estos datos gracias a un documento excepcional hallado en Aljustrel (Portugal), las tablas de bronce de *Vipasca*, que detallan la organización de una zona minera de la provincia de la Lusitania en época del emperador Adriano.

• Tabla de bronce de *Vipasca* ( Museo Nacional de Arqueología de Lisboa )



## A. LAS MINAS.

Conocemos las minas romanas por referencias de autores antiguos y también por la actividad arqueológica en extracciones mineras modernas que habían sido filones explotados por los romanos. En ellas se han hallado *in situ* todo tipo de restos: herramientas de hierro, sandalias de esparto, capazos de cestería, lucernas de cerámica, cubos de agua, vigas de madera, ingenios de bronce y madera para desalojar el agua,...



• Minas romanas de Las Médulas ( Ponferrada, León )

La mina consistía en galerías y pozos subterráneos realizados con el esfuerzo de mineros que utilizaban picos y azadas de metal para picar y amontonar la tierra y cestas de esparto para recoger y desalo-

jar la escoria. La iluminación se obtenía con lámparas de aceite o con pozos de ventilación. Conforme se profundizaba en el subsuelo se apuntalaban las galerías con vigas de madera. Si llegados a un punto se tropezaban con corrientes de agua subterránea, utilizaban máquinas de extracción y achique (norias de agua, tornillos de Arquímedes o bombas de agua a presión), descritas en el próxi-

mo apartado. Estas máquinas solían utilizarse en combinación, por ejemplo una noria o una cadena de cangilones subían el agua de pozos muy profundos a un nivel superior, donde uno o varios tornillos de Arquímedes la desalojaba hacia el exterior. O se combinaban varias norias (en un caso se combinan hasta nueve de ellas) a diferentes niveles de profundidad, que iban achicando el agua escalonadamente desde la cota más profunda hacia la superficie.



Alicante no era territorio de extracciones mineras metalíferas en época romana. Pero existen unas breves referencias a esta actividad proporcionadas por dos autores antiguos: Estrabón afirmaba que cerca de *Dianium* existían minas de hierro y Pomponio Mela confirmaba este hecho al mencionar el Cabo de la Nao como *Promontorium Ferraria*.

Pero hay otro método de extracción del mineral que se conoce muy bien en el caso de una de las minas más importantes de toda Hispania: las minas de oro de Las Médulas (Ponferrada, León). Se explotaban con la técnica conocida como "*ruina montium*", que consistían en derrumbar toda una montaña utilizando la fuerza de agua: se excavaban galerías que se inundaban (primero los túneles inferiores y después los superiores) mediante conducciones (*corrugi*) que partían de grandes depósitos ubicados en zonas altas. El resultado es el estrepitoso y espectacular desplome de grandes masas de tierra, cuyos barros y arenas eran lavados por ese mismo agua que fluía hacia abajo por los canales de evacuación previamente acondicionados. La gravedad y el arrastre del agua separaban las pepitas auríferas. La intensa actividad minera romana cambió profundamente el paisaje y la orografía de esta zona del Bierzo.

## B. LA MAQUINARIA MINERA: MÁQUINAS DE ACHIQUE.

Cuando se habla de maquinaria utilizada en la minería no se refiere a máquinas para excavar – ya que esto era una labor manual de multitud de mineros, esclavos mayoritariamente – sino de ingenios para desalojar el agua de corrientes subterráneas que podían brotar al excavar una galería y que era el mayor impedimento de la minería antigua. Las máquinas utilizadas para el achique de agua en minas también se usaron en la construcción de puentes y diques portuarios ya que servían al mismo propósito, elevar grandes cantidades de agua para desalojarla.

Una de las minas hipanorromanas más interesante por la cantidad y variedad de los hallazgos de ingenios mecánicos es la de Sotiel-Coronada (Huelva), donde se han recuperado una cadena de cangilones, tornillos de Arquímedes y una bomba de Ctesibio.



### - ROTA O NORIA DE CANGILONES.

Se trata de una gran rueda que tiene a lo largo de su perímetro unos depósitos o cangilones que se llenan cuando la rueda se sumerge en el agua y se vacían al rotar de la rueda cuando alcanzan la parte superior. Es un ingenio empleado también en el trabajo agrícola para el riego de los

campos. En las minas de Riotinto (Huelva) se hallaron ocho pares de norias.

### - CADENA DE CANGILONES

Es una variante de noria, utilizada especialmente en el interior de los pozos mineros para extraer el agua de las capas freáticas. Consistía en fijar los cangilones o depósitos (de madera, bronce o cerámica) en una doble cadena que colgaba verticalmente de una rueda o eje superior. De esta forma la cadena con los cangilones podían llegar a mucha profundidad en lugares estrechos donde no cabía el armazón de una rueda.



### - COCHLEA O TORNILLO DE ARQUIMEDES (también conocido como “tornillo egipcio”)

Se trata de un largo cilindro o tubo de madera (pero forrado de hierro) con unas hélices o palas de madera en su interior, pegadas con pez a lo largo del eje central. La cochlea se colocaba inclinada (unos 30°), introduciendo su extremo inferior en el agua. Al hacerlo rotar el agua iba ascendiendo

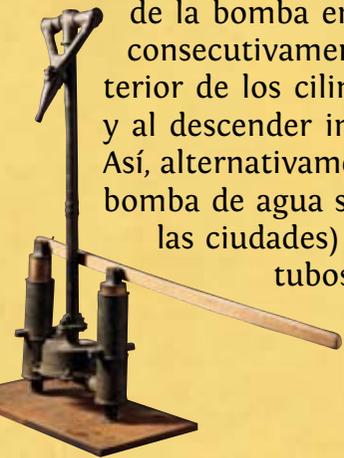
por la estructura helicoidal interior y saliendo por el extremo superior del cilindro.

### - *TYMPANUM* O TAMBOR DE AGUA

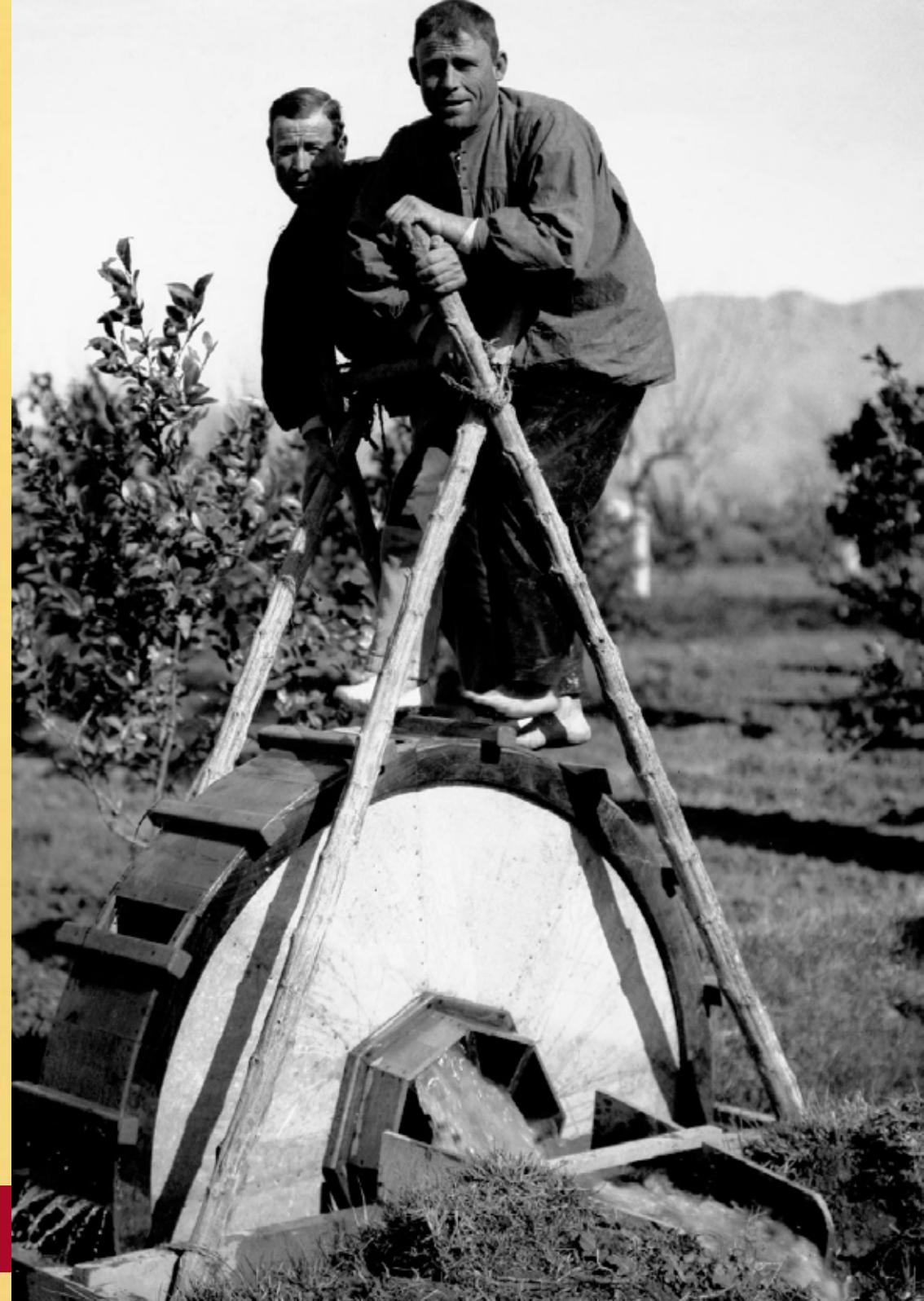
Es un cilindro hueco dividido en ocho compartimentos estancos que se llenan desde su parte exterior y se vacían por un orificio próximo a su eje al girar el cilindro (accionado pisando sobre los travesaños exteriores). No sirve para elevar a gran altura el agua pero sí para achicar grandes cantidades en poco tiempo (si se pisa a gran velocidad).

### - *SIPHO* O BOMBA DE CTESIBIO:

Se componía de dos cilindros huecos de bronce o plomo provistos de sendos pistones en su interior. Los dos cilindros van conectados lateralmente a una cámara de la que surge un largo y estrecho tubo de extracción. Se movía a mano, accionando con movimiento de vaivén, una palanca de madera. Se introducía la parte inferior de la bomba en el agua y se realizaba una presión arriba-abajo consecutivamente, de tal forma que al ascender el aire del interior de los cilindros deja pasar el agua hacia la cámara central y al descender impulsa con fuerza el agua por el tubo de salida. Así, alternativamente, el agua ascendía por uno u otro pistón. Esta bomba de agua se utilizaba para apagar fuegos en las minas (o en las ciudades) más que para achicar agua, ya que los estrechos tubos se podían obturar con el fango en suspensión del agua.



• Uso de un *tímpano* para el riego de las vegas murcianas del Segura a principios del siglo XX. Foto de la Confederación Hidrográfica del Segura.



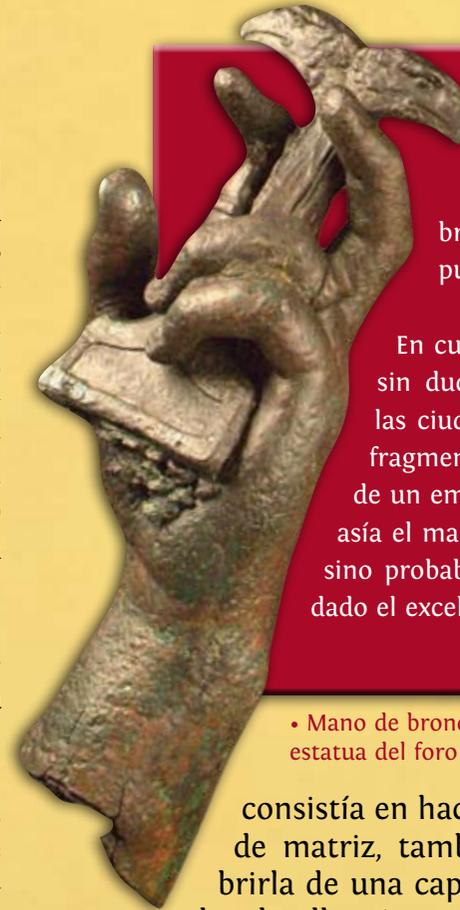
### C. LA METALURGIA DEL BRONCE.

El bronce, aleación de cobre y estaño, fue un metal muy usado en la Antigüedad porque, a pesar de ser superado en dureza por el hierro, funde a una temperatura relativamente baja y resiste a la corrosión. Con el bronce se elaboraban una multitud de objetos insustituibles: placas (*tabulae*) donde se registraban las leyes municipales, los decretos imperiales o los registros catastrales; cascos, corazas y arneses del caballo; útiles de uso cotidiano (recipientes, cuchillos, espejos, alfileres, pinzas,...); mobiliario doméstico (braseros, apliques de mesas y camas); herramientas para diversas profesiones (utensilios quirúrgicos, balanzas y pesos, clavos, compases, cinceles,...); y estatuas conmemorativas (de dioses, emperadores o magistrados). Es precisamente en la estatuaria donde se requería unos conocimientos y destrezas particulares.



• Espejo de bronce de Lucentum. MARQ

El método más empleado para la fabricación de grandes piezas era la “fundición a la cera perdida”, que consistía en rellenar con bronce fundido el espacio intermedio entre una matriz interior y un molde exterior, que estaba ocupado por la cera. La cera se derretía con el calor y dejaba paso al bronce líquido, que al enfriarse se convertía en una figura. Aunque esta descripción puede dar a entender que se trata de una técnica de fácil ejecución, el procedimiento real requería de muchas más consideraciones técnicas. La fundición de la cera perdida evolucionó con el tiempo. La técnica más antigua



• Mano de bronce de una estatua del foro de Lucentum

consistía en hacer primero la estatua en arcilla (que actuaría de matriz, también llamada núcleo, alma o modelo) y cubrirla de una capa de cera procurando que se marquen todos los detalles. A continuación se cubría todo ello de otra capa de arcilla dotada de un sistema de canalillos para la evacuación de la cera derretida y de los vapores. Sólo queda calentar el conjunto para que saliese la cera fundida y añadir la colada de bronce, que adoptará la forma del espacio dejado por aquella, es decir, la forma de la figura de arcilla. El problema era que para extraer la pieza de bronce había que romper el recubrimiento exterior de arcilla y

No se ha podido constatar hasta ahora ninguna actividad metalúrgica significativa de época romana en la provincia de Alicante. Pero es probable que alguna de las pequeñas esculturas de bronce macizo que han aparecido en nuestras ciudades pudieran haberse realizado en talleres locales.

En cuanto a las grandes esculturas a la cera perdida, que sin duda ornamentaron los foros y edificios públicos de las ciudades romanas alicantinas, sólo nos ha quedado un fragmento del brazo izquierdo de una gran estatua de bronce de un emperador que se erigía en el foro de *Lucentum*, y que así el mango de una espada. No es una obra local o regional sino probablemente procedería de talleres de Italia u Oriente, dado el excelente acabado y calidad de la aleación.

vaciar la matriz (por el hueco dejado para verter el bronce), con lo cual se destruía el original y se perdía la oportunidad de hacer una réplica exacta. Esto llevó a desarrollar otra forma de ejecución: el sistema con “molde por piezas”, que es la variante que se practicó en época romana y que se detalla a continuación.



1 - se realiza el modelo o matriz en barro.

2 - se aplica sobre él una capa de yeso para hacer un molde, que estará dividido en varias partes desmontables. Cuando el yeso se endurecía se separaban las piezas. De esta forma la matriz original no se pierde.



3 - las paredes internas de este molde de yeso (que son el negativo de la figura) se cubrían de una fina capa de cera, procurando adherirla bien a las paredes.

4 - ahora el espacio vacío de ese molde de yeso, cubierto interiormente de cera, se rellena con barro o con mortero de cal y polvo de ladrillo (que es más resistente) para formar otra matriz. Esta matriz llevará unos pocos clavos de hierro para anclarlo posteriormente al molde.



5 - se separan las piezas del molde de yeso (así siempre se conserva un molde con el que repetir el proceso) y sobre el alma, recubierto ahora de cera y con clavos, se forma otro

molde definitivo de barro pero que ya está provisto de canalillos de desagüe para la cera derretida.

6 - se calienta el conjunto, haciendo que la cera salga derretida por los agujeros del molde y dejando un delgado espacio libre entre el molde y el alma, que están unidos por los clavos metálicos.

7 - se vierte el bronce fundido en el espacio vacío, adoptando así la forma final de la figura.

8 - finalmente, se destruye el molde con un cincel y se vacía el alma de arcilla o de mortero.



• Cabeza de bronce de la necrópolis de Cabezo de Azaila ( Teruel ). Museo Arqueológico Nacional de Madrid

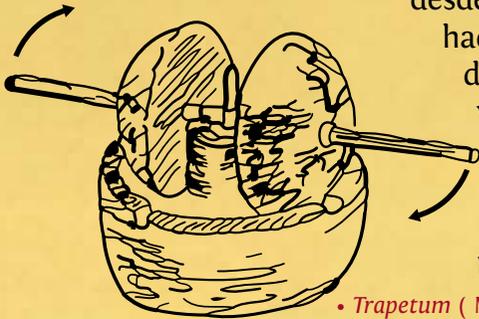
## V. TÉCNICAS Y ARTES INDUSTRIALES.

### A- LA PRODUCCIÓN AGRÍCOLA: EL ACEITE Y EL VINO.

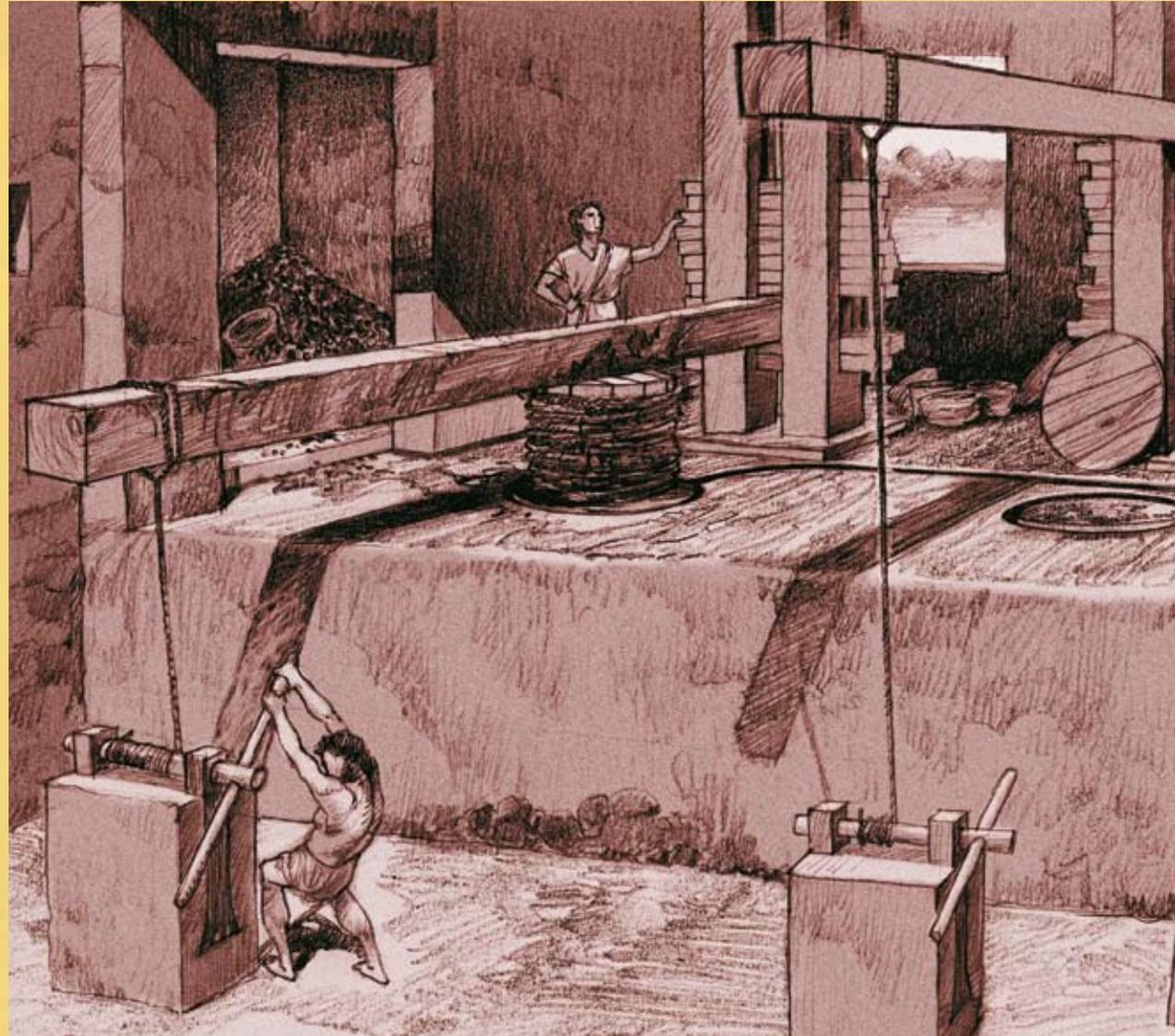
Trigo, vino y aceite eran la base de la alimentación en el mundo romano y eran productos agrícolas para los que Hispania ofrecía óptimas condiciones. De hecho, el aceite de la Bética se exportaba a diferentes puntos del Mediterráneo.

La producción de vino y aceite requería una tecnología específica. En el caso del aceite se hacía un primer procesado triturando la aceituna en un molino de fricción o *trapetum*, compuesto por dos grandes piedras cónicas o semiesféricas que giraban en torno a una base plana de piedra donde se colocaban las aceitunas. De este proceso se obtenía aceite virgen. Pero la pasta resultante tenía aún mucho jugo y se sometía a una segunda operación de prensado, en este caso en una gran prensa de torno llamado *torculus*. Éste estaba formado por una larga y pesada viga horizontal de madera.

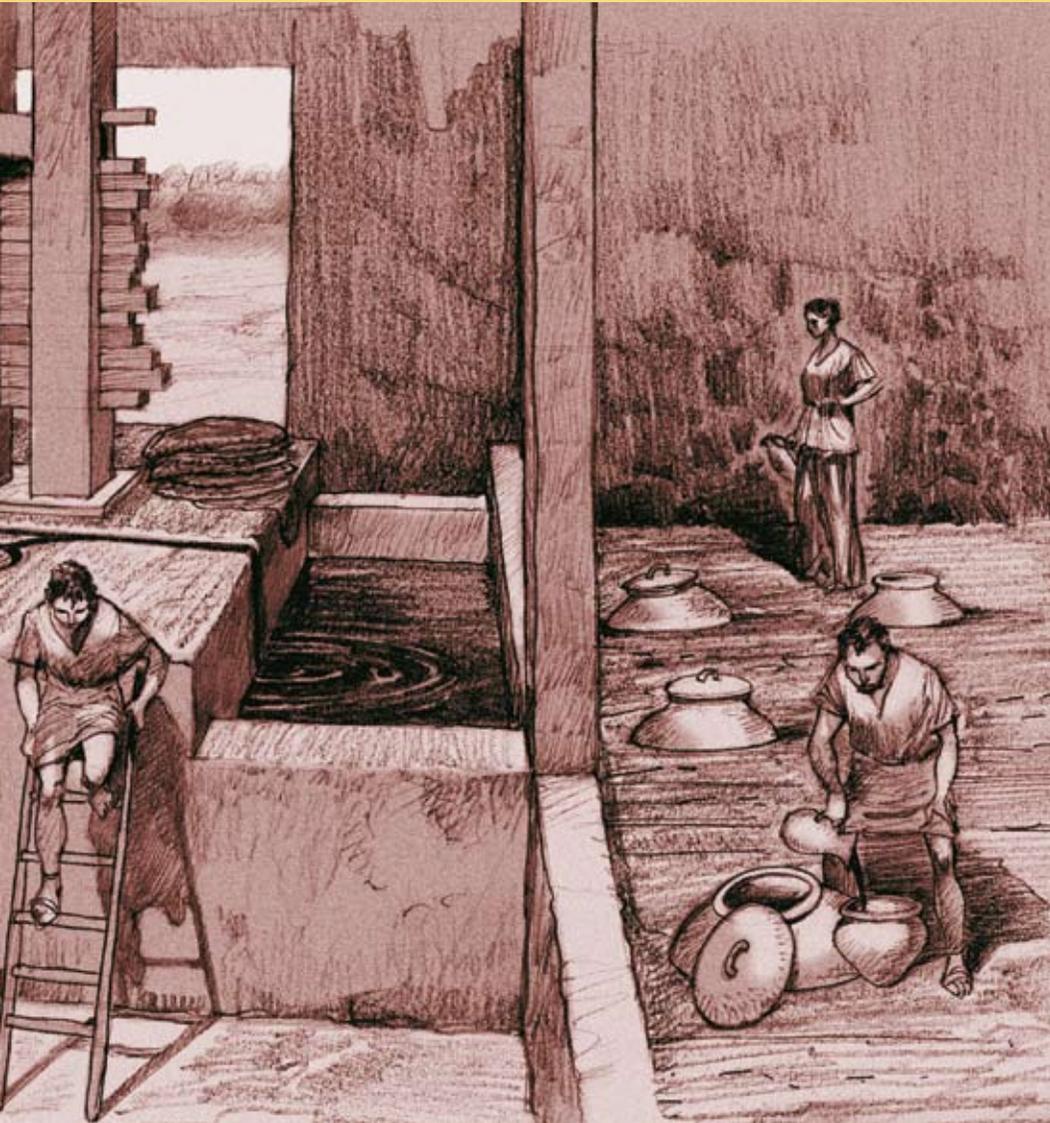
Un extremo de esa viga horizontal estaba bien encajada en la pared o entre dos soportes de madera bien anclados al suelo. En el centro de la viga se situaba el área de prensado con la pasta de la aceituna colocadas sobre esteras. El otro extremo era el punto desde donde se dirigía la presión, haciendo girar un torno acoplado en una gran piedra que servía de contrapeso. Al bajar la viga todo lo posible iba aplastando y exprimiendo la pasta de la aceituna dejando salir más aceite.



• *Trapetum* ( Molino de fricción )



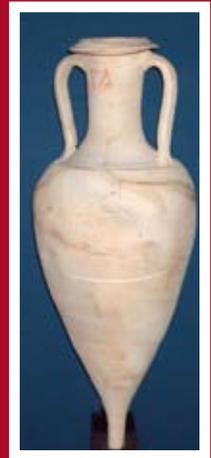
• Instalaciones de prensado (*torcularium*) de la villa romana del Parque de las Naciones ( La Albufereta de Alicante )



Para comercializar el aceite se envasaba en recipientes especiales, las ánforas, que estaban cuidadosamente selladas.

La uva recibía un tratamiento parecido: a un primer proceso de pisado en el lagar le seguía un segundo prensado a fondo en prensas más sencilla que las empleadas para el aceite. El vino también se envasaba en ánforas. El uso de estas tinajas de vino determinó que se estableciese una medida de capacidad para líquidos llamada *amphora*, equivalente a 26'2 litros.

En Alicante está muy atestiguada la producción de aceite y vino. De la primera, son varias las villas en las que se han hallado espacios, depósitos y elementos de las prensas. Entre ellas destaca las de la villa altoimperial del Parque de las Naciones o Casa Ferrer I, en las inmediaciones de *Lucentum*, y la bajoimperial de Canyada Joana (Crevillente). En cuanto al vino, la comarca de mayor producción en época romana era el *territorium* de *Dianium* (Denia). Para su comercialización era necesaria una constante producción de envases cerámicos. Y precisamente cerca de Denia, en el yacimiento de L'Almadrava (en Els Poblets) se ha documentado un gran alfarero dedicado a la fabricación de ánforas vinarias. Se trata de un amplio sector alfarero (unos 6000 m<sup>2</sup>) compuestos por cuatro talleres en torno a un espacio central rectangular con tres hornos, una solería y un área de extracción de arcilla. Cerca de los talleres hay un espacio residencial: una amplia villa con instalaciones termales.

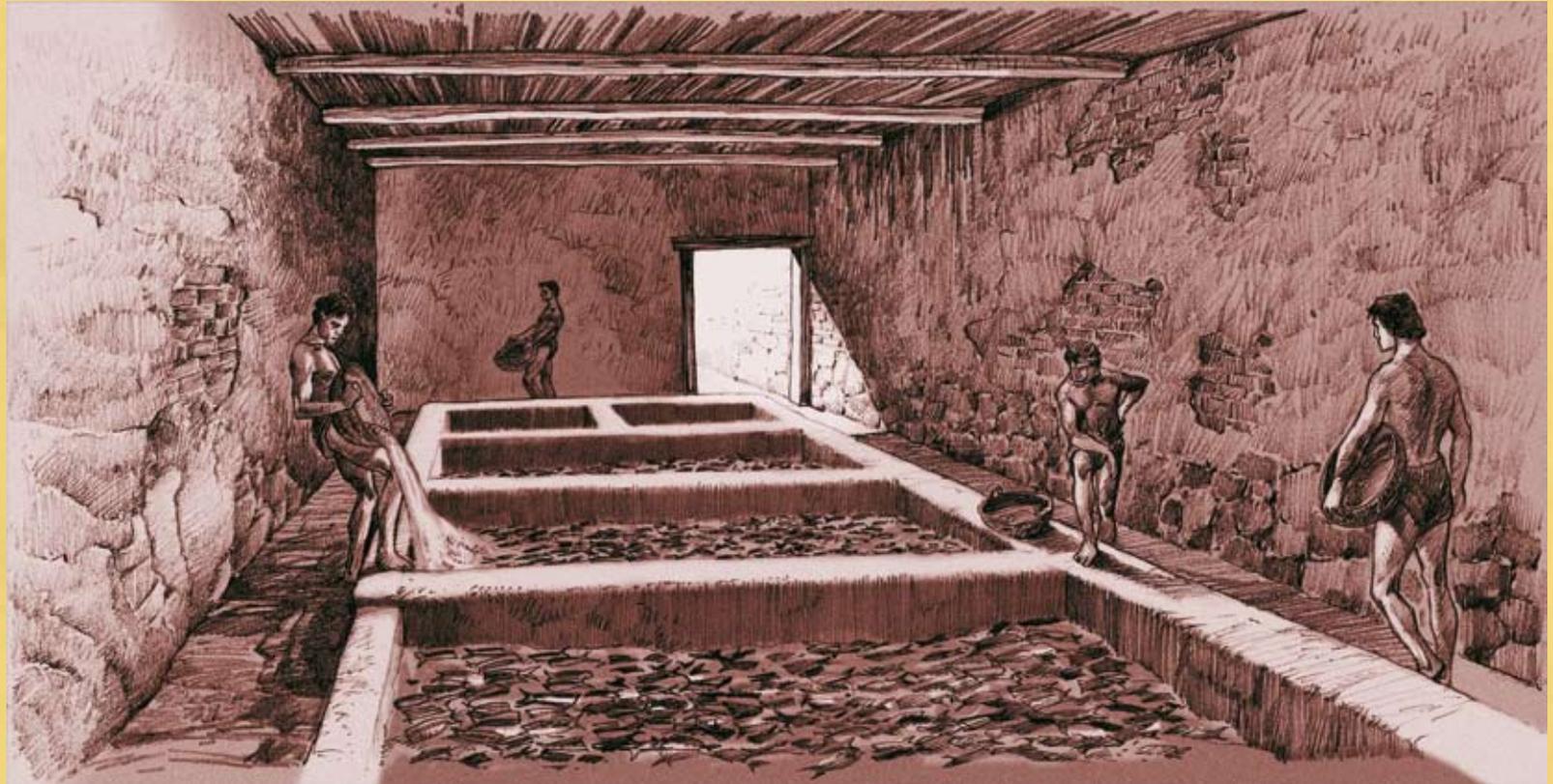


• Ánfora de vino.  
MARQ

## LA PRODUCCIÓN PESQUERA: EL SALAZÓN Y EL GARUM

En relación con la obtención de alimentos que proporcionaba el mar, encontramos dos tipos de estructuras romanas: por un lado, factorías de conserva y derivados, y por otro, piscifactorías o viveros. Ambas manifestaciones, factorías y piscifactorías, responden a fenómenos económicos distintos. Las primeras tienen una finalidad exclusivamente comercial (producir salazones y salsas de pescado), las segundas normalmente tenían un componente de prestigio, formando parte de las suntuosas villas litorales de los aristócratas romanos (incluso, según indican las fuentes escritas, su coste podría superar al de la propia residencia).

- Las **factorías de salazón**. Se orientaban a la producción de pescado en conserva y a la elaboración de salsas especiales como el *garum*. Para la conserva del pescado se utilizaba la sal marina, obtenida por evaporización en estanques litorales. Los pescados se abrían, se



• Recreación de una factoría de salazones del *Portus Ilicitanus* ( Santa Pola )

limpiaban y se depositaban entre capas de sal en grandes piletas preparadas para ello. Posteriormente, se envasaban en ánforas para su comercialización. La costa mediterránea andaluza y murciana estaba poblada de multitud de factorías de salazones. Asociada a esta industria del salazón estaba la fabricación del *garum*, que era una salsa obtenida con los desechos y las tripas del pescado dejándolos macerar por largo tiempo. El producto final era una salsa de sabor

muy fuerte, muy apreciado por los romanos para condimentar sus platos. En Hispania, el *garum* de mayor calidad y precio, según los autores antiguos, era el que se producía en *Carthago Nova* (Cartagena), que se obtenía del pez escombro o caballa.

- Los **viveros o piscifactorías**. Dirigidos por los ricos propietarios de villas costeras, estos criaderos de peces garantizaban un suministro constante de pescado fresco. Se componían de grandes cubetas de agua salada (*piscina amara*) donde se engordaba el pescado hasta el momento de su venta o consumo privado. Estas balsas estaban construidas con hormigón o excavadas en la roca. Se mantenían comunicadas entre sí y con el mar abierto y contaban con amplios canales para renovar el agua marina de su interior.

Los mejores ejemplos hispanorromanos de viveros de pescado se concentran en la costa de Alicante.



• Viveros de los *Baños de la Reina* ( Calpe )



• **Ánfora de salazón.MARQ**



En Alicante disponemos de buenos ejemplos tanto de viveros como de factorías de salazón.

De las factorías de salazón, la mejor documentada de la provincia se encuentra en el *Portus Ilicitanus* (Santa Pola). Se compone de una estancia dedicada a la limpieza y cuarteado del pescado, varias

habitaciones para almacenaje y un conjunto de depósitos a ras del suelo para el salado de los pescados y la preparación de salsas. En los depósitos más grandes se alternaban capas de sal y peces durante al menos veinte días. El producto era posteriormente introducido en ánforas para su comercialización. Gracias al análisis de los restos en algunos de los depósitos, se ha podido determinar las especies de peces capturadas, como la boga y la sardina. Otra factoría de salazón descubierta en Alicante se localiza en la partida de Els Plans en las cercanías de Villajoyosa, y existen pequeños vestigios de otra a los pies del Tossal de Manises, en la costa de la Albufereta de Alicante, vinculada a la ciudad romana de *Lucentum*.

En cuanto a los viveros, se han documentado en tres puntos de la costa alicantina: Jávea (Punta del Arenal), Calpe (Baños de la Reina) y El Campello (la Illeta dels Banyets). Todos ellos están excavados en la roca. Las dos primeras están claramente asociadas a villas de gran riqueza y hay que descartar su relación directa con industrias de salazón.

## C- LA INDUSTRIA DE LOS TINTES.

La producción de colores para teñir las prendas fue una actividad muy tenida en cuenta en el mundo romano. En todas las ciudades romanas existían negocios de tintes asociados a las *fullonicae* o lavanderías. El mejor ejemplo de Hispania se ha hallado en las excavaciones de la antigua *Barcino* (Barcelona). El propietario de una tintorería (*officina tinctoria*) gozaba de una respetable consideración social. Había una variedad de especialistas que trabajaban en esta ocupación, definidos por el manejo de una determinada materia prima y el tipo de tinte que producían. Sabemos también que los tinteros se agrupaban en gremios y corporaciones. Las sustancias colorantes se obtenían de una gran variedad de productos de origen vegetal, mineral y animal (insectos, moluscos), que a veces requerían sustancias fijadoras como el alumbre o las sales metálicas. El rojo se extraía de la raíz de la rubia o del insecto *kermes*, el amarillo provenía del azafrán y el color púrpura se obtenía de una clase de molusco marino. Los colores se fijaban en caliente sumergiendo los tejidos en grandes tinajas sobre braseros.

Pero el mundo de los colores no se reducía solamente a la actividad textil o al campo de la pintura. El empleo de tinta para la escritura sobre papiro o pergamino, requería también saberes específicos para su obtención. Muchas materias orgánicas como raíces, tubérculos, hojas, corteza o bayas poseen sustancias naturales que al ser mezcladas con compuestos de hierro daban un tinte negro. Así, por ejemplo, las pieles de la uva hervidas y mezcladas con hierro y todo ello espesado con goma arábiga producía la tinta negra (*atramentum*) para escribir.



• Stilus de hueso para escribir sobre una tablilla encerada. MARQ

## D- LA INDUSTRIA DEL VIDRIO.

El vidrio o *vitrum* es un material artificial obtenido al fundir a alta temperatura tres ingredientes básicos : la **sílice** (75 %), que se extraía de las arenas limpias de playa o de río y es la materia prima que da consistencia a la mezcla; la **sosa** (15 %), que se obtenía quemando un tipo de plantas (llamadas “barrilleras”) que abundan en zonas cálidas, y que actúa de fundente disminuyendo el punto de fusión y permitiendo ahorrar combustible; la **cal viva** (10 %), obtenida de la calcinación de la piedra caliza, que da dureza y resistencia frente a la humedad y a la corrosión. El vidrio era un material muy usado en la vida diaria



• Botella de vidrio. MARQ

de los romanos. Se empleaba en la fabricación de recipientes para consumo de alimentos (botellas, vasos, cuencos,...), contenedores para productos cosméticos y medicinales (ampollas, ungüentarios, frascos), objetos de adorno (cuentas de collar, etc) e incluso urnas funerarias para guardar las cenizas del difunto.

Existieron varios métodos de fabricación, pero a partir del siglo I a.C. aparece una nueva técnica revolucionaria, la del **vidrio soplado** (al aire o en molde) originada en algún lugar de la región sirio-palestina. Esta técnica permitió agilizar su fabricación y facilitar la producción masiva de objetos de vidrio.



**1.** Se calienta la masa de vidrio y se extrae una porción fundida con el extremo de una “caña” de metal

**2.** Se introduce la materia vitrea en el interior de un molde de dos partes y por el otro extremo de la caña se sopla dilatando y expandiendo el vidrio, que adopta la forma del negativo del molde hueco.



**3.** Enfriada la pieza, se saca del molde y se pule para completar el acabado.



## BIBLIOGRAFÍA GENERAL RECOMENDADA:

- ADAM, Jean-Pierre (1996): “La construcción romana. Materiales y técnicas”.
- “ARTIFEX. Ingeniería romana en España” (2002). [Catálogo de la exposición]. Ignacio González Tascón (dir.). Ministerio de Cultura.
- “ARTIFEX. Ingeniería romana a Hispània” (2006). [Catálogo de la exposición de Barcelona]. Joaquin Ruiz de Arbulo. Museu d’Arqueologia de Catalunya.
- GINOUVÈS, RENÉ (1985-1998): “Dictionnaire méthodique de l’architecture grecque et romaine » (3 volúmenes).
- GONZÁLEZ TASCÓN, Ignacio (2005): “Ingeniería romana en Hispania: historia y técnicas constructivas” .
- GROS, Pierre (1996-2001): “L’architecture romaine” (2 volúmenes).
- HAMEY, L.A. y J.A. (1990): “Los ingenieros romanos”.
- WHITE, K.D. (1984): “Greek and Roman Technology”.

## BIBLIOGRAFÍA PARTICULAR SOBRE ALICANTE :

- AAVV. (2004): “Iberia, Hispania, Spania. Una mirada desde Ilici” , Caja de Ahorros del Mediterráneo.
- ABASCAL, J.M.; CEBRIÁN, R.; RONDA, A.M. y SALA, F. (coords.), (2007): “Baños de la Reina de Calpe, un vicus romano a los pies del Peñón de Ifach”.
- ARASA, F. y PÉREZ, G. (2005): “Intervencions en la Via Augusta a la Font de la Figuera (València) i Villena (Alacant)”, Saguntum 37, Universidad de Valencia. Departamento de Prehistoria y Arqueología, 199-207.
- BONET, H. ; ALBIACH, R. y GOZALBES, M. (coords.), (2003): “Romans i visigots a les terres valencianes”. Museu de Prehistòria i de les Cultures de València.
- GISBERT, J. A. (1999) : “El alfar de l’Almadrava (Setla-Mirarosa-Miraflor) – Dianium -. Materiales de construcción cerámicos”, en “El ladrillo y sus derivados en la época romana”, Madrid (1999).
- GISBERT, J. A. (2003): “El territorium de Dianium – Denia – en el Alto Imperio. La Marina Alta: la producción agrícola y doblamiento”, Canelobre 48, Instituto de Cultura Juan Gil-Albert, Diputación Provincial de Alicante, 121-143.
- MAYER, M. y GARCÍA, M. (1988): “Un miliario romano procedente del Pilar de la Horadada”, en “Vías romanas del sureste, actas del simposium ”. Murcia (1986), 107.
- OLCINA M. y PÉREZ, R. (1998): “La ciudad ibero-romana de Lucentum (El Tossal de Manises, Alicante). Introducción a la investigación del yacimiento arqueológico y su recuperación como espacio público” . Diputación Provincial de Alicante.
- OLCINA M. y PÉREZ, R. (2003): “Lucentum: la ciudad y su entorno”, Canelobre 48. Instituto de Cultura Juan Gil-Albert, Diputación Provincial de Alicante, 89-119.
- TRELIS, J. y MOLINA, F.A. (1999): “La Canyada Joana: un ejemplo de la vida rural en época romana” . Monografías del Museo Arqueológico Municipal de Crevillent (II).
- Para más información sobre la provincia de Alicante pueden consultarse los interactivos de la *sala de cultura romana* del MARQ

## CRÉDITOS:

DIRECTOR GERENTE FUNDACIÓN C. V. MARQ :  
Josep Albert Cortés i Garrido

DIRECTOR TÉCNICO MARQ :  
Manuel Olcina Doménech

DIRECTOR DE EXPOSICIONES DEL MARQ :  
Jorge A. Soler Díaz

TEXTOS :  
Manuel Olcina Doménech  
Rafael G. Moya Molina

ASESORAMIENTO:  
Julio Ramón Sánchez  
Adoración Martínez Carmona  
Antonio Guilabert Mas  
Eva Tendero Porras

GABINETE DIDÁCTICO MARQ :  
Gema Sala Pérez  
Rafael G. Moya Molina  
José M . Galán Boluda  
María Briones Marín

UNIDAD DE DIFUSIÓN Y EXPOSICIONES :  
Juan A. López Padilla  
Teresa Ximénez de Embum  
José L. Menéndez Fueyo  
Sabina Palomares Armengol  
Lorena Hernández Serrano

ARCHIVO DOCUMENTAL TÉCNICO MARQ :  
Miguel Benito Iborra

### DOCUMENTACIÓN, FOTOS E ILUSTRACIONES:

- Catálogo "ARTIFEX. Ingeniería romana en España". Dirección técnica de Ignacio González Tascón. Ministerio de Cultura (2002).
- Catálogo "ARTIFEX . Ingeniería romana a Hispània". Textos de Joaquín Ruiz de Arbulo. Museu d'Arqueologia de Catalunya (2006).
- "El MARQ en imágenes". (2004).
- Fotos referidas a la provincia de Alicante: Archivo del MARQ.

### AGRADECEMOS A LAS SIGUIENTES INSTITUCIONES POR LA APORTACIÓN DE MATERIAL GRÁFICO Y PIEZAS ARQUEOLÓGICAS :

- Museo de Bellas Artes San Pío V. Valencia.
- Museo Arqueológico Etnológico Municipal "Gratiniano Baches". Pilar de La Horadada.
- Museu Arqueològic de La Ciutat de Dénia.
- Museo Arqueológico Municipal de Crevillente.
- Museo Monográfico de La Alcudia. Elche.
- Colección Museográfica de Monforte del Cid.

DISEÑO Y MAQUETACIÓN:  
VDH Comunicación©2008

Imprenta Provincial





