

Revista del Ministerio de

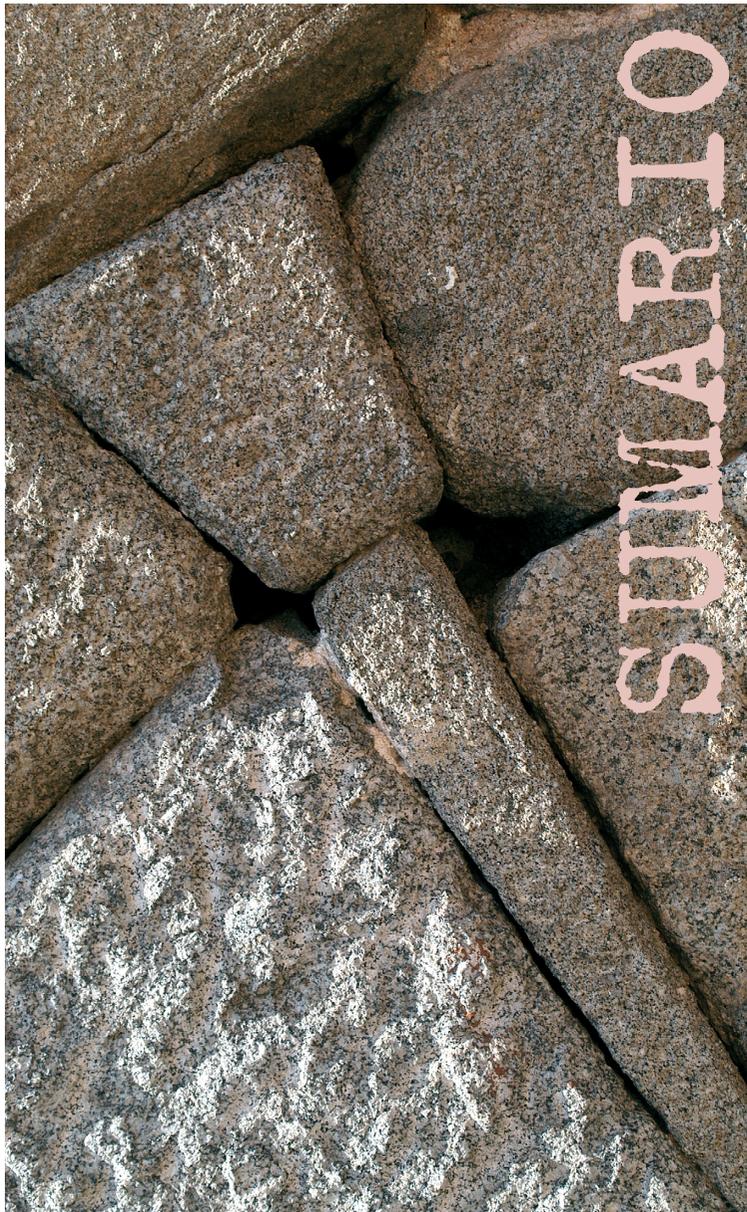
# Fomento

Julio-agosto 2007 • N° 564 • 6 €



## INGENIERÍA ROMANA EN ESPAÑA





Julio-agosto 2007

Nº 564

## 6 MATERIALES Y MÉTODOS CONSTRUCTIVOS

Los romanos revolucionaron la construcción con nuevos materiales e ingeniosas técnicas  
**DEL HORMIGÓN A LA BÓVEDA**

## 22 TOPOGRAFÍA

El dominio de la topografía permitió a los ingenieros romanos construir sus más importantes obras públicas

**MEDICIONES PARA LA ETERNIDAD**

## 38 CALZADAS

La organización de la red peninsular de vías romanas  
**POR LOS CAMINOS DE HISPANIA**

## 58 PUENTES

Los puentes permitieron enlazar las calzadas y extender el Imperio por Hispania

**CAMINOS SOBRE EL AGUA**

## 76 INGENIERÍA HIDRÁULICA

Los romanos fueron unos maestros de las obras hidráulicas, muchas de las cuales aún se conservan  
**LAS VENAS DEL AGUA**

## 96 PUERTOS

Vestigios romanos en los puertos de nuestro país  
**LA HUELLA DEL MAR**

## 108 NAVEGACIÓN

La nave mercante romana fue la más evolucionada de toda la Antigüedad

**ENTRE EL COMERCIO Y LA GUERRA**

## 122 CIUDADES

El modelo urbanístico romano en Hispania  
**RECINTOS PARA LA VIDA PÚBLICA**

## 142 INGENIERÍA MILITAR

De los campamentos legionarios a las murallas urbanas

**UN EJÉRCITO CONSTRUCTOR**

## 160 MINERÍA

Los romanos ejercieron una intensa explotación de las minas de oro y plata de Hispania

**EN BUSCA DEL PRECIADO METAL**

## 176 BIBLIOGRAFÍA

Director de la Revista: Antonio Recuero

Edición: Javier R. Ventosa. Maquetación: J. A. Laiz. Secretaría de redacción: Mercedes Cantero.

Fotografía: José Caballero. Portada: M. D. Cordero.

Archivo fotográfico: Juan Santiso. Elaboración página web ([www.fomento.es/publicaciones](http://www.fomento.es/publicaciones)): Concepción Tejedor.

Colaboran en este número: Soledad Búrdalo, M<sup>a</sup> del Carmen Heredia, Macarena Herrera, Pepa Martín, M<sup>a</sup> del Mar Merino, Begoña Olabarrieta, Beatriz Rodríguez López, José Ignacio Rodríguez y Raquel Santos.

Administración: José Luis Turrado Turrado. Suscripciones: María Ulléd. Tel.: 91 859 11 12 C./ Eduardo Costa, 21 - local 7 Minicentro El Bulevar 28250 Torrelodones (Madrid). Información de publicaciones del Ministerio de Fomento: (91) 597 64 49/78. Dirección: Nuevos Ministerios. Paseo de la Castellana, 67. 28071 Madrid. Teléf. (91) 5 97 80 84. Fax. (91) 5 97 84 70. Redacción: Teléf. 5 97 72 64 / 65. E-mail: [cpublic@fomento.es](mailto:cpublic@fomento.es)

Comité de redacción: PRESIDENCIA: Tomás Merola Macanás. Vicepresidente: Ramón Lorenzo Martínez. Vocales: José María Noguero Fernández (Director de Relaciones Institucionales y Comunicación), Manuela Ferrarín (Secretaría de Estado de Infraestructuras y Planificación), Ángel Salazar Martínez (Secretaría General de Infraestructuras), José Luis López-Sors González (Secretaría General de Transportes), Ana Isabel Vázquez (Subsecretaría), Bárbara Trincado Cosío (Dirección General de Aviación Civil), Lucía Beloqui (Directora del Gabinete Técnico del Cedex), Emilio Sidera Leal (Dirección General de Transportes por Carretera), Fernando M. Martínez-Cano (Dirección General de la Marina Mercante), Antonio Recuero Almazán (Director de la Revista).

Impresión, publicidad y distribución: Tilde Comunicación Corporativa S.L. C./ Eduardo Costa, 21 - local 7 28250 Torrelodones (Madrid) Tel.: 91 859 07 07 Fax: 91 859 24 02 Correo-e: [tilde@tilde-sic.es](mailto:tilde@tilde-sic.es). Director de Producción: Luis Puig. Publicidad: Juan Carlos Abad Tel.: 91 859 07 07 / 659 846 377

Dep. Legal: M-666-1958. ISSN: 1577-4589. NIPO: 161-07-027-3.



MINISTERIO DE FOMENTO

Edita:

Centro de Publicaciones.  
Secretaría General Técnica  
Ministerio de Fomento

Esta publicación no se hace necesariamente solidaria con las opiniones expresadas en las colaboraciones firmadas

## LA PIEDRA LIGERA

ANTONIO RECUERO



Transcurridos en muchos casos más de dos mil años desde su construcción, el extenso legado de Roma en España —ciudades, calzadas, puentes, acueductos— no cesa de suscitar nuestra más viva admiración. Sin duda en ello tienen que ver tanto su perdurabilidad —hasta hace apenas dos siglos sus métodos constructivos no sólo mantenían plena vigencia, sino que aun buena parte de las obras transmitidas, trátase de puentes, presas o acueductos, seguían prestando con intachable eficacia los servicios para los que fueron concebidos— como la grandiosidad e intrínseca maestría con que vinieron a resolver problemas complejos: la distribución de grandes cargas en altura por medio de arcos; los trasvases de agua a largas distancias salvando muy diferentes cotas de nivel; la cimentación expuesta a aguas profundas o caudalosas; el saneamiento urbano...

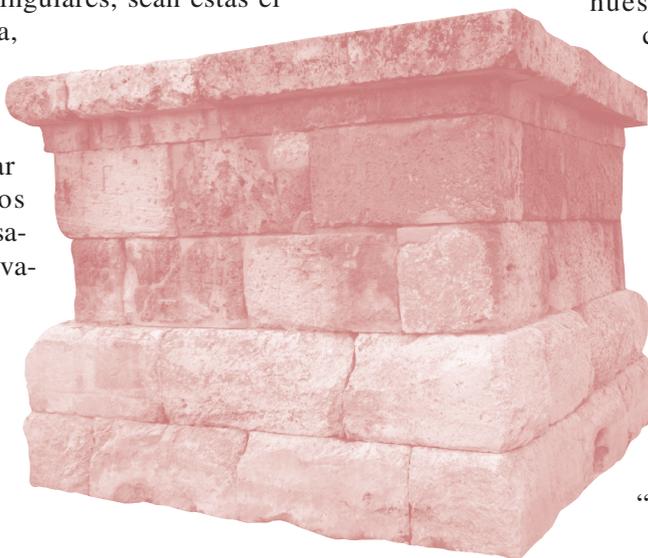
Hasta hace bien poco era un lugar común aceptar la profusión y ejemplaridad de ese valioso legado como paradigma del sentido práctico que alentaba en la primitiva civilización latina. Por fortuna, la creciente incorporación a su estudio de expertos procedentes de muy distintas facetas de la ingeniería está poniendo de relieve también el amplio repertorio de conocimientos teóricos que alienta detrás de cada una de las realizaciones más singulares, sean éstas el puente de Alcántara, el acueducto de Segovia o las presas de Almonacid o Proserpina, por citar sólo algunos de los ejemplos más sobresalientes de los conservados aquí.

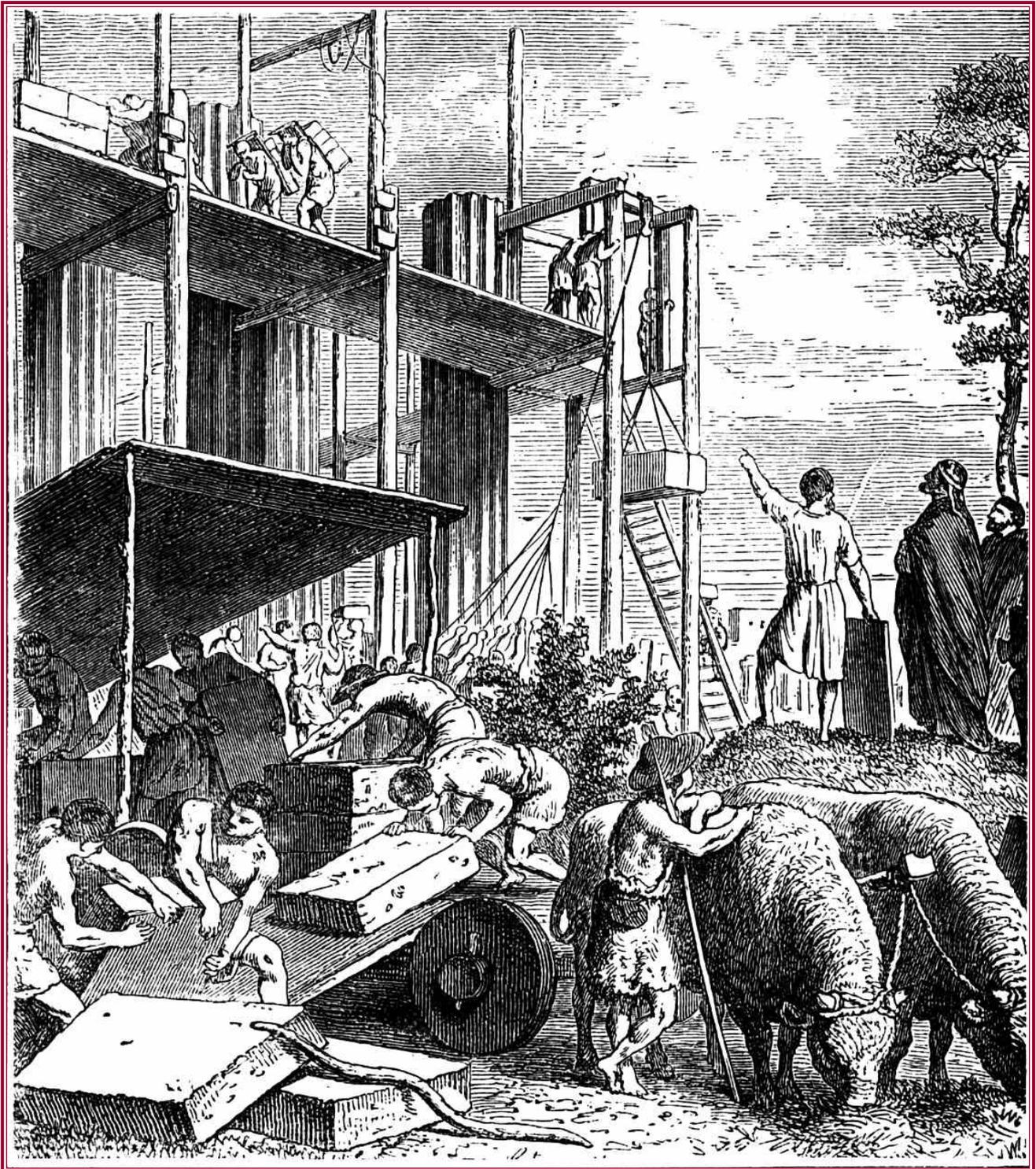
Por lo que concierne a nuestro país, es cada vez más amplia la nómina de ingenieros ilustres animados a seguir la

estela del gran Carlos Fernández Casado, siempre infatigable en el estudio y puesta en valor del más humilde vestigio ingenieril con caracteres históricos. Artífice comprometido en una de las primeras grandes restauraciones del acueducto segoviano allá por los comienzos de 1970, Fernández Casado se refería a esa labor como una de las tareas más gratas y emocionantes de cuantas le deparó nunca la profesión de ingeniero. En esa senda trabaja desde hace unos seis años el colectivo “Traianus”, un amplio grupo de profesionales de diversas áreas de la ingeniería coordinados por Isaac Moreno bajo el empeño común de arrojar nuevas luces sobre el legado al que debiera corresponder en verdad el sello de autenticidad del periodo romano

Finalmente, sería del todo injusto no recordar especialmente en estas páginas la ingente tarea investigadora y didáctica de Ignacio González Tascón, tan impagable como generoso asesor de esta publicación en tantas ocasiones. Sólo su inesperado fallecimiento cuando este monográfico comenzaba a gestarse nos ha impedido contar esta vez con sus sagaces orientaciones. En Ignacio convergían como en pocos el rigor y minuciosidad del investigador puro con un singular talento para su divulgación. Su interés y entusiasmo contagiosos siguen alentando e iluminando la recuperación e incorporación a

nuestro patrimonio histórico de cuantas manifestaciones han jalonado la evolución de la ingeniería en España. De su entregada labor en estos últimos años, Ignacio nos deja una amplia bibliografía y, sobre todo, la más amena puerta de entrada al mundo de la ingeniería romana desde la exposición *Artifex*, promovida por este ministerio en colaboración con el de Cultura y la Fundación Juanelo Turriano. Sin duda, Ignacio, “*erit tibi terra levis*”. ■





Los romanos revolucionaron la construcción con nuevos materiales e ingeniosas técnicas

# DEL HORMIGÓN A LA BÓVEDA



BEGOÑA OLABARRIETA

FOTOS: CABALLERO, A. RECUERO Y M. D. CORDERO

*En el año 38 a. C. Gaius Octavius (Augusto) declara a Hispania provincia romana, un hecho que marcará durante siglos la forma de construir infraestructuras en la península Ibérica, sus técnicas y los materiales utilizados en las obras públicas y privadas.*

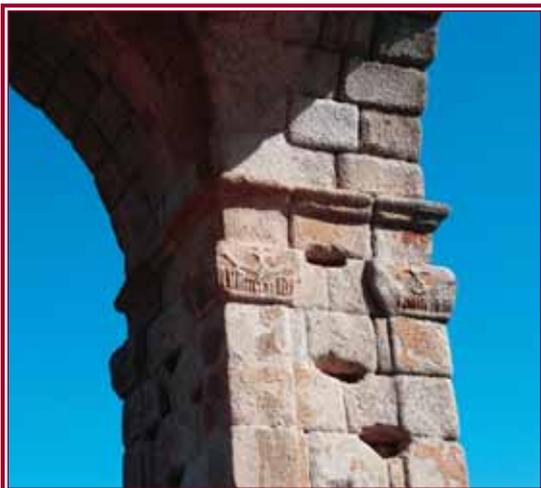
P

ocos meses después de que los nuevos dueños tomaran posesión de sus conquistas en Hispania, los habitantes de aquellas tierras empezaron a contemplar asombrados innovaciones nunca vistas hasta entonces. Estos nuevos pobladores construían usando el hormigón masivo de cal, o bien utilizaban bóvedas para cubrir las techumbres, dando lugar a nuevas dimensiones y distribuciones en los edificios. Éstas y otras muchas técnicas importadas darán a las grandes construcciones de las provincias romanas un volumen y una capacidad inauditos hasta aquel momento.

A diferencia de los griegos, los romanos eran muy prácticos a la hora de afrontar las construcciones, por lo que se preocupaban poco de las delicadezas formales, centrando su atención en la disposición de las plantas y los métodos de ejecución. Después, y una vez concluida la obra, llegaría el turno de los adornos y los revestimientos.

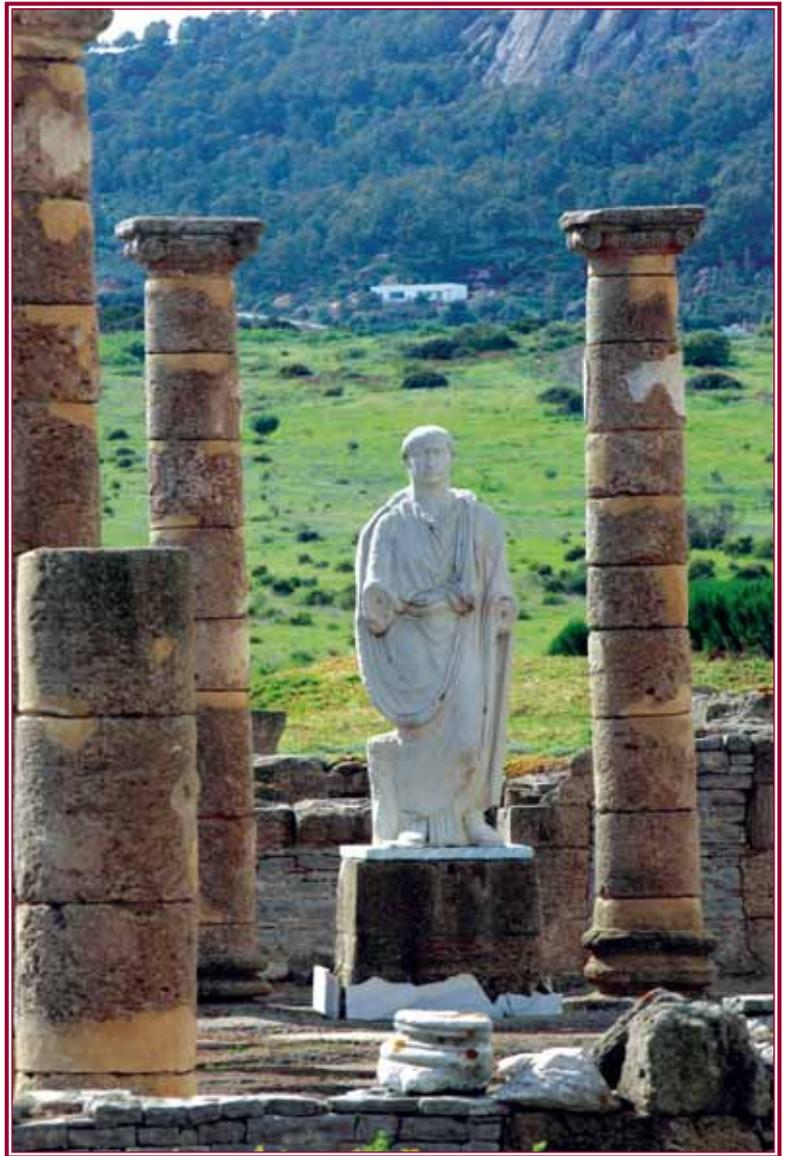
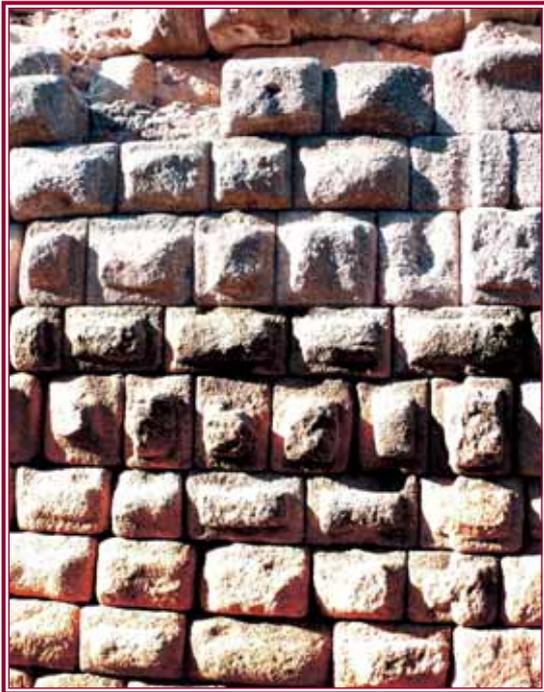
Pese a la riqueza del Imperio Romano, sus constructores siempre supieron conciliar la pasión por las grandes empresas con la economía, y el tamaño con los métodos de fácil ejecución.

Cronológicamente, los romanos desarrollaron sus novedosas técnicas entre el siglo II a.C. y los



*Página opuesta, construcción de un templo. Grabado de A Popular History of Rome, Londres, 1886. En esta página, bóveda de arista y detalle del pilar del arco cuadriforme de Cáparra (Cáceres), único de esta forma en España.*

# MATERIALES Y MÉTODOS CONSTRUCTIVOS



inicios del siglo IV d.C. En este periodo crearon un repertorio constructivo que se mantuvo casi inalterable hasta que en el siglo XIX irrumpieron en España nuevos materiales traídos de fuera, como el cemento Portland británico o el acero.

Más allá de las técnicas y de los materiales, el éxito de la construcción romana hay que buscarlo en que la concepción de las obras coincidía con la idea de dominación de los pueblos que pertenecían al Imperio. Así lo relataba Auguste de Choisy a finales del siglo XIX en su estudio sobre la arquitectura romana. Este ingeniero francés destacaba cómo en un intento de maximizar la eficacia sin disparar los costes, los romanos no sólo utilizaban esclavos, sino que también se valían de las poblaciones locales, a las que obligaban a participar en las grandes obras públicas a modo de tributo.

Esta utilización de mano de obra masiva y no cualificada conllevó otra característica técnica romana a la hora de construir: debían encontrar procedimientos que exigieran esfuerzos puramente físicos

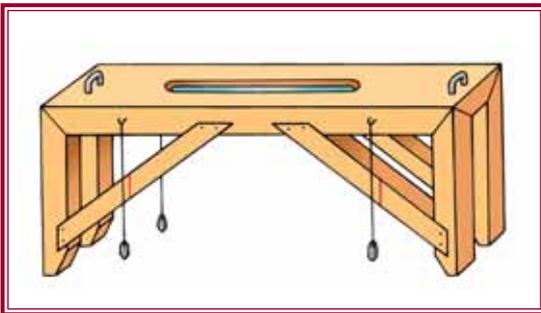
**Construcción en *opus quadratum* de la base del arco de Bará (Tarragona), columnas del foro de Baelo Claudia (Cádiz) y muro con sillares almohadillados en Mérida.**

y reducir, en la medida de lo posible, las tareas que requiriesen conocimientos complicados. Junto a estos improvisados obreros estarán los artesanos más especializados en la talla o la ornamentación, que darán el toque grandioso a la obra. Igualmente, y en su afán por hacer grandes construcciones a costes moderados, se simplificaron las obras auxiliares, como cimbras, andamios o cualquier otro tipo de accesorios que incrementasen el coste de los trabajos.

## La revolución del hormigón

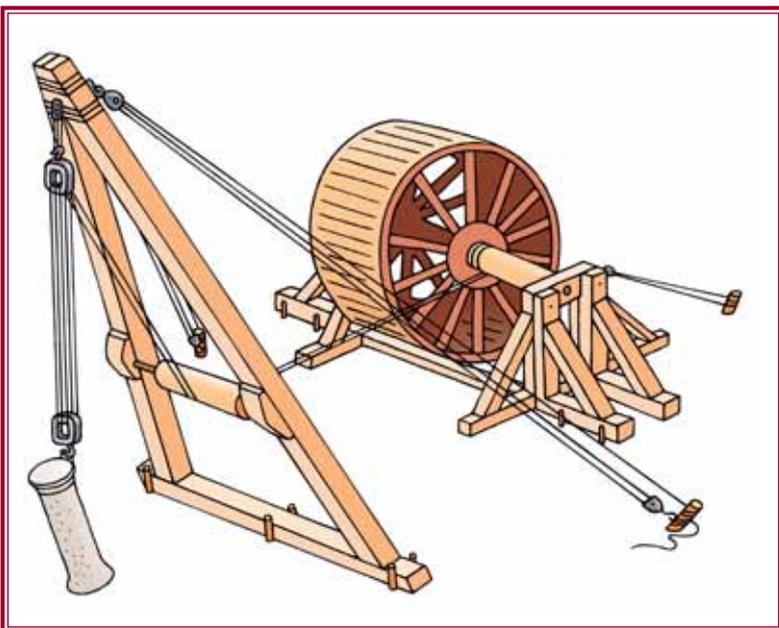
Pero si hubo una técnica constructiva que revolucionó las obras públicas del Imperio fue el uso del *opus caementicium*, una forma de lo que hoy conocemos como hormigón.

Hay que tener en cuenta que las ciudades romanas precisaban de una gran variedad de tipologías y soluciones constructivas, que debieron ser inventadas porque, debido a su complejidad, ya no podían ser resueltas con el sistema de adintelado



Antonio Aragüez

Arriba, galería abovedada del circo romano de Tarragona. Izquierda y debajo, coróbate y grúa, dos instrumentos usados por los romanos en sus construcciones.



Antonio Aragüez

tradicional. En su gusto por la sencillez y la economía, los romanos buscaron la forma de aprovechar mejor sus recursos. Así, en lugar de construir sus monumentos con grandes bloques trabajosamente aparejados, inventaron una construcción a base de pequeños materiales fragmentados y aglomerados con mortero, abriendo con ello un sinfín de posibilidades. Aunque la base de este sistema ya se encontraba en Etruria y en Egipto, será el Imperio Romano el primero en generalizarlo, basando sus obras públicas en esta idea y adaptándola a las necesidades de cada momento.

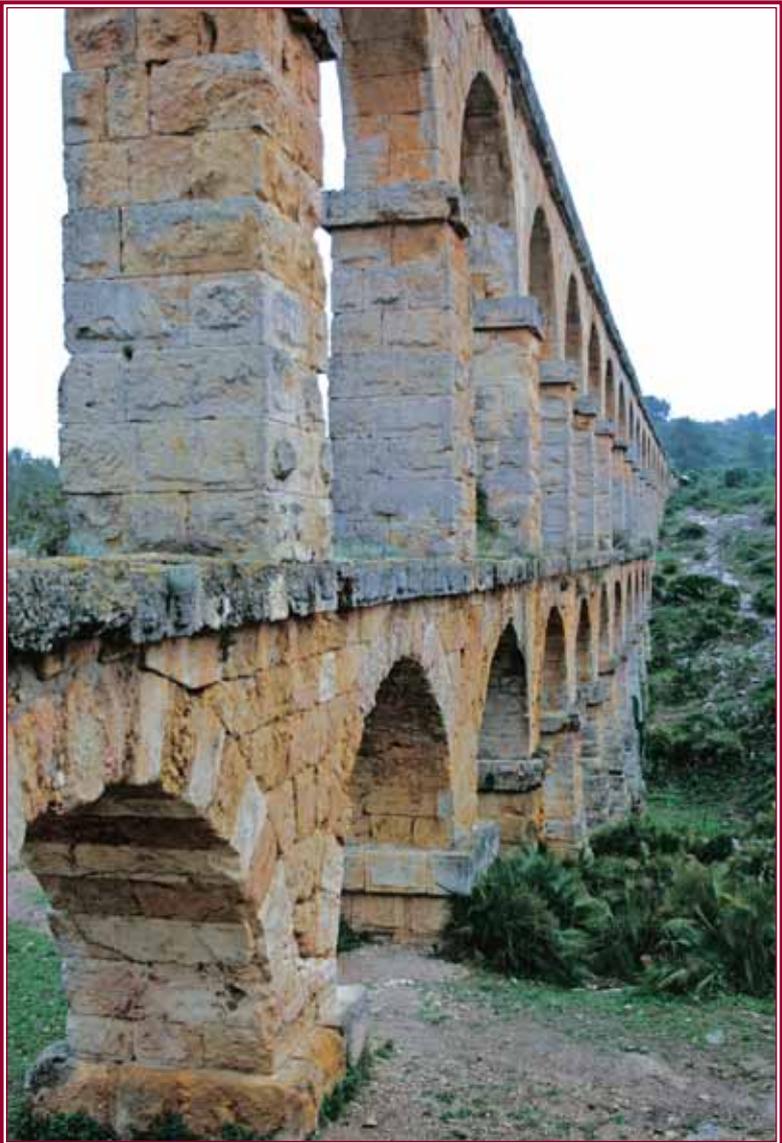
En esta adaptación local, el *opus caementicium* se servía de materiales diversos: mampuestos informes, cantos de roca dura que no servían para ser labrados o fragmentos de piedra, todo ello dependiendo de la región en la que se fuera a construir. Sólo había que preparar la argamasa y extender sobre ella la capa de piedras y cascotes menudos, por lo que no hacía falta la colaboración de grandes expertos en la construcción, y únicamente se necesitaban brazos fuertes para realizar el trabajo.

El hormigón romano era bastante diferente en su composición al hormigón actual. Para hacerlo utilizaron el aglomerante conocido desde el siglo IV a.C., el mortero de cal aérea, compuesto de cal, grasa, arena y agua.

De hecho, durante los primeros siglos de utilización de este material, la cal se constituyó en ese elemento fundamental, casi *mágico*, del hormigón romano. Era barata y de fácil obtención, además de



Detalle del trabajo de un *marmorarius* en la parte superior del templo de Venus en Mérida. Derecha, acueducto de Les Ferreres (Tarragona), construido en aparejo de *opus quadratum*.



permitir un grado de aglomeración que, de forma resistente, unía sillares o ladrillos hasta conseguir muros compactos.

El *opus caementicium*, una auténtica piedra artificial, supuso una revolución que posibilitará un cambio en las construcciones conocidas. Con este material quedan atrás los muros realizados con paramentos exteriores de sillería y rellenos de escombros, que daban inestabilidad al conjunto y que no permitían subir demasiado en altura ante el temor a que la estructura se desmoronase.

Rápidamente, el hormigón de mortero se extendió por los confines del Imperio ya que era barato y perdurable. Tan sólo había que conocer la técnica de extracción y preparación de la piedra caliza –en grandes hornos–, que era realizada por obreros

## Un 'orden' constructivo adaptado a cada territorio

**Fieles al orden y a la disciplina, los romanos establecieron unos principios y procedimientos que regulaban la construcción y sus técnicas, que permanecieron inalterables durante siglos.**

Sin embargo, supieron combinar este orden con las realidades locales que encontraron a lo largo del Imperio. Así, la flexibilidad y adaptación a los distintos territorios fue básica para el éxito de la construcción romana. Las reglas fijas no eran incompatibles con la necesidad de buscar los materiales y formas más adecuados a cada contexto.

**Bajo la uniformidad aparente, la arquitectura romana desprende matices diferentes según las tradiciones y las soluciones locales. El arte romano adopta, pues, un carácter municipal, en el que las corporaciones de artesanos eran las depositarias de la arquitectura local.**

Pero, pese a esta flexibilidad, había un principio común: que lo construido fuera útil el mayor tiempo posible. Esta idea les llevó a dictar leyes que regulaban la forma de trabajar y de evitar todo aquello que pudiera poner en peligro la permanencia de la obra en el tiempo.

**Una de estas leyes era la que fijaba una distancia mínima para las plantaciones que se extendían a lo largo de los acueductos, ya que en estas conducciones las fisuras de agua producidas por las raíces de plantas y árboles eran críticas.**

Así, desde el año 11 a. C., una decisión del Senado prohíbe terminantemente plantar a menos de 15 pies de los acueductos. Esta prohibición, conocida gracias al Tratado de Frontino sobre los acueductos, fue confirmada tres siglos más tarde en las constituciones de Constantino.



Capitel de piedra tallada en Iulióbriga (Reinosa, Cantabria).



especializados en sus diferentes fases: localización de las piedras de cal, quema y mezcla de las mismas con arena.

Pero, ¿qué ocurría cuando la construcción se hacía bajo el agua, bien en ríos o en en el mar? Basado en la cal, el *opus caementicium* sólo fraguaba en contacto con el aire y en unas condiciones adecuadas –las heladas o el calor excesivo deshidrataban la mezcla, impidiendo su endurecimiento–, por lo que para la ejecución de obras submarinas hubo que buscar una solución. Y los romanos la encontraron.

Plinio el Viejo, en su *Historia natural*, alababa el ingenio de los constructores romanos: “Quién dejará de admirarse viendo que la peor parte de la tierra, y por ello llamada polvo, en los collados de Puzol, se opone a las olas del mar y, sumergida en ellas, queda luego convertida en una piedra inexpugnable a las olas y cada día más fuerte...”.



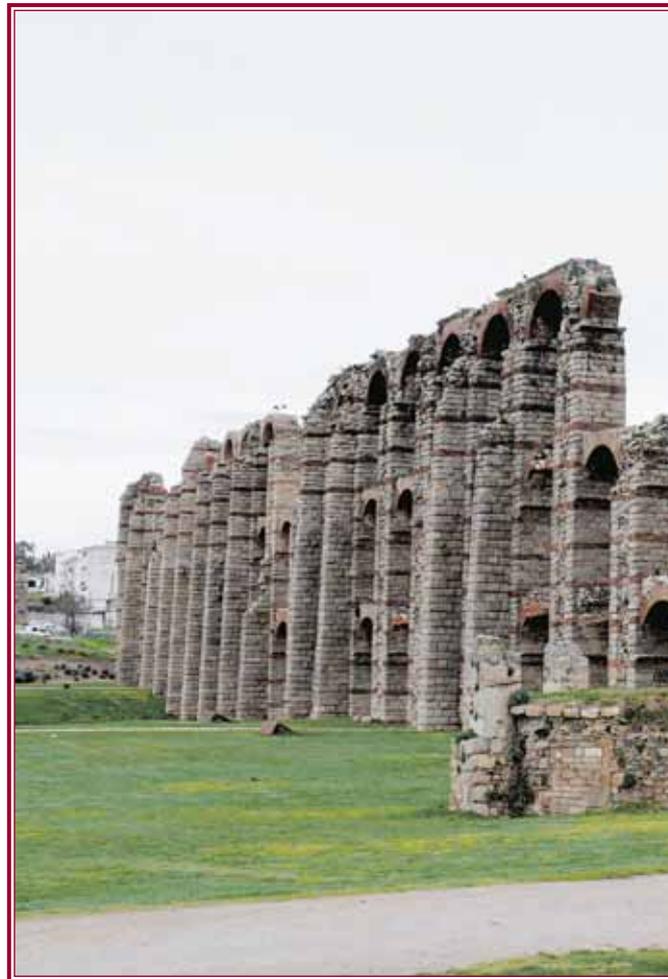
Arriba, ejemplo del uso de *opus caementicium* como núcleo estructural en el dique del puerto de Ampurias. Derecha, construcción en *opus mixtum* (sillares de granito y ladrillo) en el acueducto de Los Milagros (Mérida). Debajo, detalle ornamental en un templo de Mérida.



Efectivamente, la solución la encontraron los constructores del Imperio alrededor del siglo II a.C. –aunque no la consolidarán prácticamente hasta tres siglos más tarde–, y no fue otra que añadir al mortero una ceniza de origen volcánico, denominada puzolana, que endurecía bajo el agua conformando un auténtico hormigón hidráulico que per-

durará como técnica constructiva en España durante siglos.

Este nuevo tipo de argamasa fraguaba en contacto con el líquido debido a su alto contenido en silicatos. Para su obtención se empleaban 12 partes de puzolana, 6 de arena, 9 de cal y 16 partes de piedra. Los elementos se vertían en seco dentro de



los moldes, añadiendo después el agua y batiendo la mezcla, que fraguaba y endurecía rápidamente, produciendo una masa densa y homogénea de gran resistencia.

Una vez mezclado se vaciaba en un molde de cualquier forma y a cualquier escala. Sólo tenía un defecto: su consistencia y dureza no se conjugaban con la estética, como sí ocurría con las piedras nobles o los mármoles. Todo ello obligó a utilizar posteriormente revestimientos permanentes que embellecieran el conjunto.

Una vez conseguido el milagroso hormigón sólo había que empezar a construir los muros, colocando encofrados de madera –que eran posteriormente retirados y reutilizados–; o bien de materiales de fábrica –como ladrillos o piedras–, que quedarían integrados en la obra para siempre.

La técnica de construcción era sencilla: entre los encofrados se ponía una capa de materiales de distintos tamaños (*caementum*) a los que se añadían trozos de cerámica rotos para aligerar. Esta primera capa o tongada era de poco espesor y sobre ella

Empleo de sillares en *opus quadratum* (foto superior) y de muro ciclópeo y *opus africanum* en sendas estructuras en *Baelo Claudia* (Cádiz).

se vertía el hormigón, al que se ayudaba a compactar con mazos de madera (*fistucæ*) para rellenar los huecos que pudieran poner en peligro la estabilidad de la construcción.

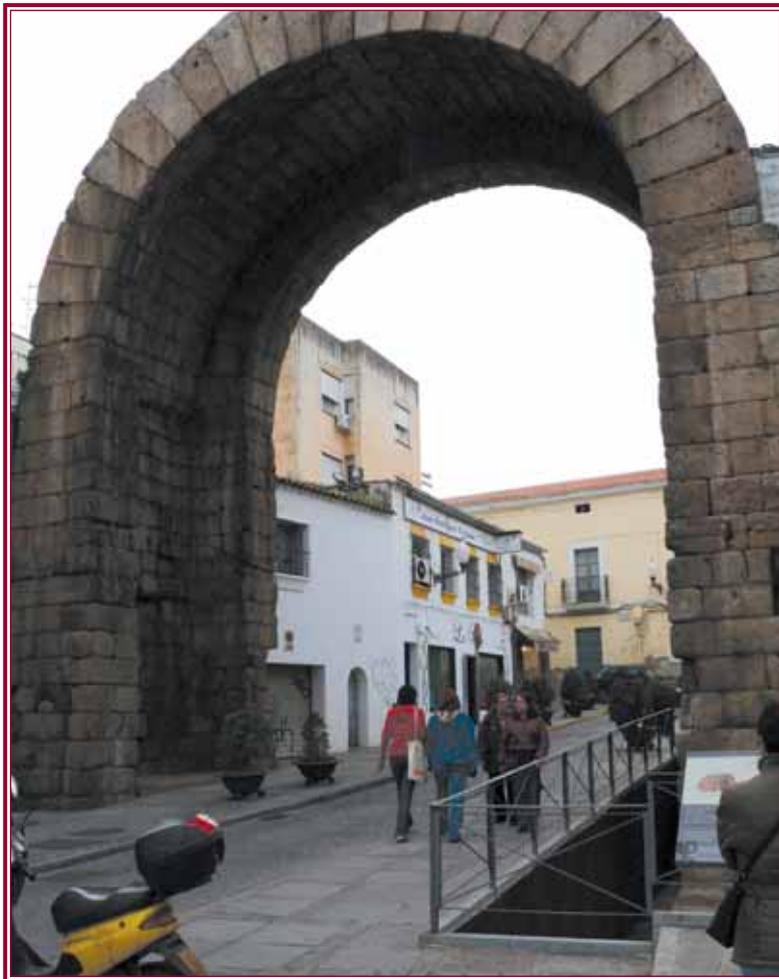
## Los nuevos aires en Hispania

Al idear el hormigón, los romanos se encontraron también en poder de un instrumento capaz de homogeneizar las reglas del arte de construir. Desde el momento en que los peones, sin excesivos conocimientos técnicos, podían levantar estructuras complicadas e incluso bóvedas, se crea una forma de construcción universal.

Las nuevas y revolucionarias técnicas romanas también llegaron a Hispania, como al resto de sus dominios, al paso ligero de los legionarios y de la mano de los constructores del Imperio, que llevaron sus métodos hasta los confines de las provincias conquistadas, erigiendo así ciudades enteras que recordaban, por sus trazas, a Roma.

Ejemplos de la utilización de estas nuevas técnicas los tenemos a lo largo de la geografía española, entre los que podemos mencionar el grandioso conjunto de las viviendas de *Italica*, en Sevilla.

Es fácil seguir la evolución y la entrada de las nuevas técnicas y los materiales analizando los muros y los encofrados perdidos –aquellos que no se



Acueducto de Los Milagros y arco de Trajano, ambos en Mérida (Badajoz).

retiraban de la estructura de la construcción—, que han permanecido diversos yacimientos.

Con la llegada del *opus caementicium* los muros dejaron de ser una superposición de piedras unidas con mortero para pasar a ser un núcleo resistente de hormigón, realizado con trozos de ladrillo o de mampuestos de piedra recibidos con mortero de cal y puzolana. Gracias a esta técnica constructiva, y sirviéndose de diversos materiales, según la zona, se hicieron distintos tipos de encofrados.

Ejemplos de los muros más primitivos los vemos en el *opus quadratum* utilizado en el periodo republicano, que se realizaba mediante sillares de dimensiones regulares, escuadrados y de superficie labrada, y que se unían bien con mortero o se colocaban a hueso. Algunos de gran calidad son los que encontramos en los acueductos de *Tarraco* y Segovia y en los puentes de *Emerita Augusta* (Mérida) y de Alcántara.

Una variación del anterior era el *opus latericium*, en el que los sillares de piedra se sustituían por ladrillo, un material con una

## La aparición del cemento romano ('opus caementicium') revolucionó la forma de construir

importante presencia en las construcciones romanas de Hispania.

Pero con la entrada en juego del hormigón comenzaron a levantarse muros compuestos, algo más complicados, pero más adecuados a las ansias romanas de construir grandes obras públicas.

Son los distintos tipos de *opus* (obra) para los que se utilizaban diferentes materiales y aparejos. Algunos se encuentran en la península Ibérica.

Siguiendo la idea de adaptación a los materiales y al gusto local, existe un *opus* singular del norte de África y del que podemos encontrar huellas en las ruinas de *Baelo Claudia* (la actual Bolonia, Cádiz). Es el *opus africanum*, que llegó al sur de Hispania gracias al comercio entre los norteafricanos y la Península. Se destaca por el uso, a intervalos regulares, de grandes bloques escuadrados —que conformaban pilastras— y que quedaron totalmente integrados en los muros de hiladas de sillares o de mampostería. Esos grandes bloques o sillares escuadrados se podían sustituir por sillarejos, sin duda abaratando el coste de la obra, más pequeños e irregulares, constituyendo el *opus vittatum*, del que hay restos en el circo de *Tarraco*, construido en el siglo I d. C.

Pero no siempre se conseguía piedra buena, por lo que en algunas zonas de Hispania se optó por



construir muros de peor calidad. Es el caso del *opus incertum*, que encontramos en la Cueva de los Siete Palacios de *Sexi* (Almuñécar, Granada). Para su construcción se utilizaron mampuestos de distintos tamaños irregulares y sin labrar, abaratando el coste en mano de obra y materiales.

Otra técnica barata era la del *opus silicium*, una construcción arcaica de bloques ciclópeos sin esquadrar en la que no se utilizó mortero y que vemos en algunos tramos de las murallas de *Emporion* (Ampurias) y en la base de la muralla de *Tarraco*.

## La piedra

El barato y potente hormigón no consiguió desplazar del todo a la piedra, cuyas técnicas de manejo hay que buscarlas en la antigua Grecia. Los romanos, fieles a su idea utilitarista, manejaron los métodos de cantería tradicionales de una forma sencilla, sin grandes alardes técnicos, pero con herramientas y maquinaria de gran eficacia.

Para manipular los bloques de piedra ciclópeos utilizaban grandes cuerdas con las que colgaban, transportaban y colocaban esas enormes moles en las construcciones. Previamente realizaban incisiones o encarnaduras en los bloques de modo que la cuerda pudiera sujetarlas —un sistema denominado de “castañuelas”—; o bien se valían de grandes tenazas para cogerlas.

Mover las piedras implicó igualmente el uso de poleas fijas, bien en mástiles o en los propios andamios de las obras, que se disponían de tal modo que aumentaban la capacidad de levantamiento, a la vez que disminuían el recorrido de los bloques hasta su colocación definitiva.

El principio de polipasto, una combinación de poleas, aparece en los textos de arquitectura roma-

Acueducto de Segovia y teatro de *Acinipo* (Ronda), dos ejemplos de construcción en *opus quadratum*.

## Colegios de artesanos

En la ejecución de las obras romanas existía una fuerte división del trabajo y muchos eran los protagonistas que conseguían finalmente la grandiosidad de los edificios e infraestructuras: distintos tipos de albañiles, labradores de madera o piedra, obreros encargados de la ornamentación... Cada corporación de artesanos tenía su parte de responsabilidad en el éxito de la obra común y también jugaba un papel importante a la hora de elegir los medios que creía necesarios para la ejecución de su labor.

Los artesanos poseían la capacidad para juzgar, en cierta medida, los procedimientos a emplear, aunque estaban obligados a seguir las reglas

tradicionales y las reglas supremas marcadas por los tratados que emanaban desde el centro del Imperio. Las corporaciones obreras, que hacían cumplir escrupulosamente estas reglas, fueron adquiriendo importancia y pronto crearon sus propias asociaciones.

Así, los obreros encargados de tallar la piedra para convertirla en sillares o dovelas, los *lapidarius*, se agruparon en torno al *collegium lapidarium*, y su importancia llegó a ser tal que firmaban su obras a través de inscripciones. En el Museo de Cartago Nova aún podemos ver las iniciales del *lapidarius* Marcus Mellius Samalo que firmó los sillares que preparó para esta obra.

También los albañiles o *structores*,

se agruparon en torno al *collegium structorum*, encargándose de las obras que se realizaban en mampostería y de hormigón en masa.

El requisito fundamental para todos ellos era la rapidez en la ejecución de la obra, ya que los monumentos públicos se levantaban a expensas de los magistrados y cargos públicos de turno. En esa ansia por la rapidez, la ornamentación era secundaria.

En la mayoría de los casos, el albañil ignoraba la decoración que se aplicaría a los muros que estaba levantando, por lo que utilizaba su técnica independientemente de que éstos fueran a revocarse o no.

Al distinguir entre estructura y forma, los romanos consiguieron orden y simplicidad.

nos, que lo adoptaron tras estudiar las obras teóricas de los antiguos griegos.

También Vitruvio, en el siglo I d. C., explica en sus tratados el funcionamiento de las cabrias de torno y de rueda, así como de los distintos tipos de polipastos que se utilizaban en las grandes construcciones públicas.

Igualmente tenemos noticias de cómo Hispania era conocida por la riqueza de sus canteras. Sillares, cal, areniscas y piedras valiosas, como el mármol, se extraían de los muchos yacimientos existentes en la península Ibérica. Para transportarlas se aprovechaban los cauces de los ríos —en barcas—, o bien se llevaban por tierra ayudados por

los lentos y costosos carros tirados por bueyes.

El manejo de las piedras estaba especializado y difería dependiendo de la dureza de la roca a extraer. Las blandas, como las calcáreas, se cortaban con sierras de madera o incluso con cables de acero, lo que permitía cortes lisos, como se puede apreciar en los restos de las canteras de *Cartago Nova*; un yacimiento tan rico que ya en el siglo III a. C. los púnicos comenzaron su explotación.

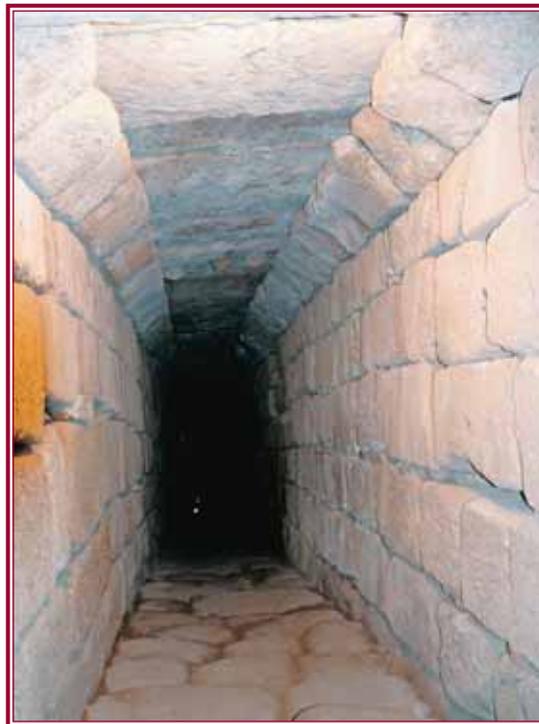
Para el trabajo con piedras la climatología y la estacionalidad eran elementos importantes. Especialmente en los materiales blandos, para los que los expertos canteros romanos recomendaban extraerlos en verano y proceder a solearlos antes de su utilización, de modo que perdiesen el exceso de humedad.

Además, eran conscientes, y así lo manifiesta Vitruvio en sus *Diez libros de arquitectura*, de que la facilidad de manejo y corte de estas piedras blandas tenía el inconveniente de su rápida degradación por el viento, la lluvia y el polvo cuando eran finalmente colocadas en el exterior.

Para las más duras, como los granitos, se utilizaba un sistema de cuñas.

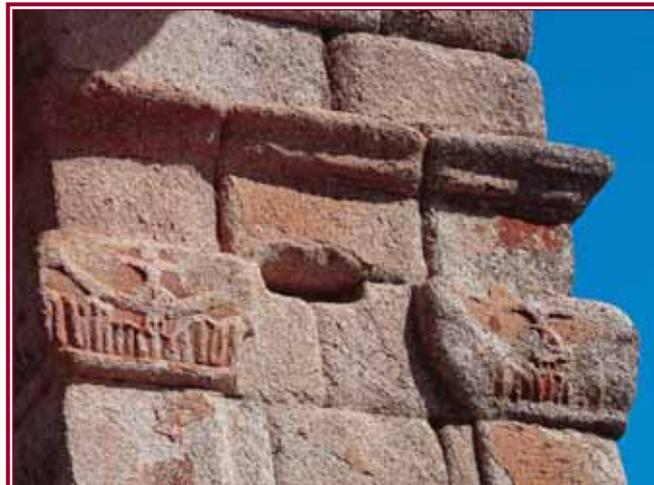


Arriba, restos del anfiteatro de Mérida. Derecha, galería de acceso a un pozo en Mérida, construida a base de sillares. Foto inferior, sillar bien labrado con una muesca para facilitar su transporte, en Clunia.



Se tallaban previamente las dos caras de la piedra excepto la parte inferior, donde se introducía una cuña de hierro (*cunei*), o bien una de madera seca, que al ser mojada se hinchaba, resquebrajando y desprendiendo el bloque.

Esta técnica de cuñas se aprovechaba de los niveles de sedimentación de la roca haciendo más fácil su desprendimiento. Al ser especialmente útil en la piedra granítica, hizo que este material fuera el preferido para muchas de las grandes construc-



ciones de Hispania, como el acueducto de Segovia, que utilizó granito pese a tener una cantera cercana de gneis (piedra en la que es difícil definir las líneas de fractura).

## 'Lapidarius' y 'marmorarius'

Una vez terminado el largo y pesado proceso de extracción entraba en juego el responsable de la talla, que convertía la masa informe de piedra en sillares o dovelas escuadradas. El *lapidarius* se encargaba de las piedras comunes, mientras que el artesano de rango superior, el *marmorarius*, tallaba el preciado mármol para las columnas, los pedestales y las molduras.

En su trabajo, estos artesanos de la piedra utilizaban hachas (*asciae*), picos, tenazas (*forfex*) y escoplos (*scalprum*) –herramientas de acero de distintos tamaños terminadas en pico que se golpean con mazas de madera–.

Pero aunque la mayoría de los vestigios romanos que encontramos en Hispania son de piedra y ladrillo, no todas las obras podían permitirse el uso

Fotos superiores, *opus spicatum* en un pavimento de Astorga (León) y detalle de la firma de un *lapidarius* en el arco de Cáparra. Debajo, restos del anfiteatro de Itálica (Santiponce, Sevilla).

de materiales tan costosos. Unas por no tener canteras cercanas de las que extraer roca, y otras por no disponer de fondos para ello.

Ante esta necesidad surge un material más básico, que ha permanecido casi hasta hoy en construcciones modestas de muchos pueblos de España: el adobe. Denominado *crudus later* por los constructores del Imperio, no era más que la mezcla de tierras arcillosas amasadas con arenas gruesas y, en ocasiones, paja. Podemos encontrar vestigios de este material básico de construcción en los muros exteriores del alfar de la Almadraba, en Els Poblets, cerca de Denia (Alicante); aunque por su fragilidad no existen demasiados restos en paramentos exteriores.

El adobe también constituyó el material de relleno de las murallas antes de que se generalizara el resistente *opus caementicium*. Así lo atestiguan los lienzos más altos de la muralla exterior de *Tarraco* (siglo II a.C.), que consiguieron una altura de 12 metros gracias a más de 70 capas de adobes perfectamente colocados como relleno, y que no transmitían empuje a la parte alta del muro.

Estos *crudus later* eran baratos y fáciles de manejar ya que cada pieza no pesaba más de 30 kilogramos y podía ser manipulada por un operario. Protegidos de las lluvias y la intemperie, podían perdurar en el tiempo.

Poco a poco el adobe se vio desplazado por el novedoso *opus caementicium*, que en la época imperial se conjuga con el ladrillo (*cocti lateres*), convertido en un elemento esencial para multitud de detalles

constructivos. En muchas ocasiones, el ladrillo se utilizaba como encofrado perdido en los muros con hormigón, pero en otras encontramos obras totalmente hechas de este material.

Los ladrillos se fabricaban en los ladrillares,

*La construcción de bóvedas comenzó a generalizarse en el Imperio a finales del siglo I a. C.*

amasándolos al aire y dejándolos secar, para después ser cocidos en el horno (*formax*).

Para sus construcciones, los romanos crearon varios tipos de *coc-ti lateres* que se ajustaban a las necesidades de la obra. Los mayores eran los denominados *bipedales*, de algo más de medio metro de lado y unos 7 centímetros de espesor (el tamaño límite que podían manejar los obreros con sus manos).

Había además otras clases de ladrillos, los *sesquipedales*, los *pedales* y los *bessalis*, todos ellos cuadrados de distintas dimensiones. También se hacían rectangulares, como el *lydion*, y triangulares, que servían para las estructuras de aparejo de ladrillo (*opus testaceum*).

Pero la complejidad estética de las grandes obras conllevó además la creación de otras formas, especialmente circulares o semicirculares, que servían para la construcción de las pilastras.

Al igual que en sillares y piedras labradas, los *coc-ti lateres* también van a llevar la firma del taller en el que se fabricaban e incluso el sello del cónsul o magistrado local que gobernaba, lo que ha permitido su datación. Era en estos mismos talleres en los que se fabricaban otras piezas de considerable importancia para las construcciones, como eran las tejas planas (*tegulae*) y las curvas (*imbrices*), utilizadas fundamentalmente para recubrir los techos de los edificios.

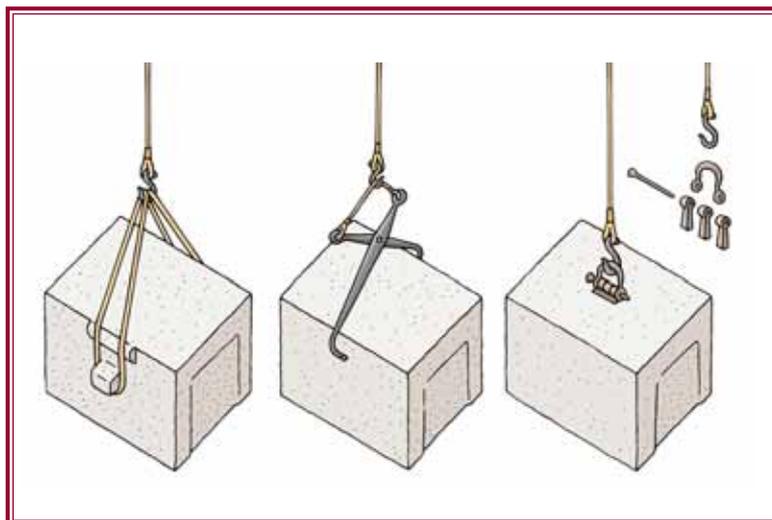
El aparejo de ladrillo fue importante en la construcción de lugares que estaban sometidos a variaciones de temperatura, como las termas. De hecho, podemos encontrarlo en los pilares que sujetan el suelo elevado de las salas caldeadas de las termas de *Carteia* (San Roque, Cádiz), *Baelo Claudia* y *Gigia* (Gijón).



Paredes de mampostería en las termas de Carmona (Sevilla). Derecha, torre de la muralla de Tarragona. Debajo, distintas formas de agarrar bloques de piedra tallados.



Antonio Aragüez

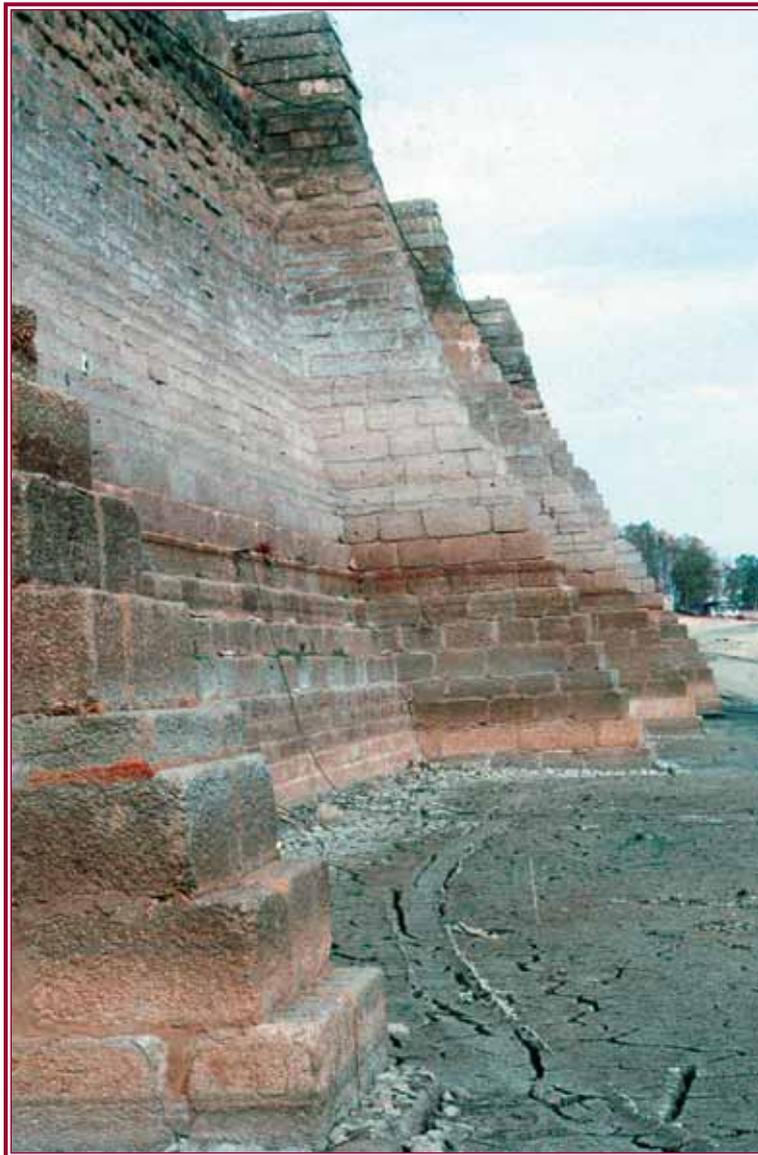


El aparejo podría ser además mixto (*opus mixtum*), combinando hiladas de piedra con otras de ladrillo, lo que daba a la composición un contraste cromático elegante. Esta técnica llegó a ser tan popular que se mantuvo en el tiempo, por lo que no sorprende encontrarla en los arcos de la Mezquita de Córdoba.

### Nuevos espacios abovedados

El hormigón usado en arcos y bóvedas fue, sin duda, la segunda gran revolución arquitectónica que los romanos expandieron por su Imperio. Aunque existían precedentes en el uso de estos elementos, nadie había conseguido sacarles tanto partido.

Efectivamente, egipcios y mesopotámicos ya habían construido con un tipo de arco primitivo, al igual que los griegos; y se encuentran algunos tipos de bóvedas en la antigua Etruria. Pero serán los romanos los primeros en explotar plenamente estos elementos estructurales.

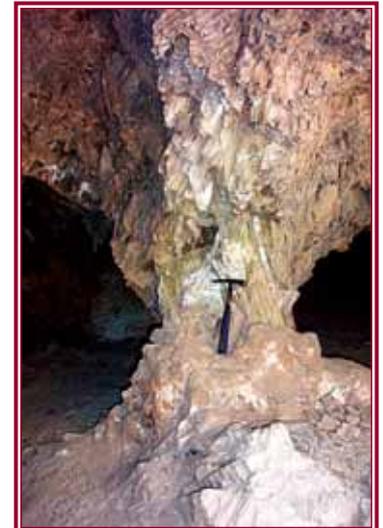


Las bóvedas se encuentran en todas las provincias conquistadas por Roma. Al estar construidas por pequeños materiales podían adoptar infinitas disposiciones, cubriendo recintos rectangulares, rotondas, exedras y superficies poligonales. Para Choisy, “nunca una forma de construcción se adecuó mejor a las necesidades materiales o morales de un pueblo, por eso los romanos hicieron del sistema abovedado la base de su arquitectura”.

Estas construcciones abovedadas solventaban el problema de sustituir las techumbres de madera por un sistema más sólido y que no exigiera materiales de difícil manejo, como eran los dinteles y los arcos adintelados –que ya utilizaban los griegos y egipcios–. La solución para estas grandes cubiertas era, pues, el uso de bóvedas hechas con materiales agregados con el mágico hormigón romano.

Este sistema de abovedados empieza a generalizarse a finales del siglo I a. C., una vez que las gue-

Izquierda, muro de piedra y contrafuertes de la presa de Proserpina (Mérida, Badajoz) durante un vaciado. Derecha, mina de *lapis specularis*.



## El gusto por el lujo y la luz

Con los comienzos del Imperio, bajo el gobierno de Augusto, el lujo empieza a generalizarse en las obras privadas, en las villas y en las termas que se construyen en todos los rincones de las provincias romanas.

Una vez que las guerras de conquista –con el consecuente desgaste de las arcas públicas– habían terminado, la bonanza económica se nota en el esplendor de las obras públicas y privadas. Grandes construcciones para el disfrute público en las ciudades, y ciudadanos adinerados que buscan lo mejor para sus casas y lugares de ocio.

Uno de los elementos que marcará el lujo y la nueva moda en las construcciones será el gusto por la luz, abriendo grandes ventanales en las paredes, que fueron recubiertos de materiales transparentes que dejaban pasar los rayos solares y salvaguardaban del frío y del viento.

Los grandes espacios diáfanos y la búsqueda de la luz del suroeste chocaron a Séneca, el primer gran pensador hispano, que en sus cartas no acaba de aceptar esos gustos que se ponían de moda. Así, en una de sus epístolas critica cómo “... hoy en día la gente dice que los baños son sólo adecuados para polillas si de algún modo no se han hecho adaptados para que irrumpa la luz del sol a lo largo de todo el día a través de amplios ventanales, y a menos que uno pueda bañarse y conseguir al mismo tiempo un bronceado, o por lo menos que desde la estancia uno tenga vistas sobre la campiña y el mar”.

Los grandes ventanales con cristales, que hoy siguen marcando nuestras construcciones más modernas, tienen sus antecedentes en el uso del yeso espejuelo, o *lapis specularis*, y del *vitrum*, vidrio fabricado en hornos.

Hispania contaba, además, con una de las mejores minas de sulfato de yeso del Imperio, situada en *Segóbriga* (Saelices, Cuenca). Transportado en carros, ese preciado material partía hacia *Cartago Nova*, puerto desde el que se exportaba. Ya en destino, los bloques se cortaban en finas láminas listas para colocarse en las ventanas.

El éxito del *lapis specularis* para cubrir los vanos fue tal que superó al vidrio y se mantuvo durante siglos, encontrándolo incluso en construcciones del siglo XV.

El *vitrum*, ya conocido por los faraones en el año 2.500 a. C., se conseguía mezclando sílice, sosa o potasa con piedra caliza, todo ello fundido a alta temperatura en hornos adecuados. Su uso para cubrir ventanas se generalizó en las últimas décadas del siglo IV d. C., con formas rectangulares, o circulares, para cubrir los oculus de las termas.



rras de conquista han terminado y las contiendas civiles han llegado a su fin. El uso de las bóvedas coincide con el gusto por el lujo que marcará la época del Imperio, en la que no se reparaba en gastos para que las obras públicas fueran grandiosas.

Pero más allá del lujo, la posibilidad de emplear bóvedas para cubrir las grandes salas de los edificios cambia por completo la distribución de las plantas, permitiendo la creación de nuevos espacios, con iluminaciones y características diferentes.

Además, la necesidad de contrarrestar el empuje de las mismas, así como de darles apoyo dentro de la estructura de los edificios, conduce a la creación de formas inusitadas.

Por primera vez se rompe con la forma arquitectónica egipcia o etrusca, para dar paso al nacimiento de una nueva forma de construcción puramente romana que se empieza a gestar en tiempos de la República y que tiene su máximo esplendor en los siglos imperiales.

Para la fabricación de las bóvedas los romanos, como en cualquiera de sus elementos constructivos, eliminaron las complicaciones, y siguieron su política de utilidad y austeridad. Así, consiguieron evitar las cimbras de madera, que no alcanzaban la rigidez requerida, suponían mucho gasto de material y necesitaban de expertos carpinteros. El socorrido ladrillo vino a suplir estos inconvenientes.

La idea, sencilla e ingeniosa, era dotar a las bóvedas de un armazón interno de ladrillo que sostuviese los hormigones durante la construcción, evitando que recargasen la totalidad de su peso sobre las cimbras, y ahorrando así el coste de las maderas provisionales.

El uso de las bóvedas se generalizó



Fotos superiores, hipódromo de Mérida, restos de las termas de Acinipo (Ronda) y cantera utilizada por los romanos en Xátiva (Valencia). Debajo, tubería del acueducto de Tempul (Cádiz).

de tal manera y se hizo tan popular, que los obreros romanos, a fuerza de práctica, construían los nervios de ladrillo de forma casi mecánica, apurando todas las posibilidades de economizar tiempo. Así, Choisy habla de una ejecución precipitada y una gran incorrección formal. Pero esta forma de trabajar, bordeando los límites de lo correcto, no se debía a negligencia sino a la idea de que era inútil gastar tiempo en las obras auxiliares.

Si el esqueleto de ladrillo sólo debía sostener los hormigones durante su ejecución, para después quedar embebido en el interior de la fábrica, y si estas retículas luego iban a desaparecer tras la decoración, para qué complicarse más la vida; solo suponía un gasto superfluo.

Más tarde llegarían los decoradores y artistas a cubrir literalmente la construcción dándole una imagen lujosa y grandiosa. Pero, como ya hemos visto, ésa era otra parte del proyecto para la que, conscientes de sus limitaciones en estos menesteres, se empleaba a artistas griegos o bien se copiaban muchos de sus elementos ornamentales. ■



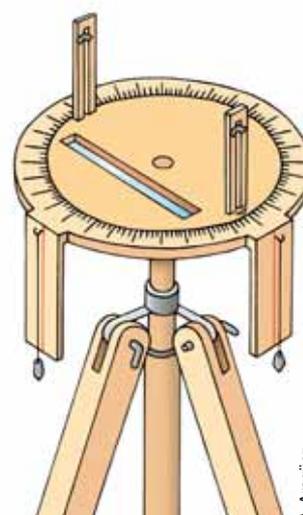


El dominio de la topografía permitió a los ingenieros romanos construir sus más importantes obras públicas

## MEDICIONES PARA LA ETERNIDAD

BEATRIZ RODRÍGUEZ LÓPEZ  
FOTOS: CABALLERO Y M. D. CORDERO

*La canalización de aguas mediante obras de ingeniería como el acueducto de Segovia, las vías Apia o Augusta de la red de calzadas que unían cada rincón del Imperio o la perforación de galerías forman parte de las obras públicas que los romanos llevaron a cabo gracias al dominio de la topografía. La documentación sobre el conocimiento romano de esta ciencia es escasa, pero su empleo fue muy bueno y prolífico. Los resultados lo avalan, con obras que han perdurado hasta la actualidad.*



A. Aragüez



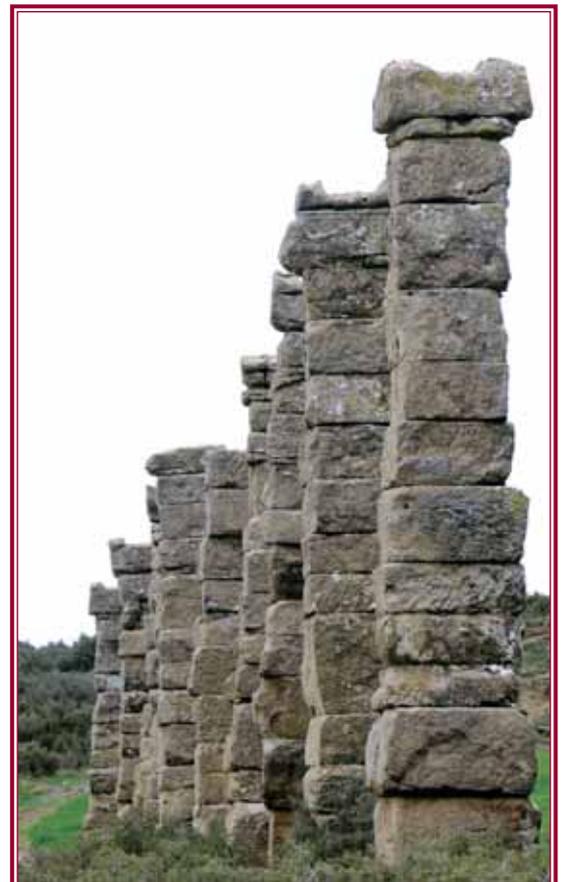
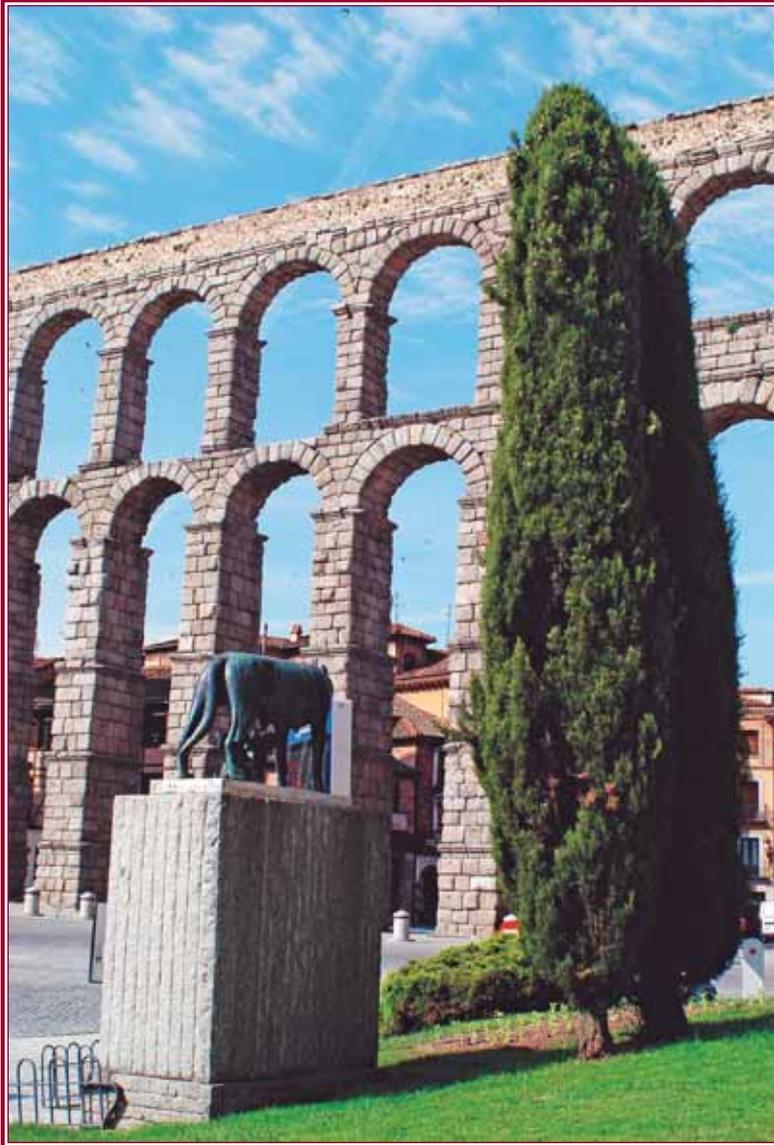


Instrumentos como la dioptra del dibujo permitieron a los romanos mediciones de ángulos o levantamiento de planos básicos para sus obras públicas. En las fotos, acueducto y galería de Peña Cortada (Xelva, Valencia) y anfiteatro de Clunia (Coruña del Conde, Burgos).



Es muy poca la certeza sobre la forma exacta y la precisión del instrumental topográfico que utilizaron los ingenieros romanos, cuyo conocimiento ha llegado hasta hoy a partir de las descripciones de autores clásicos. Pero las deducciones que se desprenden de estos textos, de restos arqueológicos y de algunas investigaciones con modelos han hecho posible que hoy podamos imaginar con bastante aproximación cómo eran aquellos utensilios que los romanos emplearon para construir sus principales obras de ingeniería en Hispania. Una muy buena información acerca de todos esos útiles y la forma de usarlos es la que se nos describe en *Topografía romana*, de Isaac Moreno Gallo, publicada en el libro de ponencias *Elementos de ingeniería romana*, elaborado para el congreso europeo “Las obras públicas romanas” que se celebró en Tarragona en noviembre de 2004.

La cuerda, la cadena, la decempeda, el odóme-



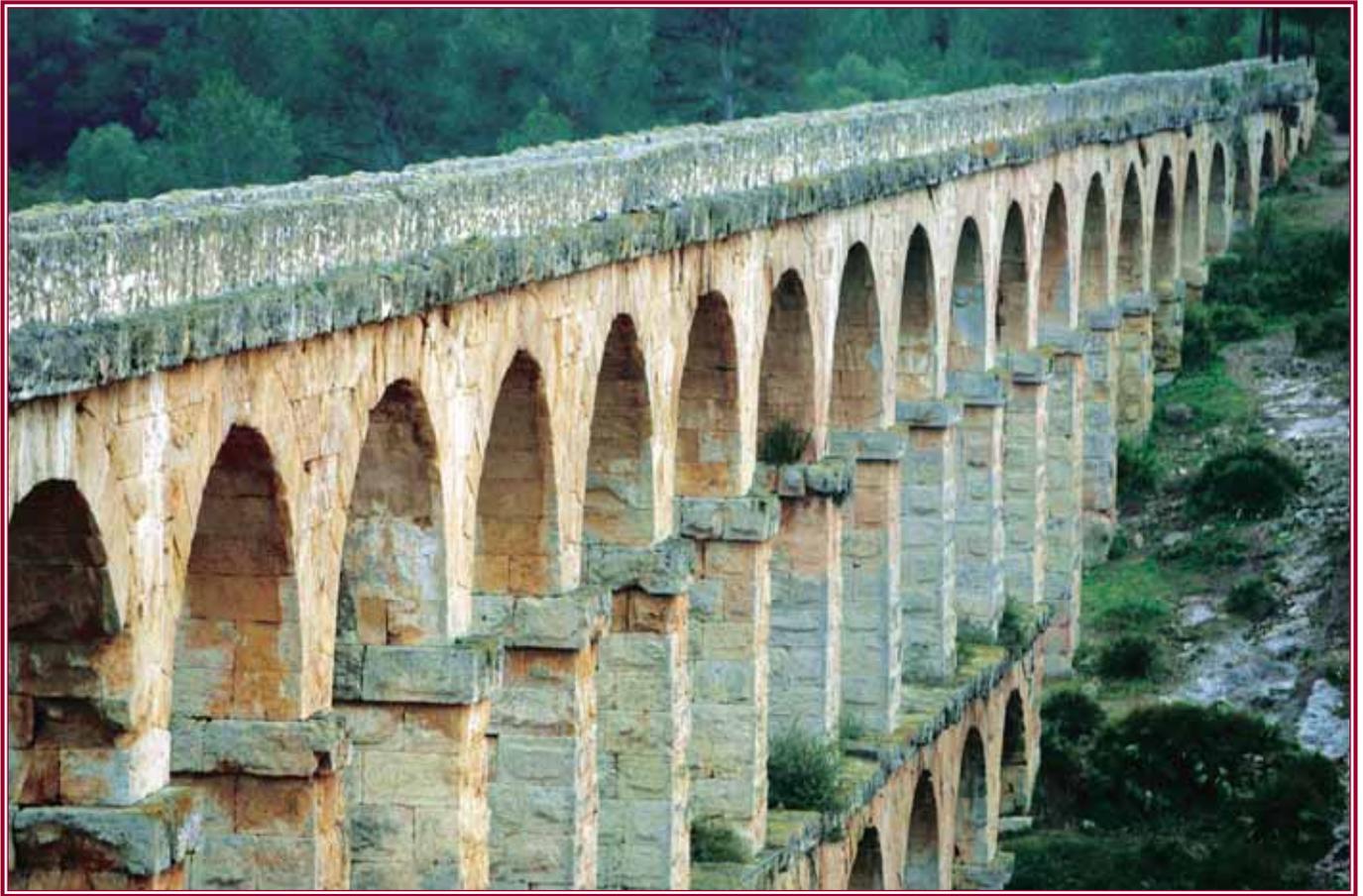
tro, los jalones o banderolas, la groma, la escuadra de agrimensor, el gnomon, la *libra aquaria*, el corobate, la dioptra y la lámpara son algunos de los principales instrumentos allí referidos en relación a los distintos usos que les debieron dar los constructores romanos, bien para la medición de las fincas y deslinde de propiedades agrarias o urbanas, el trazado de calzadas, canalización de aguas, perforación de túneles y trazados de galerías bajo tierra, etc.

**El corobate fue un instrumento de nivelación imprescindible para las grandes obras de canalización romana. En las imágenes, acueductos de Segovia y de Uncastillo (Zaragoza) y canalización de León.**

## Longitud romana

Uno de los parámetros básicos para cualquier construcción es la longitud. Los ingenieros romanos contaron para calcularla con diversos instrumentos de cálculo, como la cuerda, la decempeda, el odómetro y la cadena.

La cuerda se antoja la herramienta más rudimentaria y útil en cuanto a su fácil portabilidad de cuantas se manejaron en la antigüedad. Para que fuera lo más exacta posible, desde las más antiguas



Arriba, acueducto de Les Ferreres (Tarragona). Derecha, dibujo de una groma, instrumento empleado para el trazado de campamentos militares y ciudades de nueva planta.

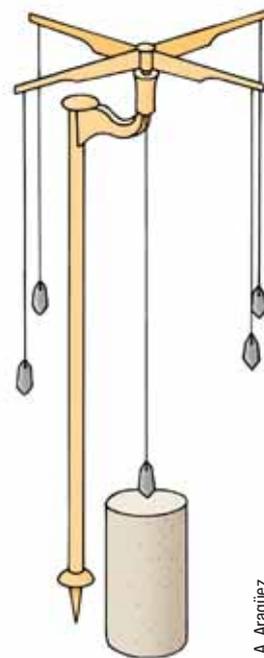
civilizaciones, como la sumeria o la egipcia, ya se le aplicaban capas protectoras de aceites y ceras, y se procedía a su tensado a fin de que mantuviera una dimensión lo más inalterable posible.

La cuerda tuvo su versión rígida en la decempeda o pertica, en realidad una vara de madera de unos diez pies de longitud, en torno a los tres metros, que aseguraba una mayor exactitud. Para hacerla aún más fiable e inalterable es posible también que se usaran perticas hechas en metal de aleaciones ligeras o hierros huecos. Una variante de la misma aún más fácilmente transportable por su maleabilidad debió de ser la cadena, aunque Isaac Moreno advierte de que no hay constataciones fehacientes de su uso en época romana. Pero lo cierto es que se

## Instrumentos y técnicas

Los ingenieros romanos medían las distancias gracias a instrumentos como la cuerda, la cadena de topógrafo, la decempeda o pertica y el odómetro. Gracias a los jalones o banderolas, que les servían para trazar líneas, fue posible el uso de otros utensilios como la groma, la escuadra de agrimensor y el gnomon. Para medir niveles se emplearon la libra aquaria y el corobate.

Éstas, junto a la dioptra o la lámpara, son algunos de las herramientas imprescindibles para el topógrafo romano, figura básica para la construcción de las más complicadas obras públicas. Todos ellos se emplearon en las diferentes técnicas para la medición del terreno, la geodesia, la triangulación, la agrimensura, el trazado de carreteras, la canalización de las aguas, la nivelación o la perforación de galerías.

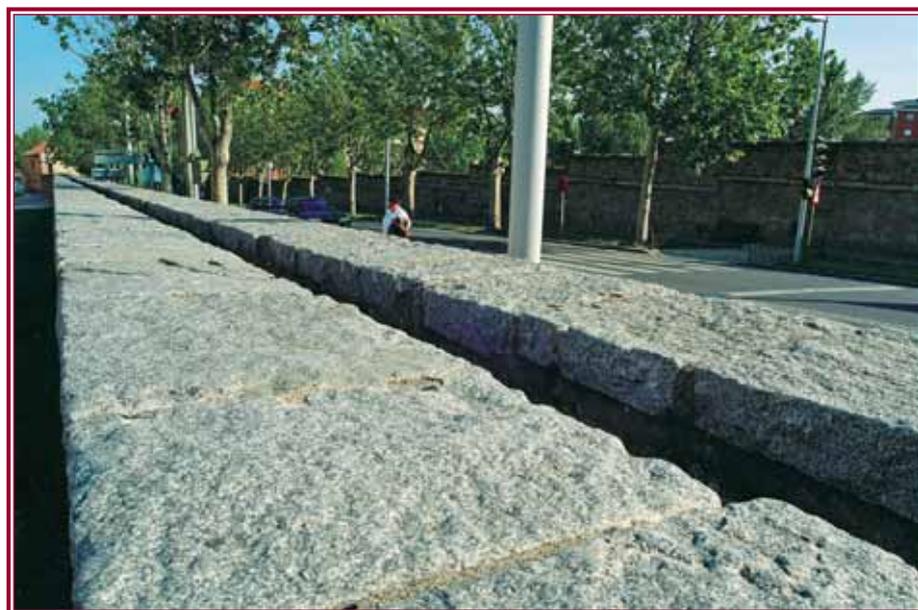


A. Aragüez

trataría de una versión más manejable que la pertica y que garantizaría igual exactitud.

Para la medición de caminos y otras distancias se empleó el odómetro. Ya Vitruvio en *Los diez libros de arquitectura* hace una descripción de este sistema de engranajes. Éstos se introducían en una caja y se conectaban a otro situado en la rueda del carro, que debía ser de un diámetro siempre igual, todo ello dispuesto de modo que, tras un determinado número de giros, se liberaba

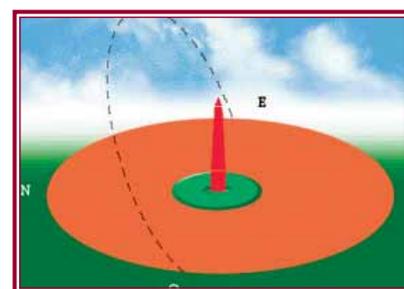
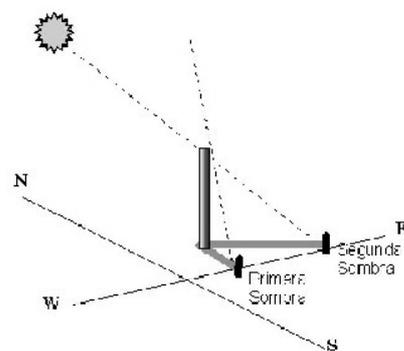
una cuenta o señal por cada milla recorrida desde la cajita dispuesta en los bajos del carruaje. Este ingenioso dispositivo también debió tener su adaptación marinera mediante molinete de aspas, con lo que desde las embarcaciones se podían calcular las



distancias de navegación. No se trataba en rigor de un instrumento muy exacto, pues las caballerías en tierra o los vientos en la mar impiden todo rumbo constante. Quizá por ello, en la larga distancia, la referencia comúnmente usada no dejara de ser la jornada de viaje en función de que éste se efectuara a pie, a lomos de caballo o en carruajes.

Cuando se trataba de mantener grandes alineaciones, como en el caso de calzadas o largos acueductos, es muy probable que los romanos se sirvieran de unos hitos o postes verticales, portátiles, coronados con paños de colores a modo de banderolas para facilitar su visión. En grupos de tres o más, servían para establecer la dirección a seguir por la alineación y mantenerla a lo largo del terreno. Estos jalones también se usaban como auxiliares de otros instrumentos de medición –groma, escuadra de agrimensor, dioptra–, y con ellos se

Fotos superiores, calzada reconstruida en *Juliobriga* (Reinosa, Cantabria) y canal del acueducto de Segovia. Derecha, dibujo de un gnomon y mediciones de ángulos a partir del Sol.



*Los romanos calculaban la longitud con instrumentos como la cuerda, la cadena, la decempeda y el odómetro*

fijaba la alineación a partir del ángulo determinado por el instrumento principal. Es muy probable que cuando el trazado estuviera ya decidido sobre el terreno, el lugar de esos hitos móviles fuera ocupado por otros de carácter fijo, en piedra, del tipo miliario o estelas conmemorativas.

## La perpendicular

Uno de los principales instrumentos romanos para obtener trazos perpendiculares fue la groma, seguramente también adaptado de otras civilizaciones. Consiste, en síntesis, en un soporte alargado de metal o madera sobre el que descansa una cruz de cuatro brazos, cada uno de los cuales lleva suspendido un hilo con su plomada como indicador de la verticalidad. Su estabilidad se lograba hincándolo en el suelo. Las plomadas servían como referencia para la traslación al terreno de ortogonales y de lí-

neas paralelas equidistantes (*limites*), que permitían una parcelación bastante deficiente pero eficaz cuando se trazaba de particiones aproximadas.

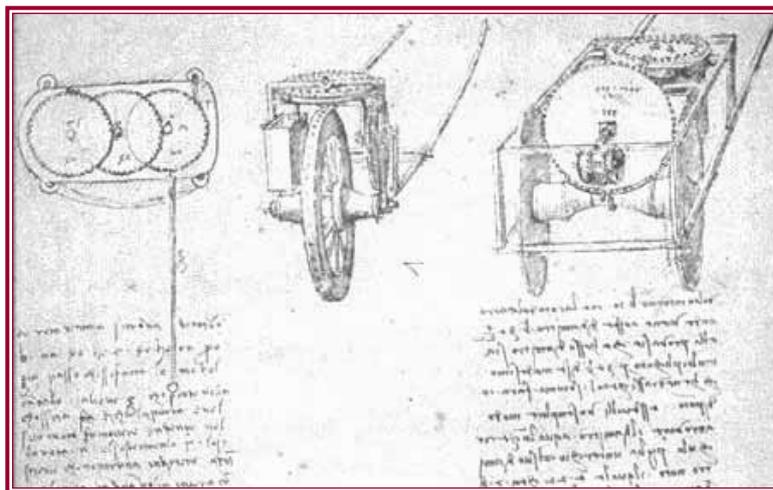
Se usó en el trazado de la trama urbana de los campamentos militares y de ciudades de nueva planta, en las asignaciones de tierra a los soldados durante las campañas de conquista, etc. No se empleó para arrastrar grandes alineaciones ni para el trazado de la malla externa de las parcelaciones de tierras (*centuriato*), como tampoco para el trazado de carreteras ni para obras hidráulicas. Como desde la época de egipcios y griegos la geometría tuvo un fuerte carácter religioso, casi siempre esotérico y reservado a las clases sacerdotales, para muchos investigadores es probable que la groma derivara de alguna otra pieza usada por los sacerdotes o magos en sus ritos adivinatorios.

Por su parte, la escuadra de agrimensor no deja de ser una groma más actualizada. Consiste en un cilindro con ranuras verticales, de forma que las pínulas o tablillas resultantes de las secciones que atraviesan el objeto se sitúan de forma precisa en planos perpendiculares. Las alineaciones que a través de ellas pueden establecerse son perpendiculares, es decir, de 90 o de 45 grados.

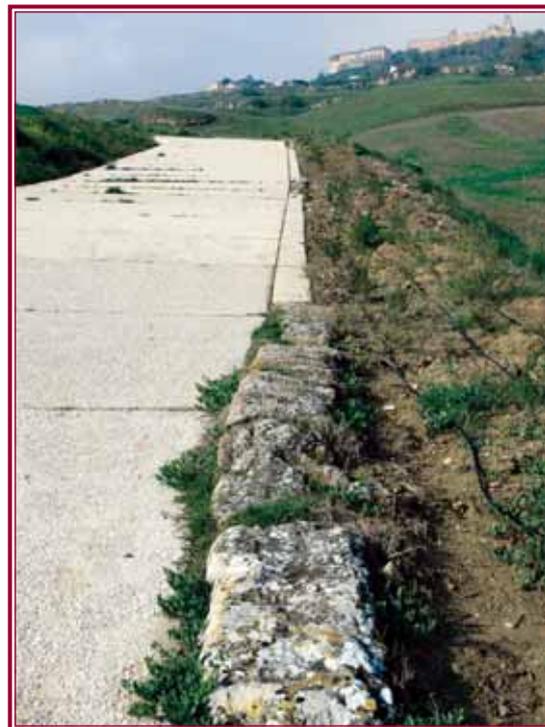
Esta escuadra es ya usada en agrimensura en la Edad Moderna, al menos desde el siglo XVI. De esta época datan algunos dibujos y explicaciones sobre su empleo y utilidad, como los del *Tratado de geometria practica*, de Giovanni Pomodoro.

### El norte de Roma

La determinación del norte fue otro de los requerimientos primordiales en la topografía antigua, algo imprescindible si se quiere fijar una orientación precisa para cualquier construcción; para los romanos, con unas creencias extremadamente panteístas, muy fundamentadas en las fuerzas de la naturaleza y el



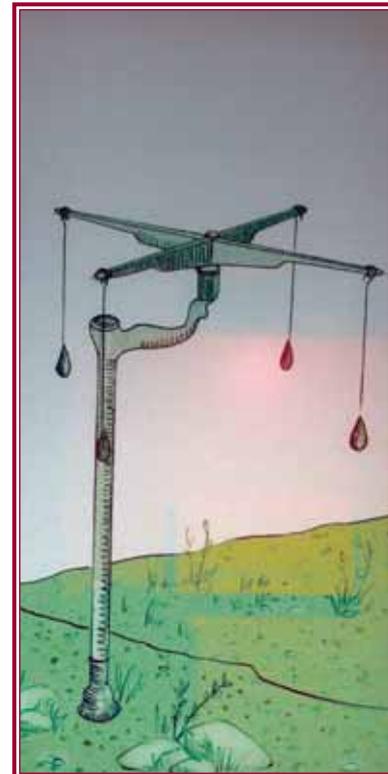
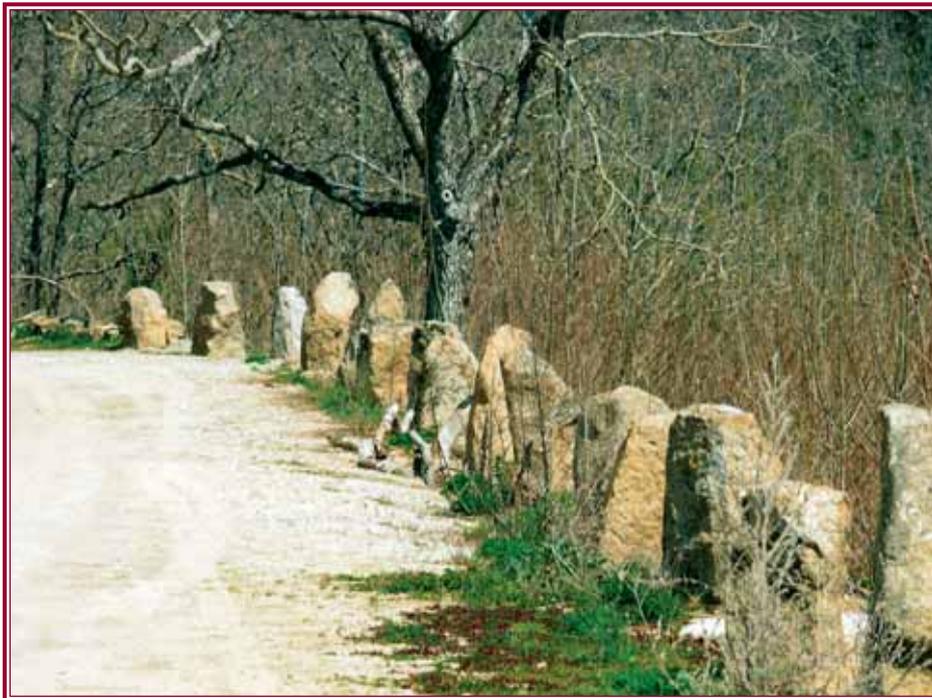
El odómetro (en el dibujo de Leonardo da Vinci) permitía medir la longitud de las calzadas romanas, que luego se expresaba en los miliarios. Arriba, miliarios en Herrera de Pisuerga (Palencia). Debajo, calzada en Carmona (Sevilla).



## El pie cuadrado romano

La medida básica de superficie para los romanos era el pie cuadrado (0,0876 metros cuadrados). Éstos son sus múltiplos o equivalencias en metros cuadrados:

- **Actus** (14.400 pies cuadrados = 1.261 metros cuadrados),
- **lugerum** (28.000 pies cuadrados = 2.523 m<sup>2</sup>)
- **Haeredium** (57.600 pies cuadrados = 5.046 m<sup>2</sup>)
- **Centuria** (5.760.000 pies cuadrados = 504.576 m<sup>2</sup>)
- **Saltus** (144.000.000 pies cuadrados = 12.610.440 m<sup>2</sup>).



en el plano. Se levanta “a escuadra” en el centro exacto de una circunferencia y se siguen las distintas proyecciones de la sombra alrededor del círculo, anotando los momentos en que ésta entra y sale del dibujo del círculo o lo toca. Desde el punto de más longitud de sombra se traza otro nuevo círculo. Luego se unen los puntos de mínima y máxima sombra en el primer círculo proyectando una recta que lo cortará y cuya mitad será el eje perpendicular que marque la trayectoria norte-sur.

A partir del gnomon ya en el antiguo Egipto se construían relojes solares y también calendarios con los correspondientes solsticios.

## Más precisión

Para encontrar la diferencia de nivel entre dos puntos de terreno, hallando alturas o distancias, los técnicos romanos emplearon la dioptra, un instrumento de gran complejidad que fue más utilizado en cálculos astronómicos que en nivelaciones de ingeniería. La dioptra consistía en una alidada o regleta de pínulas que podía desplazarse sobre un limbo graduado. A lo largo del tiempo existieron algunas variantes.

En Grecia se debió usar una dioptra con una pínula fija y otra deslizante sobre una regleta graduada de unos dos metros de longitud.

Por su parte, Herón de Alejandría, en el siglo I,

cosmos, resultaba poco menos que obligado para no provocar la ira adversa de los hados, bien se tratara de la construcción del más lujoso templo o la más humilde de las moradas. A falta de una brújula que indicara dónde está el norte verdadero o astronómico, se venía deduciendo mediante un sencillo ingenio, derivado de los primitivos relojes solares, el gnomon.

Vinculado también a ritos religiosos, el gnomon consiste en una varita o aguja vertical metálica que se coloca sobre un plano horizontal para averiguar la altura del Sol, según la sombra proyectada por él

*La elaboración de mapas de precisión para escoger los trazados más aptos y llanos para las calzadas fue una actividad común de la ingeniería romana. A la derecha, dibujo de una groma.*

## El gnomon fue el instrumento romano por excelencia para determinar el norte astronómico



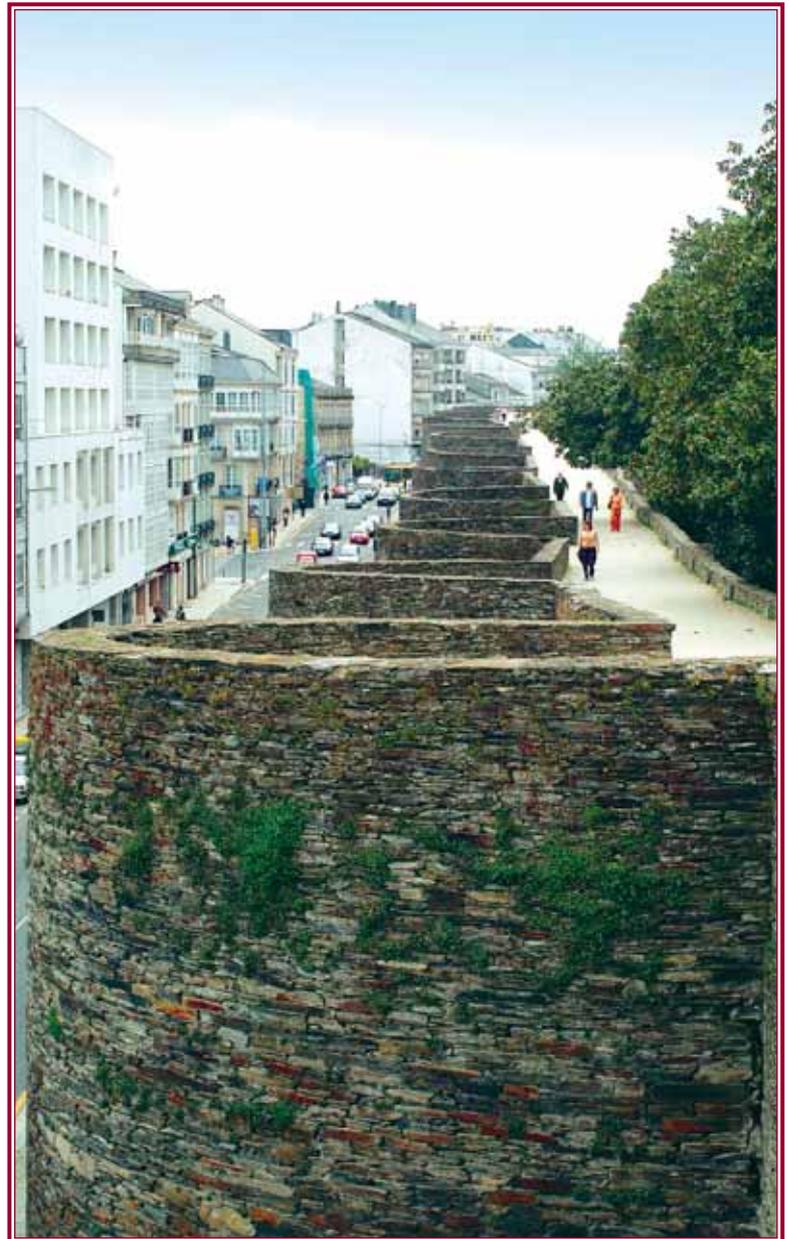
Museo de Cáparra

## División terrestre en triángulos

Una de las técnicas más antiguas de la topografía fue la agrimensura. Ésta se servía de la reducción del terreno en triángulos, empleando las nociones más básicas de trigonometría. Así, la medición del terreno mediante el empleo de triángulos permitió no sólo conocer las magnitudes terrestres sino dividirlos para su reparto. Si tenemos en cuenta la cantidad de tierras nuevas que conquistaba el Imperio romano, esta técnica fue muy empleada por su utilidad.

según refiere Isaac Moreno, incorporó al instrumento un limbo horizontal y otro vertical, obteniendo como resultado un eficiente taquímetro que permitía efectuar operaciones tan diversas como alzado de planos, nivelaciones, mediciones de campos sin pisar en ellos, medir ángulos, hallar el área de un triángulo o cruzar una montaña por su línea más recta así como determinar dimensiones en longitud y altura en parajes remotos y sin posibilidad de cruzar por ellos.

Determinadas labores topográficas, como la triangulación en grandes superficies, el trazado de largas alineaciones o el dibujo de mapas de precisión, exigen tareas de medición del terreno que requieren una gran precisión. Los levantamientos taquimétricos de grandes superficies precisan aparatos eficaces y de gran rendimiento, algo que presumiblemente los romanos emplearon.



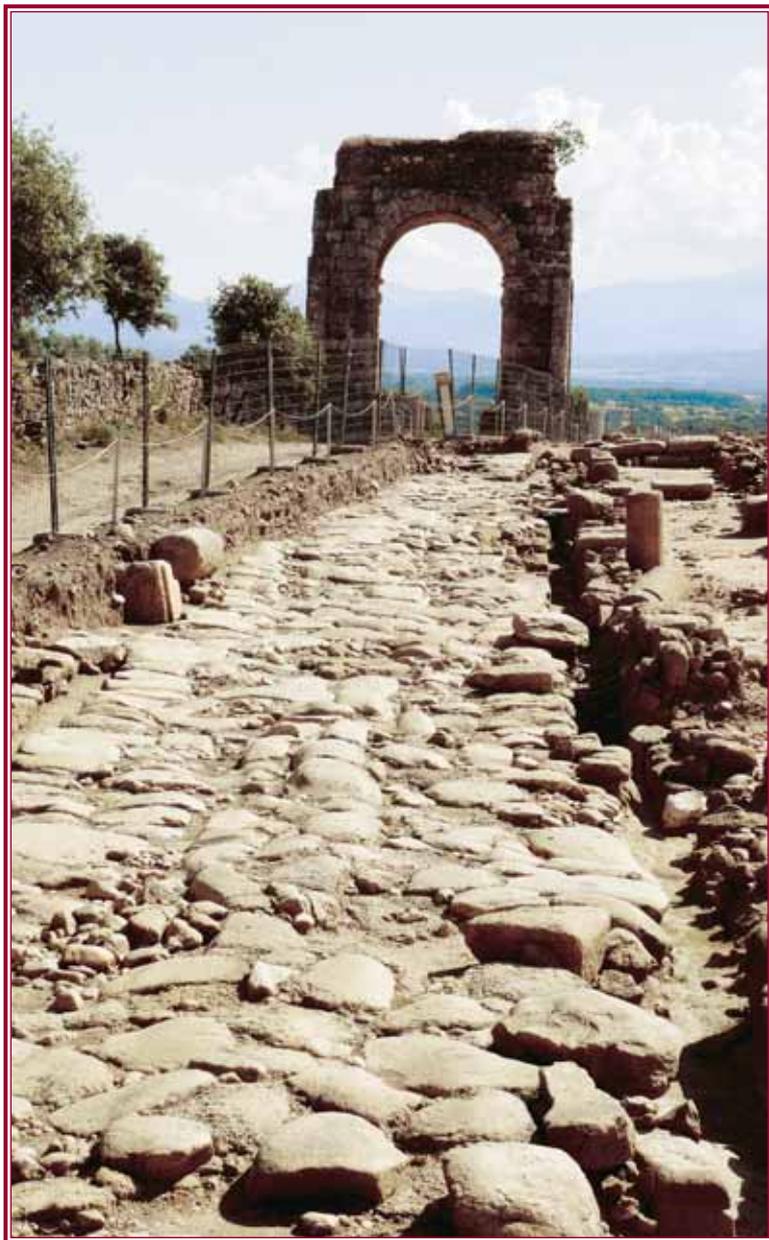
Izquierda, instrumental de escritura propio de los ingenieros romanos. Arriba, la perfecta alineación de los cubos de la muralla de Lugo.

Otro instrumento empleado en la antigüedad fue la lámpara (*lychnia*), con una base vertical y un brazo horizontal regulado con posibilidad de rotar y fijarse sobre el vertical. Los triángulos de referencia entre ambos permiten deducir las distancias a los puntos observados mediante las reglas de similitud de triángulos.

## Nivelación

Sobre el nivel de agua o balanza de agua utilizada por los romanos no hay tampoco datos muy precisos. Probablemente se basaba en el simple dispositivo de vasos comunicantes con nivel constante del líquido en sendos brazos de la U, procediendo a su equilibrio. A este instrumento se le conoce como *libra aquaria*.

Uno de los tipos más frecuentes de *libra aquaria* consistía en una regla horizontal insertada so-



to posicionamiento en horizontal y fijadas por espigas. Suspendidas a cada lado del tablón hay otras perpendiculares que cuando tocan de forma idéntica la superficie marcan la horizontalidad de la misma. Aunque pesado de manejar, proporcionaba mediciones de suma precisión. Bastaba con asegurar primero su buen asentamiento en horizontal y luego el técnico, enfocando en su visual a través de las pínulas podría alinear a los portadores de los jalones, quienes moverían también las marcas en función de las indicaciones. Luego, el desnivel vendría



bre un pie vertical, que tendría en su parte inferior un peso y en el extremo superior una anilla. No obstante, el modelo más difundido consistía en un tubo horizontal, normalmente apoyado sobre un trípode vertical, con dos vasos o tubos de vidrio, en los que mediante el líquido que contenían podía visualizarse si el nivel del mismo estaba a idéntica altura en ambos.

Pero para una nivelación más rigurosa en exactitud se desarrolló el corobate (*chorobates*), de origen griego, que facilitó enormemente las obras más complejas de abastecimiento de aguas y saneamiento urbano. Consistía en un instrumento de madera o un tablón rectangular de unos 20 pies de largo (casi 6 metros) que lleva incorporado un nivel de agua en cuyos extremos se ensamblan unas patas o codos haciendo escuadra, y entre ellos unas plomadas perpendiculares para ayudar a su correc-

## Los que abrieron el camino

La historia del hombre y la evolución de su conocimiento también tiene un pequeño apartado dedicado a la topografía. Ésta no habría sido posible sin los hallazgos de algunos sabios que abrieron camino a esta ciencia:

■ Tales de Mileto estableció cuatro teoremas: 1. El círculo se bisecta por su diámetro; 2. Los ángulos de la base de un triángulo con dos lados iguales son iguales; 3. Los ángulos opuestos de líneas rectas que se intersectan son iguales; 4. Si dos triángulos son tales que dos ángulos y un lado de uno son iguales a dos ángulos y un lado del otro, entonces los triángulos son congruentes.

■ Pitágoras estableció su famoso teorema demostrando que en un triángulo rectángulo el cuadrado de la hipotenusa es igual a la suma de los cuadrados de los catetos.

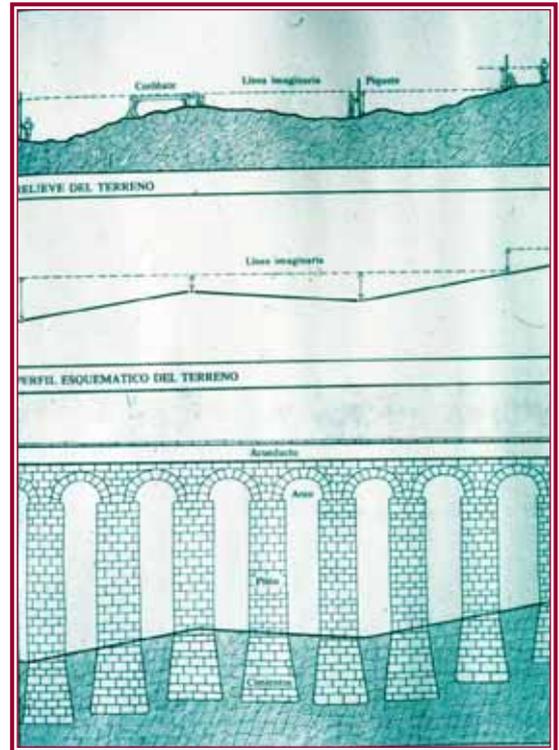
■ Euclides escribió en 13 tomos su obra *Elementos*, indiscutida hasta principios del siglo XX, que trata de la geometría plana y las figuras poligonales, donde aparecen la noción de semejanza o la teoría de los números.

■ Apolonio estableció los teoremas sobre los diámetros

deducido por la lectura del jalón a la que se restaría la altura del corobate.

De la interpretación de las descripciones a partir de textos clásicos se han deducido varias versiones de este instrumento de medición, pero según Isaac Moreno, sólo la correcta traducción del texto de Vitruvio da las claves para una reconstrucción precisa de esta sensacional herramienta. Y, en efecto, siguiendo al pie de la letra las instrucciones del tratadista, un equipo de técnicos bajo su coordinación logró fabricar recientemente en Zaragoza un

**Izquierda, calzada romana y arco en Cáparra (Cáceres) y recinto de forma cuadrada en Julióbriga (Reinosa, Cantabria). Derecha, esquema del relieve y el perfil de una conducción de agua.**



Museo de Arte Romano de Mérida

prototipo de corobate que se reveló de una precisión realmente sorprendente, con nivelaciones tan exactas que en casi nada tenían que envidiar al más moderno nivel óptico a distancias superiores a 70 metros.

### Con cálculo

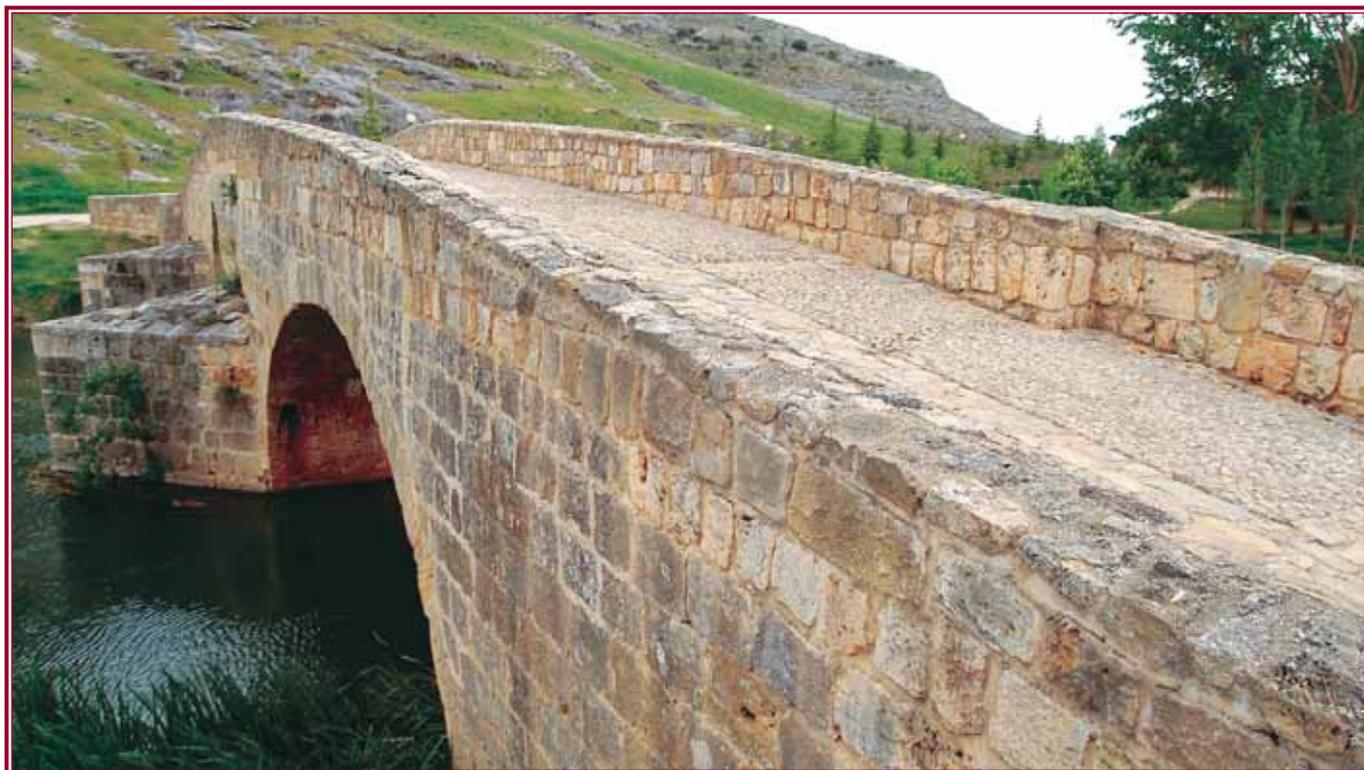
Al igual que es muy incierto, fundamentado en puras deducciones, lo que se sabe del instrumental de medir más corrientemente empleado por los ingenieros romanos, otro tanto sucede en el caso de los procedimientos y desarrollo de cálculos.

Transmitido en buena medida desde Egipto y, sobre todo desde la civilización griega, el conocimiento de la trigonometría llegó ya muy depurado hasta Roma. Mediante la formación de triángulos no era difícil proyectar el cálculo hacia las magnitudes deseadas. Mediante un triángulo rectángulo, por ejemplo, la resolución del tercer ángulo es muy sencilla a través del teorema de Pitágoras. O se podían inscribir o relacionar otros triángulos menores a partir de los que establecer las semejanzas de Tales o aplicar el teorema del cateto o de la altura y, finalmente, resulta muy fácil aplicar la tabla de cuerdas ptolemaica.

Aunque las obras públicas romanas son resultados excelentes de unos procesos previos de medición y cálculo trigonométrico que debieron efectuarse con gran escrupulosidad, no se han conservado fuentes que revelen al detalle cómo se llevaban a cabo esos planteos previos. Cronológicamente, los primeros tratados topográficos europeos para los que hay una referencia precisa aparecen en el siglo XVI y se refieren a una tri-

**conjugados de las cónicas con centro y descubrió lo que hoy conocemos como la voluta de la elipse.**

- **Arquímedes demostró que la superficie de una esfera es cuatro veces la de uno de sus círculos máximos. Calculó áreas de zonas esféricas y el volumen de segmentos de una esfera. Lo que le hizo famoso fue el hallazgo del método para determinar la densidad de los cuerpos tomando como unidad la del agua.**
- **Hiparco realizó importantes contribuciones a la trigonometría plana y esférica e introdujo en Grecia la división del círculo en 360 grados. Construyó una tabla de cuerdas con la que pudo relacionar los lados y los ángulos de todo triángulo plano, un temprano ejemplo de una tabla trigonométrica, similar a la moderna tabla del seno.**
- **Herón de Alejandría utilizó un eclipse de Sol para realizar ciertas mediciones del globo terrestre. Fue un hombre clave en matemáticas aplicadas, mecánica, física, geodesia, logística y cálculo numérico que nos ha legado la denominada "colección heroniana".**
- **Ptolomeo dejó un amplio legado con una contribución muy original: la teoría del movimiento planetario. También realizó varios cálculos sobre las dimensiones de la esfera terrestre, halló la altura del polo del mundo y la duración del día en diversos lugares del globo, y dio tablas de los ángulos y arcos que forman la intersección de la eclíptica con el meridiano y el horizonte.**



gonometría muy primaria, pero no por ello poco fiable.

Es muy difícil, por consiguiente, determinar el grado de desarrollo de la trigonometría en época romana y si, por ejemplo, los ingenieros tuvieron un conocimiento que les permitiera aplicar la tabla de senos en la resolución de triángulos. En el caso de algunas grandes obras, como vías y canales, a la luz de los conocimientos actuales parece casi inconcebible que su trazado se haya podido resolver sin la aplicación del seno del ángulo, y lo que es aún más sorprendente, sin un buen planteo previo sobre planos.

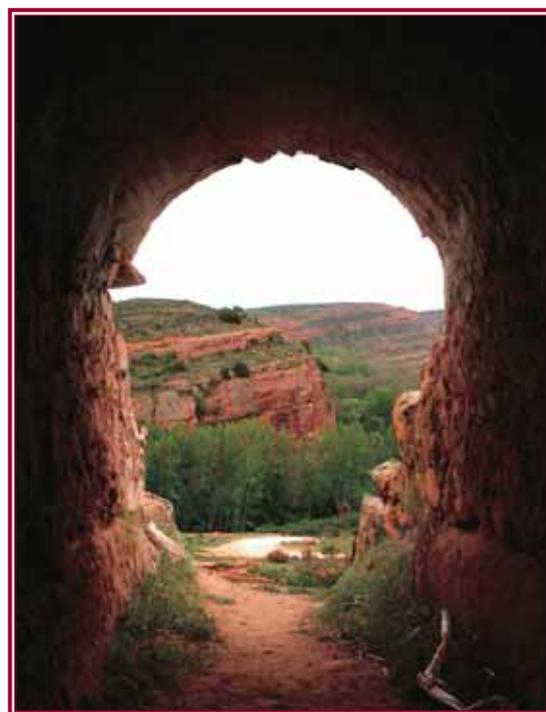
## Medición del terreno

Las excavaciones llevadas a cabo para determinar la traza exacta de calzadas, junto a las modernas técnicas de fotogrametría –estudio de fotos aéreas–, han permitido descubrir cosas tan increíbles como que algunas de esas obras, como las vías Apia o Aurelia, mantenían tramos de escrupulosa rectitud a lo largo de más de 90 y 50 kilómetros respectivamente. Para los expertos, mantener una precisión semejante durante tales distancias no es posible sólo a partir del cálculo basado en la cuadrícula menor.

Asimismo, es muy difícil enlazar salvando diferentes relieves la cota inicial de una captación de caudales y el destino o las tomas finales de un abastecimiento de aguas. Ésta y otras labores requieren una medición del terreno muy precisa, con su correspondiente triangulación. Por todo ello, se cree que las tareas de cálculo más complejas basadas en

Arriba, puente de Uxama (Burgo de Osma, Soria). Debajo, la ingeniería romana fue particularmente brillante en la ejecución de galerías para la conducción de aguas, como ésta de Tiermes (Soria).

la triangulación, durante la época romana y al menos en el periodo imperial, cuando las grandes obras públicas alcanzaron su mayor florecimiento, debieron realizarse con instrumentos de medida de gran precisión como el corobate y el apoyo sobre el terreno de elementos muy fácilmente visualizables a larga distancia, como señales lumínicas utilizadas para envío de mensajes (grandes antorchas, espejos...). Éstos permiten su avistamiento noctur-



## Los romanos emplearon elementos luminosos para las tareas más complejas de triangulación del terreno

no desde grandes distancias, incluso a más de 20 kilómetros en condiciones meteorológicas favorables, con lo que se hace muy factible la proyección de triangulaciones muy largas sin una pérdida de exactitud.

### Con escala

Así, a la hora de escoger el trazado más favorable para unir dos puntos, tratándose de una calzada o un acueducto, los ingenieros o topógrafos romanos –pues es muy posible que estos devinieran en gremios especializados– procuraban escoger los trayectos con menos pendiente y de rectas lo más largas posible. Y para todo ello debía ser casi obligado el levantamiento previo de mapas muy solventes en cuanto al detalle del relieve y sus distintas posibilidades itinerarias, que determinarían la dificultad y costes necesarios en la ejecución de la obra.

Casi con toda seguridad estos mapas debieron elaborarse mediante la proyección encadenada de triangulaciones. Y a partir de ese esquema inicial es posible que la información se completara con detalles más precisos de los distintos accidentes del terreno. Por lo investigado hasta ahora, es casi seguro que en esos mapas no se daba una información muy precisa de las distintas cotas de nivel, aunque sí se contaría con indicaciones de los relieves más altos y referencias de sus diferencias en distancia con los más llanos o a menor altura. Des-



Arriba, parte superior del puente de Valimbre (León). Izquierda, canalización de agua en la ciudad cántabra de *Iuliobriga* (Reinosa).

pués de ese esbozo que ayudaba ya a decidir los mejores trayectos o puntos de paso más favorables, se recurriría al uso de dioptras y jalones sobre el terreno para adecuar el camino.

Para decidir el perfil de las pendientes, los técnicos romanos debieron servirse de la dioptra y las niveletas, bastante fiables y de fácil manejo. También es probable que recurrieran al eclímetro, descrito como un limbo vertical y dotado con una regla a la que se incorpora una serie de pínulas graduadas. Las oscilaciones de éstas pivotando desde el centro permitirían estimar el grado de la pendiente.

Tanto para las redes de distribución como de saneamiento de las aguas –cloacas–, era absolutamente necesario calcular con gran rigor los gra-





dientes de nivel o de pendiente más favorables para el encauzado de caudales homogéneos de agua, que no debían desbordarse y sí recibirse con la máxima regularidad en destino.

En este sentido, los acueductos romanos son de una perfección que casi raya en lo absoluto, y la mejor expresión del rigor en el cálculo y sus planteos que se debió de alcanzar. Por pruebas de simulación realizadas se ha podido saber que acueductos como el de Aqua Claudia (Roma) o Pont du Gard (Francia) reúnen condiciones de pendiente óptimas para transportar caudales a una velocidad constante sin riesgo de desbordamientos, aún bajo temporales torrenciales.

Para lograr tal perfección, los ingenieros debieron servirse de corobates de gran precisión como el descrito por Vitruvio. Otro tanto debió suceder en la construcción de grandes túneles y galerías subterráneas, abundantes no sólo en ciudades, cuando el abastecimiento debía hacerse desde pozos y veneros mediante viajes de agua, sin interferir o superponerse a la red de cloacas, sino también en explotaciones mineras

El trazado de esos viajes subterráneos, en los que las civilizaciones mesopotánicas ya poseían grandes maestros estaba condicionado lógicamente por las características geológicas y su grado de dureza, que permitían una excavación y la posterior consolidación de la galería más o menos fáciles. En un primer momento se debía decidir el trazado de una galería en paralelo a su proyección en superficie, para luego llevar su replanteo en función de lo hallado bajo tierra al perforar. Las galerías podían así presentar bruscos descensos de nivel o giros más o menos sinuosos, condicionados por los materiales subterráneos. La perforación previa de grandes pozos configurando los hitos de la red actuaría de referente, al

Arriba, puente-acueducto de la época imperial. Derecha, columna miliaria de la vía entre Mérida y Salamanca, en una foto de 1926.

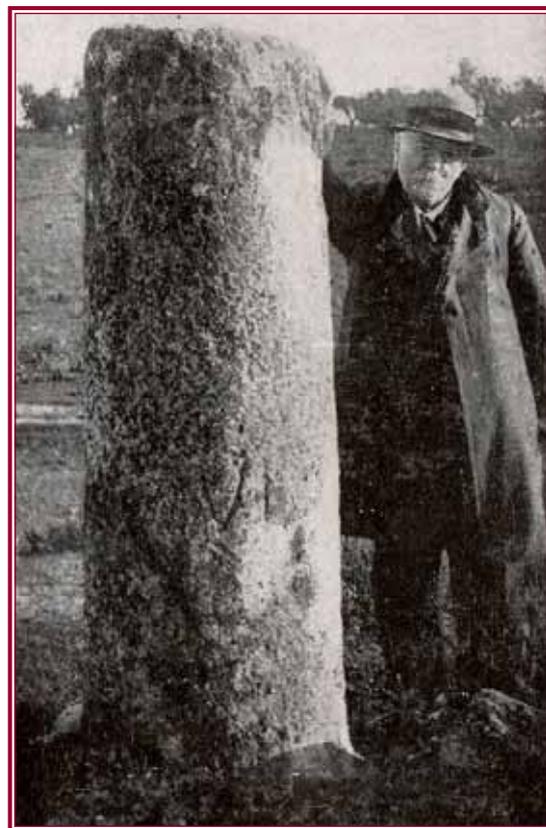
igual que los jalones en las vías de comunicación terrestres. Con posterioridad se buscaría comunicar esos grandes pozos por los trayectos más favorables bajo tierra.

Para auxiliar en la traza y nivelación de las galerías y viajes subterráneos, los expertos romanos fijaban al techo un hilo tensado y de él colgaban las plomadas. Luego, con la ayuda del nivel de agua (*libra aquaria*) trasladaban las cotas a partir de cualquier pozo en la dirección deseada, incrementando o no el grado de pendiente en función del perfil requerido en cada punto a unir.

Tras excavar ya una buena distancia dentro de la galería, antes de proceder a los abados finales del canal, se procedería a un cálculo más afinado mediante la ayuda definitiva del corobate, que propor-

cionaría ya una nivelación con plena garantía.

Uno de los retos en la topografía de las galerías de los acueductos era el replanteo de la perforación simultánea por las dos bocas, en montañas muy inaccesibles en las que no había posibilidad de guiarse mediante pozos intermedios que hubieran requerido de enorme altura o sencillamente no eran necesarios por la poca distancia total de la galería. ■



Museo de Arte Romano de Mérida

La organización de la red peninsular  
de vías romanas

# POR LOS CAMINOS DE HISPANIA





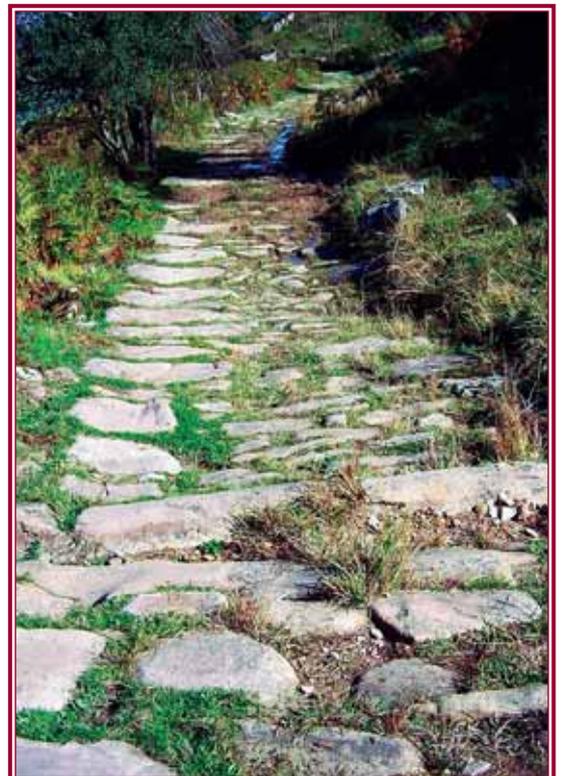
MARÍA DEL CARMEN HEREDIA CAMPOS  
 FOTOS: CABALLERO, M. D. CORDERO Y A. RECUERO

*Por tierra o surcando el mar “todos los caminos llevaban a Roma”, pero los caminos de Hispania fueron algo más que una red viaria común. Por ellos desfilaron hacia la capital del Imperio ricos metales y preciados productos alimenticios hispanos y retornaron cultura, civilización y sentido práctico romanos. También por ellos llegaron invasiones de godos, carolingios y árabes, así como riadas de peregrinos. Hoy aún producen admiración por su perfección constructiva.*

V

eintisiete días tardó Julio César en llegar desde Roma a *Obulco* (Jaén) recorriendo en el año 46 a.C. las vías italianas Flaminia y Aemilia y la narbonense Domitia para combatir a Pompeyo en *Munda* (Montilla, Córdoba). Al entrar en Iberia, tomó la vía greco-cartaginesa Heraklea, que recorría el litoral levantino. Esta vía llegaría a ser la más larga e importante de la Península gracias al empeño romano en la mejora y construcción de bue-

Página opuesta, la Vía de la Plata a su paso por el arco de Cáparra (Cáceres). En esta página, imágenes del empedrado de calzadas romanas en Mérida y en Bárcena de Pie de Concha (Cantabria).





nos caminos, para el control del Imperio, comercio y comunicaciones, que serían la puerta de entrada del proceso de romanización en Hispania.

Roma no era una ciudad industrial ni los romanos apreciaban el dedicarse a la industria. Roma era, sobre todo, política, aunque contaba con cualidades importantes como mente liberal, gran sentido práctico, propiedad estatal del subsuelo y las minas, esclavos para trabajar y muchos soldados que tan pronto acondicionaban antiguos caminos para su propio desplazamiento, en tiempos de conquista, como trabajaban en ellos en tiempos de paz para no sucumbir a la ociosidad. Roma necesitaba obtener todo tipo de productos para su Imperio, productos en los que era rica la Iberia conquistada, por lo que pronto or-

ganizó su industria extractiva y comercial que basó en una buena red viaria por donde dirigir los productos a la capital del Lacio. Con la *pax romana* de Augusto, una vez finalizada la conquista, a finales del siglo I d.C., llegó el momento de organizar el comercio. Vías y puertos combinados convertirían a Hispania en despensa de Roma.

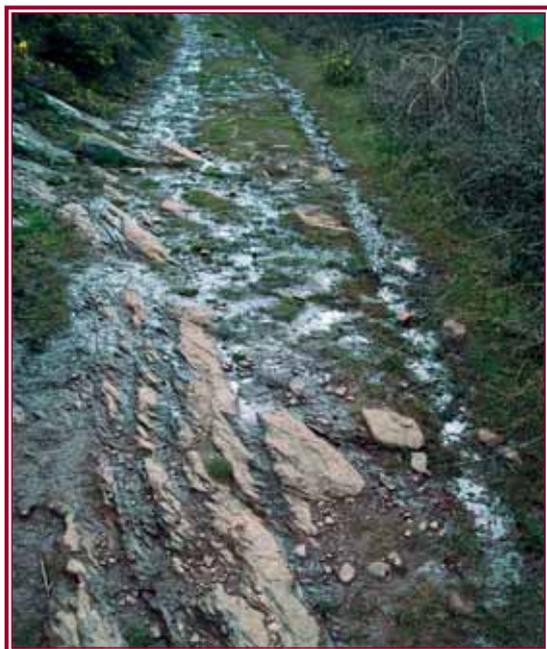
## De los caminos indígenas a los romanos

Es asombrosa la idea de perdurabilidad de sus obras que tenían los romanos. En Hispania organizaron su red de comunicaciones a partir de los caminos indígenas, que ya habían encontrado su paso por valles y puertos, y donde no los había, construyeron otros. A su llegada no encontraron apenas red caminera, y necesitaban con urgencia caminos para el movimiento de sus legiones, para el transporte con caballerías y carros, para el comercio y para el correo. Para todas estas actividades había que proporcionar un viaje lo menos cansado posible. La vía debía ofrecer anchura suficiente, buena pavimentación, pocas curvas, poca

pendiente, puentes, túneles y buena comunicación con los puertos.

En las calzadas, su técnica fue modélica. Para proyectar una vía, el ingeniero debía adaptarse a un reglamento sobre dimensiones y rectitud pero a veces resolvía con su mejor criterio. El punto de

Restos de calzadas romanas en Ubrique (Cádiz) y Reinosa (Cantabria). En la imagen central, bajorrelieve de un áuriga y una cuádriga imperial.



*Las calzadas romanas solían ser anchas, bien pavimentadas, con pocas curvas, escasa pendiente y bien conectadas con la costa*



partida era localizar un lugar adecuado para un trazado recto, amplio y con una pendiente que debía estar hacia el 5% y no más allá del 10%. Si el terreno era escarpado, buscaba el mejor paso o acomodaba el perfil longitudinal a las laderas montañosas, evitando las zonas de escorrentías sometidas a erosión. Se prefería un camino largo que fuese elevándose a otro más corto con mayor pendiente, y se elegía el lado de levante de las laderas antes que el de poniente por resultar más soleado. Donde había zonas húmedas, éstas se desecaban y saneaban, y donde había ríos o arroyos se salvaban por el vado donde el puente estuviese menos expuesto a las riadas. El diseño se realizaba con una técnica constructiva innovadora, acertada

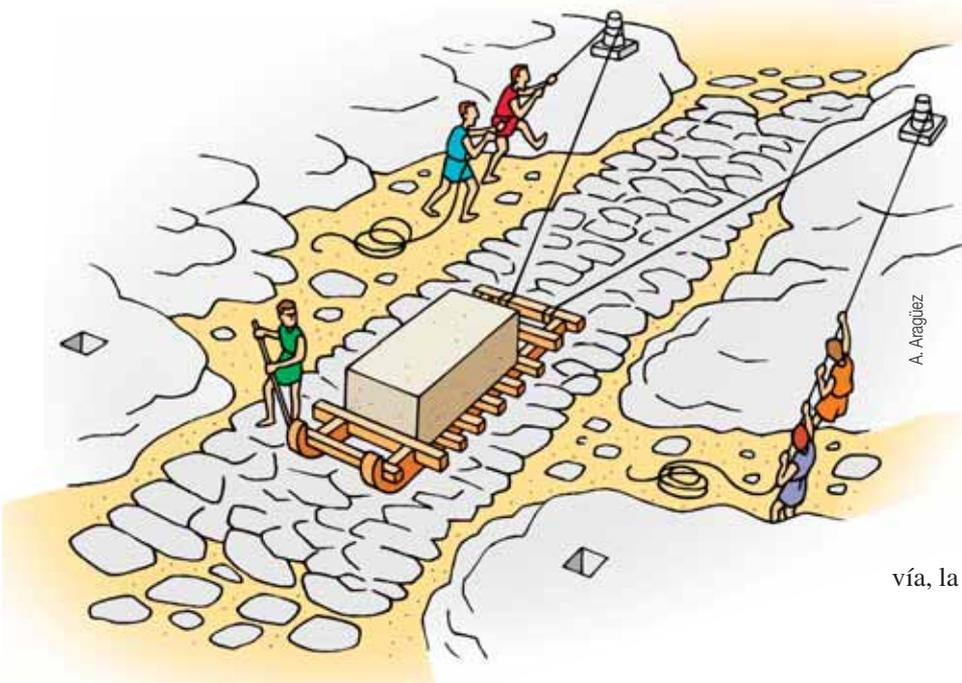
**El magnífico arco de Bará (Tarragona), bajo el cual pasaba la Vía Augusta. Debajo, ilustración del arrastre de un bloque pétreo para nivelar el pavimento durante la construcción de una vía romana.**

e ingeniosa en la que, para obtener los materiales, era vital la proximidad a las canteras. Se completaban las obras con muros de contención, túneles, puentes, tajeas, viaductos y cloacas, logrando un trazado final que era una obra de arte. Alojamientos oficiales y particulares, paradas de posta, itinerarios y mojones indicativos a lo largo de los casi 12.000 kilómetros de caminos de la red viaria hispana completaban la oferta.

### Equipo constructor

Los romanos sentían pasión por la ingeniería. Aunque adoptaron conocimientos de los griegos, no les alcanzaron en matemáticas, pero, en la práctica, los aplicaron mejor que ellos y se sentían muy orgullosos de sus logros, aunque alguno, como Frontino, ingeniero del siglo I, creyese que éstos habían llegado al máximo posible, corroborado por la frase a él atribuida: “Las invenciones han alcanzado su límite tiempo atrás, y no veo esperanza para desarrollos futuros”.

No había divisiones claras entre profesiones en la época republicana ni tampoco entre lo civil y lo militar, ya que Roma no tuvo un ejército profesional hasta finales del s. I a.C. y, hasta entonces, formaba su ejército reclutando campesinos. Así, durante la República, los ingenieros eran los propios militares; por tanto, el *architectus*-ingeniero militar se encargaba del trazado de la vía, la ejecución de las obras y la maquinaria ne-





cesaria. Le ayudaban el agrimensor, o topógrafo, en las mediciones, y el cuestor en la gestión de la financiación. Los legionarios hacían las obras, para lo cual llevaban diversas herramientas. Todos estaban bajo las órdenes del *praefectus fabrum*, y éste, a su vez, del general. En época imperial, el ejército ya tenía una buena plantilla de personal especializado, desde ingenieros y topógrafos hasta artesanos (*fabri*), además de albañiles o *structure*; la organización administrativa estaba más desarrollada, figurando como director de obra de las vías principales el *curator viarum*.

En el periodo republicano las obras públicas se

Arriba, puente en la calzada romana a su paso por el puerto del Pico (Ávila). Debajo, calzada reconstruida en el centro de interpretación de Luliobriga (Reinosa, Cantabria).

costeaban con los botines de guerra, y en época imperial las emprendía el Estado con los tributos obtenidos por aduanas y caminos (*portoria*) y las transacciones con esclavos. A estos ingresos se añadía la recaudación por impuestos que pagaban los terratenientes por cuyos terrenos pasaba la calzada, y también la aportación de emperadores que financiaron calzadas, así como de municipios que construyeron vías secundarias costeadas por los vecinos.

Ni republicanos ni imperiales tenían instrumentos de medición que hoy serían básicos, como los de lentes ópticas para la triangulación de los caminos; por eso sorprende el trazado de líneas tan rectas en extensiones interminables. Tenían instrumentos topográficos de precisión para nivelar, como la groma para alinear mediante perpendiculares al terreno, el corobate para el nivel de precisión horizontal, y la dioptra, pero ninguno de ellos servía para el trazado previo del largo recorrido con precisión.

## Tipología de las vías

Su sentido de la economía llevó a los celtíberos a aplicar distintos tipos de caminos y distinto tipo de construcción. Construyeron *viae publicae*, o vías públicas de carácter estatal,

divididas en principales, las urbanas e interprovinciales, y secundarias, que eran las *viae vicinales*, o vecinales, entre aldeas, competencia de la autoridad local. Los particulares podían construir vías privadas (*privatae* o *agrariae*) para acceder a sus fincas.

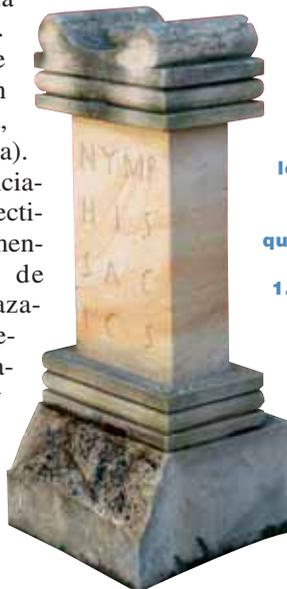
Las vías urbanas estaban dotadas de infraestructura y enlosadas con grandes placas o adoquines en la superficie y no como distinción de lujo, sino con una intención práctica: la de proteger a los viandantes, a los que se ofrecían, además, aceras alzadas a ambos lados de la vía y ristras de piedras atravesándola para cruzarla cuando lloviese. El estorbo



Restos de una *viae vicinal* en una zona de Cantabria. Debajo, miliario con información de distancias sobre una calzada.

de las ranuras entre las losas, útiles para el drenaje pero incómodas para circular, y el de las piedras centrales impedían a los carros y caballerías circular a una velocidad peligrosa y arrollar a los peatones, a la vez que legaban información sobre las dimensiones de los ejes de los carros, pues la presión de las ruedas en las losas dejó profundas huellas, o “carriles”, que permiten conocer esta medida, de 1,40 m. en general, como ocurre en el cardo máximo de *Capara* (Cáparra), en la Vía de la Plata, o en el de *Oulengo* (Ourense), en la Vía Nova. Una huella magnífica es la que se ve en Garrovillas (Cáceres). Interesantes calles principales que han llegado hasta nuestros días, sin perder el enlosado, son las Cáparra, Mérida (Badajoz) o *Italica* (Sevilla).

En las *viae publicae* interprovinciales ocurría todo lo contrario. Su rectitud, infraestructura y un fino pavimento, unidos a una normativa de circulación, favorecían el desplazamiento. Eran anchas, de 4 a 6 metros, para permitir el cruce de dos carros, con abombado central y terraplenes o cunetas a los lados para que no se deteriorasen con el agua. La circulación se organizaba con el centro de la vía para legioneros y carros y los arcenes



para caballerías y peatones. Las *viae vicinales* no tenían infraestructura y se resolvían con un alisado y prensado de la tierra.

### Los miliarios

A lo largo de las vías principales los viajeros eran informados de su situación geográfica mediante bloques de piedra colocados cada *millia passuum*, o mil pasos romanos (aprox. 1,5 kilómetros). Escasos y sencillos en tiempos de Julio César, los miliarios fueron una buena red con mucha información a partir de Augusto. Eran de granito o basalto

## La controvertida milla romana

La milla romana era la medida de longitud más utilizada por los ingenieros constructores de calzadas. Es una medida debatida entre los investigadores, que intentan concretarla con medios modernos como vuelos aéreos y GPS, ya que existe la opinión de que muchos caminos hispanos podían tener una milla próxima a los 1.600 metros o incluso mayor, en vez de la más aceptada de 1.481,5 m. En el siglo XVIII, Campomanes, en su *Itinerario Real de las Carreras de Postas*, expone el debate entre doctas opiniones para aconsejar que la milla no se midiese con el paso “común”, sino con el “geométrico”, algo mayor: “De este último se entienden los mil pasos que componen la milla o migero. A este paso geométrico [...] llamabamos los españoles tranco, y es lo más que se pueden extender las piernas, y apartar los pies, echando uno delante del otro. Con este paso, y tranco de cinco pies ya dicho medían los romanos todas sus distancias”. Estos mil trancos, citados daban una milla superior a 1.500 metros al ser el pie español algo mayor que el romano.



y sin forma fija, aunque en España la mayoría son cilíndricos, y la inscripción se presentaba tallada o pintada. Por término medio, medían 60 cm. de diámetro y 2 m. de alto, más una base cúbica que se hincaba en la tierra para dar firmeza al hito. En su inscripción indicaban el número de orden del hito en la ruta y la distancia a la próxima ciudad de importancia. Ésta era su primera misión aunque luego muchos se convirtieron, además, en elemento de propaganda sobre la filiación y actos del emperador o de los magistrados gobernantes.

Todos los emperadores construyeron o repararon

Restos de una vía romana en buen estado en un tramo montañoso de la provincia de Ávila. Debajo, fresco de un áuriga en una cuádriga.

algún tramo de camino y palabras como *fecit*, *refecit* o *restituít* indicaban a quién se debía agradecer una buena ruta. Cuando las vías eran construidas por las legiones o financiadas por los municipios también figuraba en los textos informativos. Se cree que hubo una normativa sobre la anotación en los miliarios, pero no se siguió de forma homogénea. Tampoco todos se referían a las mismas distancias. En las vías estatales se contaba la distancia a partir de la ciudad más importante o hacia ella; en las municipales, desde las últimas casas de la población que la había financiado hasta el límite del territorio; y en otras se anotaban los puntos de partida y término. Al final de la inscripción solía indicarse la distancia en números romanos precedida de las siglas MP.

De suma importancia es su aportación al estudio de la cronología y la filiación de los grandes trabajos públicos ejecutados durante el Imperio, así como para identificar poblaciones y caminos hoy de-



Museo Nacional de Arte Romano de Mérida

**Los miliarios se colocaban junto a las calzadas cada ‘*millia passuum*’, es decir, cada mil pasos romanos (cada 1,5 kilómetros)**

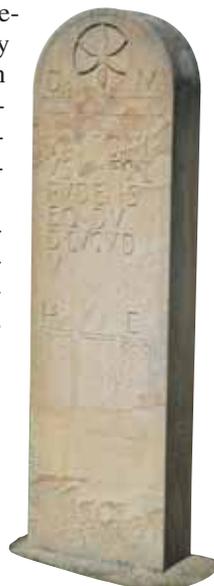


saparecidos. Hay miliarios que permanecen *in situ*, otros se exhiben en museos y otros más sustentan porches de viviendas, techos de establos o forman parte de en vallados de fincas. Curiosos depósitos de miliarios no distribuidos existen en la Vía Nova, en Ourense, y en la Vía de la Plata, en Garrovillas (Cáceres).

### El largo viaje

Las calzadas y vías romanas, a pesar de no ofrecer comodidades, ni seguridad personal, ni buenas posadas, aguantaban un gran trasiego, ya que Hispania fue una provincia muy poblada. Por sus caminos se desplazaban legiones, funcionarios, mensajeros, carreteros y arrieros, bandoleros y policías, señores seguidos de trenes de carros, peregrinos e incluso turistas.

Muchos viajaban a pie y algunos en caballerías o en carros. Los carros más utilizados eran el agrícola (*plastrum*), descubierto y pesado, y la *raeda*, tirada por dos o cuatro caballos y utilizada para transportar grupos que viajaban con sus equipajes. El ligero *cisium*, cabriolé descubierto de dos ruedas tirado por un caballo, se usaba para un viaje rápido con poco equipaje y espacio para su conductor. A finales del Imperio surge la carruca, carro de lujo, decorado, con cuatro ruedas



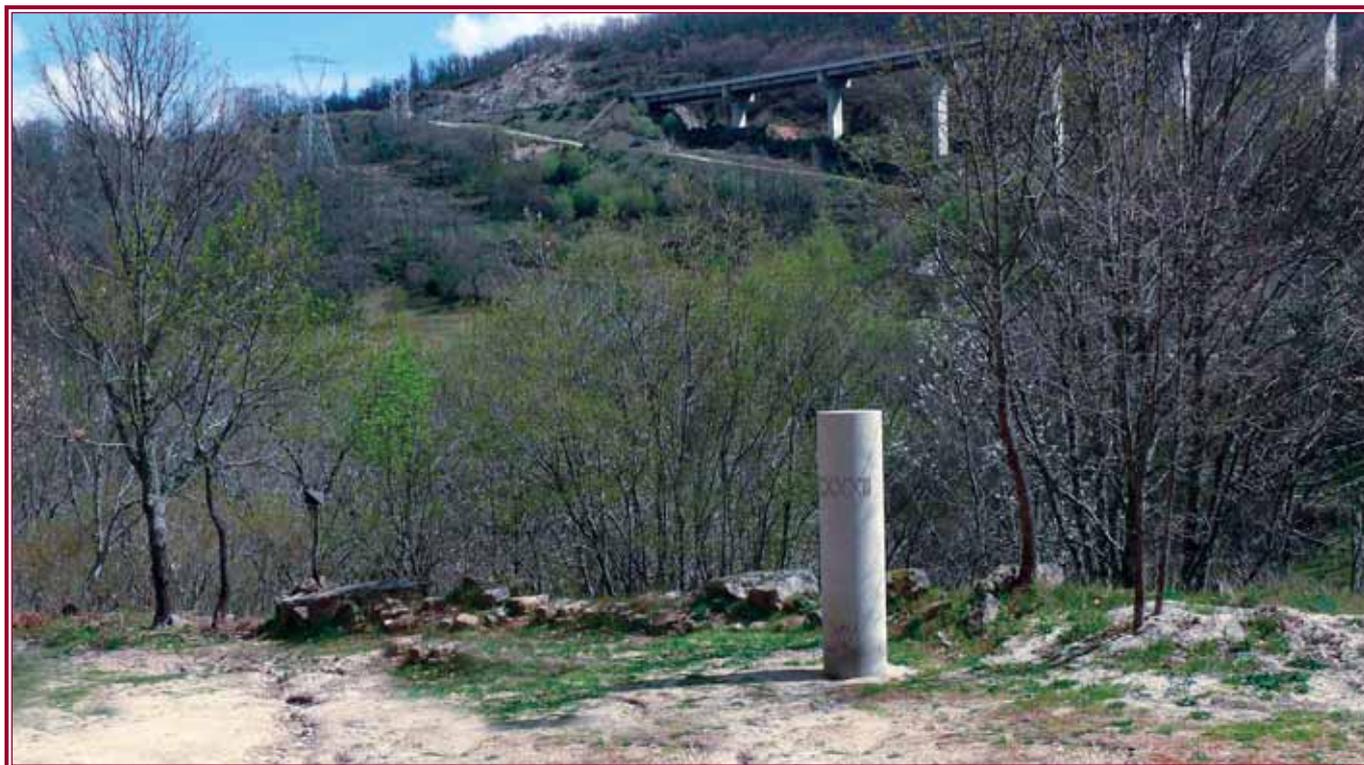
**Cáparra (Cáceres)** acogió una de las mansiones establecidas a lo largo de la Vía de la Plata. Derecha, mosaico con el áuriga Marcianus y su cuádriga tirada por cuatro caballos.

Museo Nacional de Arte Romano de Mérida



que contenía una cama para recostarse el viajero de día y dormir de noche. De otros vehículos, como el *carpentum* de dos ruedas, cubierto y usado por las vestales, quedan bellas imágenes en bajorrelieves y monedas romanas.

La distancia recorrida en una jornada no podía ser igual en todos los caminos. Por eso, los viajeros a pie hacían jornadas de 15 a 23 millas (22 a 34 km.). Si se aplicase esta marcha a los 2.800 kilómetros que había entre Cádiz y Roma, el caminante tardaría de 83 a 127 días de marcha en llegar a destino. Los viajes a caballo tampoco eran cómodos porque las sillas, muy simples y sin estribos,



Museo Nacional de Arte Romano de Mérida

Tramo de la Vía de la Plata a su paso por el puerto de Béjar (Salamanca), con un viaducto de la autovía actual en segundo plano. Izquierda, ilustración de un carro de transporte familiar en Mérida.

obligaban a asirse al animal con las piernas; aun así, podían recorrerse unas 70 millas (104 kilómetros) en una jornada normal. La velocidad de los carros cargados era poca y solían recorrer unas 25 a 27 millas en jornadas de 6 horas (37 a 40 kilómetros). Los correos siempre iban más rápido.

## Correo y postas

Viajeros de excepción eran los mensajeros y funcionarios públicos que usaban los servicios del *cursum publicum* para desplazarse. El servicio de mensajería fue creado por Augusto. Para trasladar la correspondencia estatal, primero apostó jóvenes a cortos intervalos en los caminos, que corrían y se entregaban el correo unos a otros, y luego decidió que un único hombre llevara las cartas hasta el fin del trayecto. Los correos oficiales iban a pie (*cursores*), a caballo (*cursum equestre*) o en carro (*cursum vehiculares*), y repostaban en las estaciones ofi-

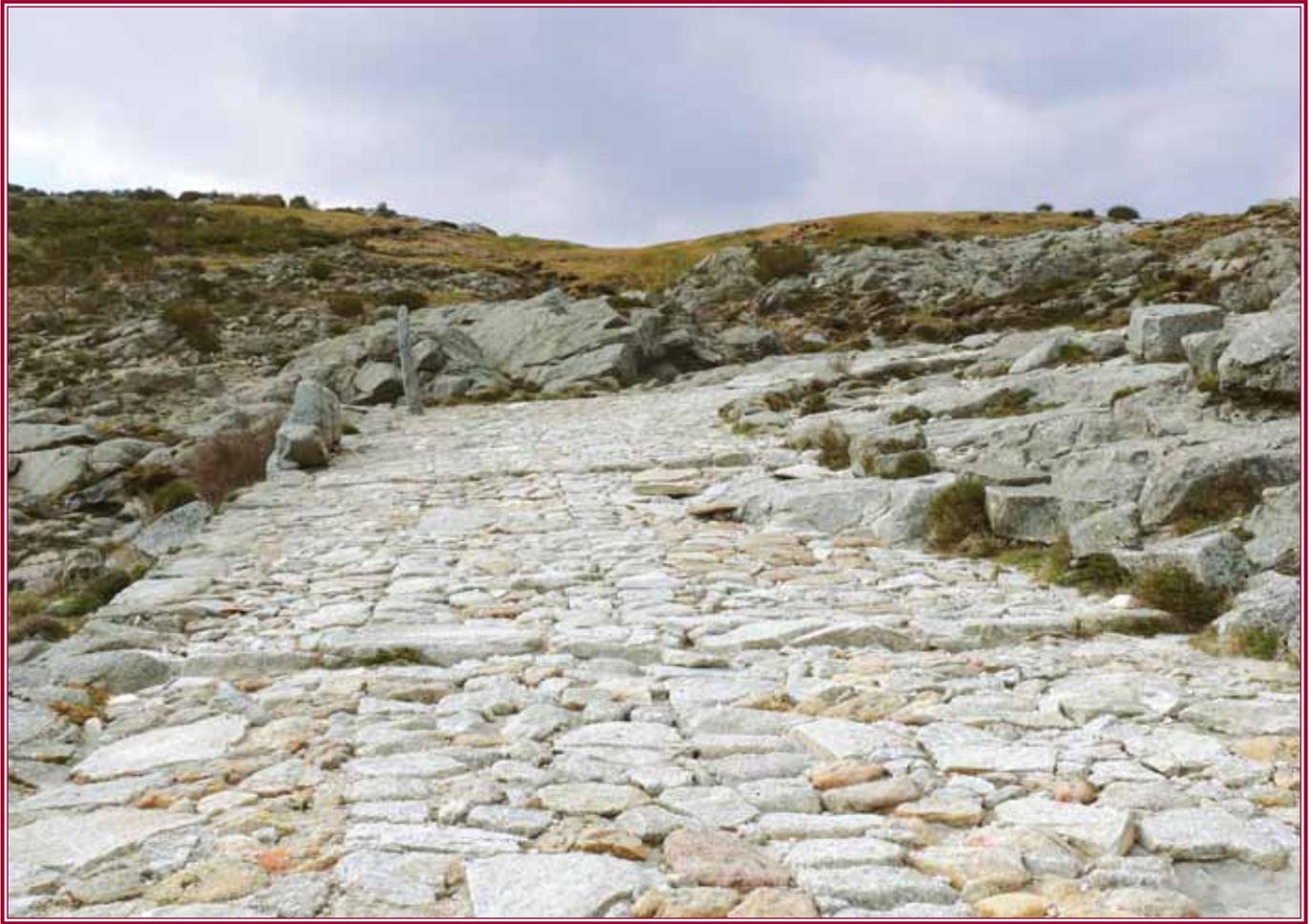
ciales (*statio posita*). El resto de ciudadanos tenía que contratar su correo con compañías privadas.

Las estaciones donde los cursores repostaban eran las mutaciones situadas en las vías principales cada 8 ó 10 millas (unos 12 a 15 km.), o las mansiones, ubicadas cada tres o cuatro mutaciones, a una distancia de 22 a 33 km. Las mutaciones debían tener 20 caballos frescos, mulas, burros o bueyes y forraje; las mansiones eran mayores y tenían capacidad para 40 caballos, mejores servicios y ofrecían comida y cobijo nocturno. Las mansiones se construían en un punto de fácil acceso o en un cruce de caminos. Sus servidores eran funcionarios y personal. A partir del siglo IV se instalaron en las mansiones las oficinas del fisco y la policía. Los funcionarios en viaje oficial comenzaron siendo acogidos por las autoridades locales pero con el tiempo fueron integrados en el *cursum publicum* y su sistema oficial de alojamiento. Los particulares, por su parte, tenían que conformarse con instalaciones privadas, como las *tabernae*.

**Los viajeros podían recorrer a pie entre 22 y 34 kilómetros diarios por una calzada romana, y más de 100 kilómetros si iban a caballo**

Algunas mansiones se convirtieron en ciudades, como *Salamanca* (Salamanca) y *Toletum* (Toledo); otras formaron pueblos o se quedaron en posadas; y otras más fueron hospitales de peregrinos.

Aunque los documentos antiguos nun-



ca parecen suficientes para los investigadores, en el caso de los itinerarios y mapas de tiempos romanos es sorprendente que aún se pueda contar con maravillas como los “Vasos de Vicarello”, la *Tabula Peutingeriana* o el *Itinerario de Antonino*. Los Vasos de Vicarello, o Apolinares, son cuatro vasitos votivos cilíndricos de plata, de los siglos I a II d.C., encontrados en 1852 en Vicarello. En los cuatro está descrita la ruta de *Gades* (Cádiz) a Roma señalando las ciudades y mansiones que recorría la Vía Augusta y las distancias entre ellas. Así, cada viajero portador del vaso pudo seguir el camino y al llegar, tal vez tras tomar las aguas milagrosas, ofrecerlo a los dioses.

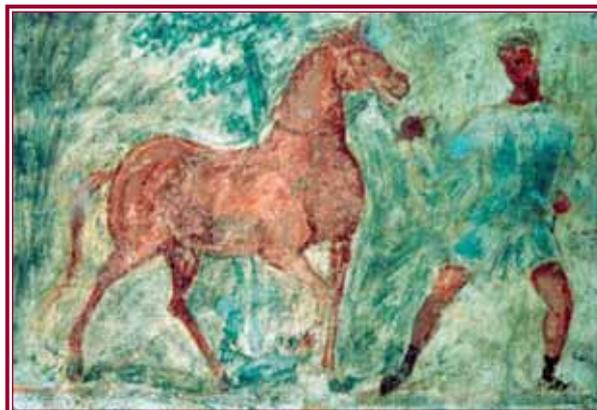
El *Itinerario de Antonino*, o *Itinerarium provinciarum Antonini Augusti*, atribuido al emperador Caracalla, se sitúa en el siglo II o inicios del III d.C. y enumera las 372 vías más importantes desde Roma a los puntos más distantes del Imperio: 34 de ellas discurren por Hispania, en 10.300 km. La *Tabula Peutingeriana* ofrece todas las rutas del Imperio desde Hispania a la frontera con China.

Información posterior sobre las

Varios siglos después de su construcción, algunas calzadas romanas conservan aún un buen aspecto, como ésta en el puerto del Pico (Ávila). Debajo, pintura con jinete y caballo.

rutas de Hispania se ofrecer a partir del XVI, con la relación de viajes del portugués Barreiros o los repertorios de caminos de Villuga y Meneses, y en el XVIII con los mapas de Tomás López. El XIX cuenta con los trabajos de Eduardo Saavedra y sus discípulos Cipriano Martínez y Enrique Gadea. Para consultar el estado actual de la investigación sobre vías romanas, es muy valiosa la aportación que, coordinada por Isaac Moreno, ofrece la RedIRIS de I+D, *Traianus*, así como *El miliario extravagante*, dirigida por Gonzalo Arias.

### Vías romanas en España

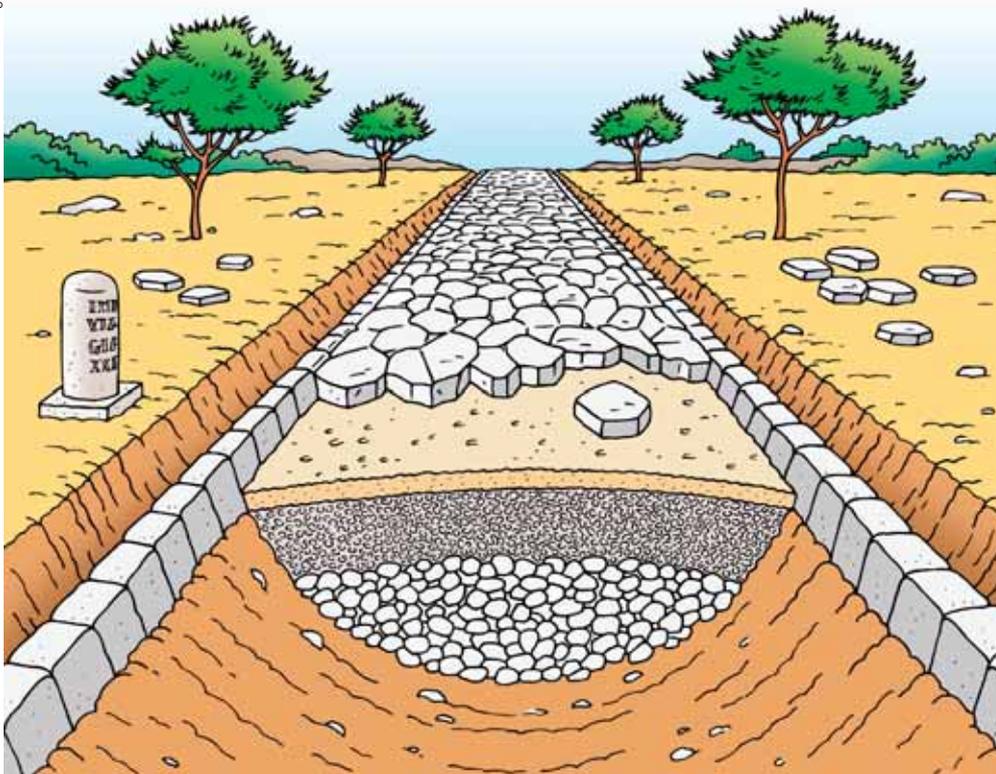


Museo Nacional de Arte Romano de Mérida

La red caminera hispana no era una red centralizada geográficamente como la organizada por el Estado absolutista de Felipe V, con centro en Madrid, sino que se fue conformando hasta crear una tela de araña que presentaba su máxima densidad en la Bética. Al diseñar la red viaria romana, se trató de ahorrar gastos y esfuerzos usando los caminos prerromanos existentes o construyendo otros nuevos que discurrían, como



A. Aragüez



Arriba, Vía de la Plata en Salamanca. Debajo, dibujo del relleno y pavimento de una calzada romana.

los anteriores, por corredores naturales que sorteaban las montañas y aprovechaban las depresiones de los ríos. A vista de pájaro, la red viaria parecería que abrazaba la meseta con recorridos de norte a sur y de este a oeste, formando un “cinturón de vías” que enlazaba los centros más importantes del

interior con los puertos de la costa oriental.

La Vía Augusta bajaba hacia el sur desde los Pirineos por la costa levantina hasta Valencia donde giraba hacia el oeste, hacia Córdoba, salvando Sierra Morena por un paso al este de Despeñaperros, para aprovechar la vega del Guadalquivir y alcanzar Cádiz; con la Vía de la Plata ocurría algo similar: subía de sur a norte desde Mérida hasta Salamanca, por las vegas del Guadiana y las penillanuras cacereña y salmantina hasta la cuenca del Duero; la Vía Lusitana unía Braga con Lisboa de norte a sur por terreno llano; y la Vía del Norte, de Zaragoza a Astorga, se dirigía de este a oeste por la depresión del Ebro y por el lado sur de la cordillera Cantábrica. La única excepción transversal era la vía de Mérida a Zaragoza pasando por Toledo, que unía el suroeste de la Lusitana con el nordeste de la Tarraconense siguiendo cursos fluviales y valles. Todas las vías principales conectaban con un puerto de mar importante, y tenían su ciudad principal a orillas de un río. Los nudos estratégicos fueron *Corduba*, *Hispalis*, *Emerita Augusta*, *Asturica Augusta* y *Caesaraugusta*.

## La Vía Augusta

De origen griego, la vía costera Heraklea, que partía de Gibraltar y siguiendo por el valle del Guadalquivir, por el interior, o por la costa bética se dirigía a los Pirineos pasando por *Cartago Nova* (Cartagena), era una vía natural formada por los mejores valles y pasos que usaron los cartagineses y se convirtió con los romanos en la más larga e importante vía de comunicación de la Península. Éstos utilizaron su

recorrido en su proceso de conquista y luego la reformaron en época imperial, dentro del programa viario hispano, decantándose por el paso interior, en vez del costero, para ir a Cádiz. Tras estas reformas pasó a denominarse Vía Augusta y la antigua vía costera, desde Cartagena por todo el litoral andaluz hasta



Cádiz, perdió esta denominación pero conservó la de vía Hercúlea, jugando un importante papel como enlace de sus puertos con el interior.

La Vía Augusta seguía la costa mediterránea desde *Gerunda* (Girona) pasando por las urbes costeras de la Tarraconense hasta *Saetabis* (Xátiva, Valencia), donde se desviaba del antiguo camino seguido por la vía *Heraklea*, hacia Cartagena al sur, para ir hacia el oeste pasando por Albacete, Jaén y Córdoba y desde allí bajar a Sevilla y Cádiz. El tramo más rico iba desde el arco de Jano, cerca de *Castulo*, hasta *Gades*, siguiendo durante 262 millas por el valle del Guadalquivir con un trazado llano y recogiendo a su paso los productos mineros que ofrecía esta zona Bética.

Bajo el arco de Medinaceli (Soria) discurría la calzada que enlazaba las provincias Lusitana y Tarraconense, una de las más comerciales de Hispania.

De gran trasiego comercial, la Vía Augusta tenía una buena red de mansiones y miliarios, gracias a los cuales se conoce la filiación de su construcción por Augusto y su rehabilitación por Vespasiano, Tiberio, Calígula, Domiciano, Nerva y Trajano. Todos ellos legaron inscripciones en los miliarios que evidencian su intervención en esta antigua vía militar.

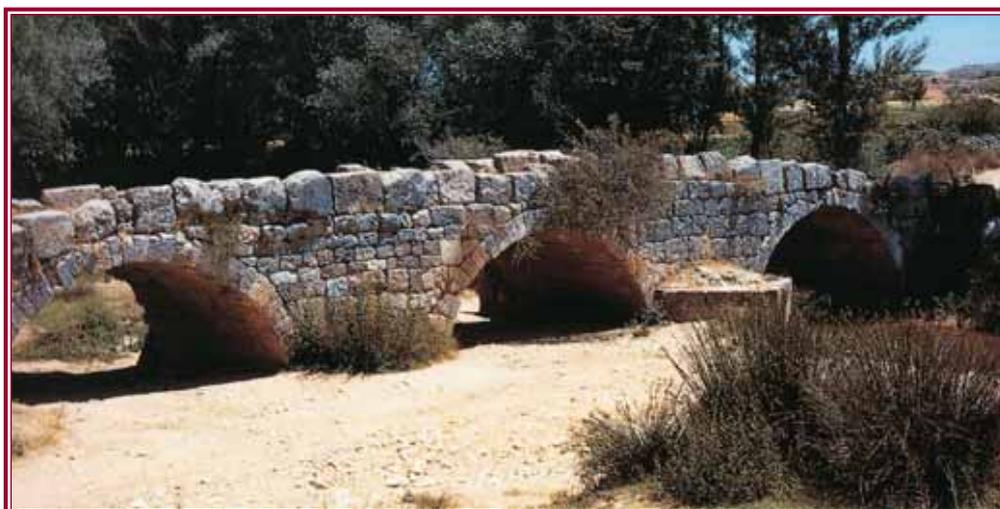
Las mansiones y civitates, muchas prerromanas, y los puntos de referencia entre Cádiz y los Pirineos, según los vasos de Vicarello, eran 44. Desde el punto de partida, este itinerario nombra cada lugar al que se dirige y las millas que lo separan de él, que van de 10 a 32 millas entre cada dos de los puntos consignados.

## Técnicas constructivas de las calzadas

Fue Vitruvio quien dejó escrita la descripción de la calzada perfecta en su tratado *De architectura*, sin embargo, su descripción se ajustaba a los paseos urbanos, algo diferentes de las vías. La construcción de las vías romanas se conoce hoy día con detalle gracias a las prospecciones que se han ido haciendo de las vías supervivientes y se acepta, no sin reparos, la descripción que hizo Bergier, ingeniero francés del s. XIX, sobre las capas de su composición de abajo a arriba: *statumen*, *rudus*, *nucleus* y *pavimentum*, diferenciadas, a grandes rasgos, por el grosor de sus materiales de mayor a menor. Las obras

comenzaban con la prospección del terreno abriendo dos surcos paralelos con un *aratrum* (arado) de unos 12 m. de separación y, si el suelo era adecuado, se hacía una fosa entre ellos y se rellenaba con el *statumen*, capa de grandes piedras, asentadas sobre arena, con un grosor de 25 a 60 cm. según el estado del suelo. Sobre él se colocaba el *rudus*, consistente en unos 22 cm. de guijarros o piedras enlucidas con mortero de cal y compactadas con la *paviculae* o pisón. La tercera capa era el *nucleus* de argamasa de gravilla y cal apagada que se consolidaba con el rodillo. Sobre esta capa iba el *pavimentum*,

compuesto de lastras o losas poligonales, en las vías urbanas y sus salidas, o grava o *glarea*, en el caso de las interurbanas. El espesor total de la calzada era de 90 a 145 cm., abombada en el centro y terraplenada en los bordes para que escurriesen las aguas, y su anchura total era de 4,5 a 6 m. En las vías urbanas, a ambos lados y más altos se construían los bordillos, de unos 45 cm. de altura y 60 de ancho, seguidos de las aceras, mientras que en las interurbanas el borde se señalaba con una línea de piedras a ambos lados. Drenajes, tajeas, cloacas, *miliaria* y *gradus* completaban la obra.



La Vía Augusta hoy día se correspondería con el trazado de la autopista AP-4 de Cádiz a Sevilla, la A-4 hasta Córdoba y de allí a Linares; desde esta ciudad subiría entre los ríos Guadalén y Guadalimar por la A-312 pasando por Navas de San Juan, para dirigirse hacia Albacete, donde enlazaría con la N-322 hasta Chinchilla; de Albacete a Valencia por las A-31 y la A-35; y de Valencia a los Pirineos por la A-7. El tramo mejor conservado es el de Cabanes a la Población Tornesa (Castellón), con 8 kilómetros de camino.

## La Vía de la Plata

La base del *iter ab Emerita Asturicam*, o actual Vía de la Plata, ya existía cuando llegaron los romanos. De origen indígena, se cree que se utilizaba desde la antigüedad en las migraciones nortesur. Declarada como bien de interés cultural, es Monumento Nacional desde 1931.

Los puentes eran un elemento básico de las calzadas romanas. En las imágenes superiores, puentes romanos en el Pirineo oscense (arriba) y en tierras castellanas.

El núcleo de la Vía de la Plata fue *Emerita Augusta*, capital de la Lusitania. Se eligió un punto estratégico apropiado para recibir el oro y el estaño del noroeste, así como los productos del sur, ya que desde Mérida se podía enlazar con las grandes vías de la Península. Hacia el norte llegaba hasta Zamora, aunque más tarde se unió con *Asturica Augusta* mediante otra vía a través de *Brigaeicum* (Benavente), por lo que hoy este tramo también se considera como parte de la Vía de la Plata dada la importancia de Astorga, un estratégico eje de comunicaciones del norte donde confluían hasta ocho vías radiales, entre ellas: la vía que enlazaba con Galicia, por el oeste; la que iba a Zaragoza y a Tarragona, por el este; y la que enlazaba con el litoral atlántico, la vía a Lisboa, por el oeste. Hacia el sur, desde Mérida, partían tres ramales: uno a Zafra, la *Restituta Iulia Imperial*, y a Sevilla desde donde conectaba con el puerto de Cádiz y otro a Córdoba desde donde enlazaba con la Vía Augusta y los puertos mediterráneos.

*Emerita Augusta* acabaría siendo un importante centro administrativo. Desde allí, la ruta principal se dirigía hacia el norte por un camino en el que se puede contemplar aún el empedrado y bordillos en las márgenes de la vía. Buscaba los puertos más bajos y los vados menos profundos hasta encontrar su fin en *Ocelo Duri* (Zamora). En su recorrido, Mérida-Astorga, contaba con 14 estaciones o mansiones separadas unas 25 millas entre sí.

La Vía de la Plata, sobre un mapa actual, discurriría próxima o bajo el trazado de la A-66. De sur a norte, pasaría por Cáceres, Plasencia, Salamanca y Zamora llegando a Benavente, donde se desviaría hacia Astorga para continuar por la A-6 hacia Lugo y La Coruña, o se dirigiría a León por la N-120. El ramal a Sevilla desde Mérida circularía por la A-66. El ramal a Lisboa desde Badajoz por la A-5 española y la A-6 y A-2 portuguesas para, desde esta capital, dirigirse a Braga, a través de Coimbra y Oporto, para recorrer la Vía Nova por la N-103 lusa que cruza a España por Puebla de Sanabria y siguiendo por carreteras de segundo orden hasta al-

canzar Astorga. Sobre el terreno, la Vía de la Plata es una vía bastante bien conservada a pesar de las transformaciones modernas hasta el norte de Salamanca, a partir del cual su localización encuentra grandes dificultades.

### La ruta del Norte

La campaña contra astures y cántabros la llevó a cabo Octavio Augusto. Era la última fase de la conquista, pero la necesidad de completar el dominio romano en Hispania activó el aparato militar de Augusto en la conquista del norte desde la *Gallaecia* a las tierras vasconas. Acabada la campaña, Agripa funda *Caesaraugusta* como asentamiento legionario, y a partir de ahí llegaron colonos itálicos y se organiza la administración del noroeste peninsular fundando *Bracara Augusta* (Braga) y *Lucus Augusti* (Lugo).

Las anteriores vías militares se convierten en vías comerciales y con la unión de estas ciudades nace la vía *Caesaraugusta-Asturica Augusta*, o Vía del Norte, muy importante por su recorrido por el valle del Ebro y la meseta septentrional así como por sus enlaces. La vía partía de Zaragoza acompañando al Ebro en dirección sureste-noroeste hasta Logroño, donde se separaba del río y se incorporaba a la meseta en los Llanos de Valpierre para dirigirse al oeste por Tierra de Campos hasta Astorga. Cruzaba los ríos Arlanzón, Pisuerga, Carrión, Valderaduey, Esla y Órbigo. En Astorga enlazaba con Braga y el Atlántico mediante la Vía Nova, construida durante el mandato de Domiciano (69-79 d.C.), ya con carácter comercial y no estratégico, como en época de conquista. Esta vía reunía todos los rasgos de las vías romanas: poca pendiente (5%), buena fábrica y amplitud (5 a 7 m.), aunque no en cuanto a curvas, muy numerosas por la topografía del terreno. Sus mansiones estaban todas a menos de 20 millas.

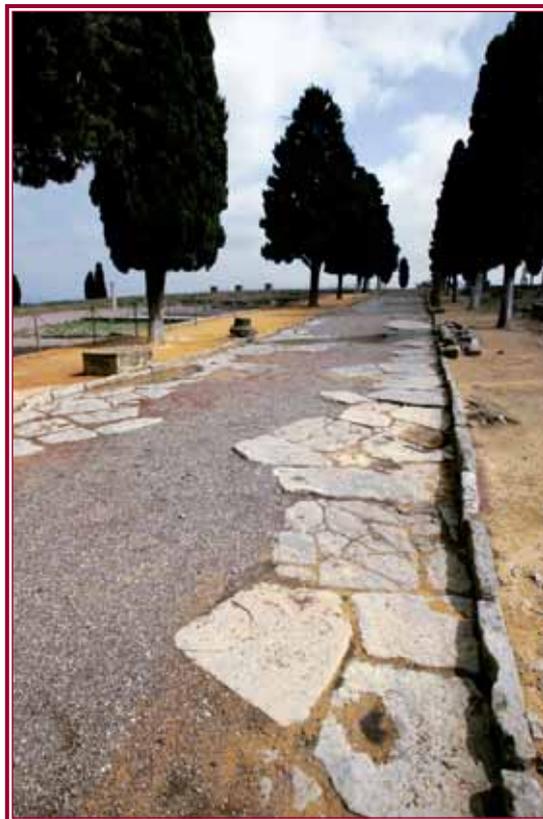
Una variante corta y próxima a Astorga es la que salía hacia León. Y otra variante de esta vía fue la línea *Asturica-Pompaelo* (Pamplona), de entrada a Hispania por Roncesvalles desde Burdeos, que tomarían los peregrinos a Santiago de Compostela. Finalmente, la línea del norte se cerraba con sendos ramales que partían por el oeste desde Astorga hacia *Lucus Augusti* (Lugo) y *Brigantium* (A Coruña), y por el este de Zaragoza a Tarragona.

En el borde oriental estaba *Tarraco* (Tarragona), capital de la provincia Tarraconense con Julio César, aunque perdió importancia en el siglo III. La vía que partía de Tarragona llegaba a Zaragoza cruzan-

***La red caminera romana en Hispania no estaba centralizada, sino que fue creando una trama en forma de tela de araña***



Arriba, empedrado de la parte superior del puente de *Uxama* (Burgo de Osma, Soria). Derecha, restos de una calzada romana en *Itálica* (Santiponce, Sevilla).





do por *Ilerda* (Lérida) y *Oscá* (Huesca). Tarragona también fue punto de llegada para la vía de Italia a Hispania que partía de *Mediolanum* (Milán) y, tras cruzar por el este francés y Tarragona, enfilaba Zaragoza y se dirigía a *Legio VII* (León). La variante de vuelta desde Astorga por el valle del Duero recorría *Baedunia* (La Bañeza), *Pallantia* (Palencia), *Clunia* (Coruña del Conde), *Uxama* (Burgo de Osma) o *Turiaso* (Tarazona) antes de incorporarse a la vía principal por Alagón para llegar a Zaragoza.

Las mansiones entre Zaragoza y Astorga eran 23 en un recorrido de 319 millas (473 km.) y estaban próximas entre sí. Abastecían a las actuales Cataluña, La Rioja y Castilla, y sus ciudades más importantes eran *Libia* (Leiva), *Tritium* (Tricio), *Calagurris* (Calahorra) y *Graccurris* (Alfaro). Gran parte de esta vía fue utilizada más tarde por el Camino de Santiago.

El recorrido actual se iniciaría en Astorga por la AP-71 hasta León, desde donde bajaría por la carretera N-601 para incorporarse a la A-231 hasta Burgos. De allí a Briviesca por la N-1 para hacer un tramo por vías secundarias hasta tomar la N-120 en Nájera hasta Logroño, donde se enlaza con la N-232 hasta Zaragoza, en cuyo tramo tan pronto podía estar la estación romana en esa vía o en la AP-68 que corre paralela a ella. De Zaragoza se iría por la A-23 hasta Huesca para continuar por la N-240 a Lérida y Tarragona.

## Vía Emerita Augusta a Caesar Augusta

Por debajo del arco de Medinaceli pasaba la vía que iba desde Mérida a Zaragoza comunicando la Lusitania con la Tarraconense. Vía comercial, partía de Mérida y, siguiendo el curso del Gua-

diana, dejaba a su izquierda las sierras de Montánchez y Guadalupe para llegar a Toledo. Desde aquí seguía el curso del río Henares que llevaba a *Ariaca*, (Guadalajara), *Segontia* (Sigüenza), *Arcobriga* (Arcos de Medinaceli) y *Bilbilis* (Calatayud) antes de entrar en Zaragoza. Recorría 348 millas (516 kilómetros) y 14 estaciones, aunque en el tramo de Mérida-Toledo eran más escasas, e incluso había un gran espacio, de 55 millas, entre *Augustobriga* (Talavera la Vieja) y *Toletum*. Desde aquí la línea estaba bien surtida de mansiones, algunas tan importantes como Titulcia, *Complutum* (Alcalá de Henares) o *Segontia* (Sigüenza). Las distancias entre estaciones iban de 14 a 30 millas.

La carretera que recorrería hoy el itinerario entre Mérida y Zaragoza parte de Mérida por la autovía A-5 hacia el noroeste pasando próxima entre Santa Amalia y Medellín, pero a partir de ahí no sigue la carre-

tera a Toledo ya que la vía discurría por carreteras más al sur de la actual, al no necesitar la conexión con Madrid. Desde Toledo se iría a Titulcia y Alcalá de Henares; allí se tomaría la autovía A-2 hasta Zaragoza pasando por Guadalajara, Medinaceli y Calatayud.

## La Vía Lusitana

Esta vía discurría paralela a la vía de la Plata por la costa atlántica. Partía de *Bracara Augusta* (Braga) y recorría 244 millas hasta la ciudad de *Olisippo* (Lisboa), aunque tenía sus ramificaciones tanto en su extremo norte hacia *Iria Flavia* (Padrón), en Galicia, como en el sur desde Lisboa a Mérida. Sus estaciones principales de norte a sur fueron: *Bracara*, *Calem* (Oporto), *Conimbriga* (Coimbra), *Sellium* (Tomar), *Scallabin* (Santarem) y *Olisippo*. Algunas están separadas entre sí por debajo de las 18 millas, pero otras muchas lo están entre 32 y 35. ■

Museo Nacional de Arte Romano de Mérida



Foto superior, puente romano sobre el río Mao, en Ourense. Debajo, relieve de un carro familiar romano con un matrimonio.

# Mansiones en las calzadas de Hispania

## VÍA AUGUSTA

Nombre latino

Gades

Ad Portus

Hasta

Ugia

Oripo

Hispalis

Carmona

Obucla

Astigi

Ad Aras

Corduba

Ad Decumum

Epora

Uciese

Ad Novlas

Castulo

Ad Aras

Ad Morum

Ad Solaria

Mariana

Mentesa

Libisosa

Parietinis,

Saltigi

Ad Palem

Ad Aras

Ad Turres

Saetabis

Ad Statuas

Sucronem

Valentia

Saguntum

Sebelaci

Ad Novlas

Dertosa

Tria Capita

Subsaltum

Oleastrum

Tarracone

Palfuriana

Antistiana

Ad fines

Arragonem

Semproniana

Seterras

Aguas Voconias

Gerunda

Cinniana

Iuncaria

Deciana

Topónimo actual o próximo

Cádiz

Dehesa de Bolaños (Cádiz)

Mesas de Asta

Cabezas de San Juan (Sevilla)

Torre de los Herberos

Sevilla

Carmona

La Monclova

Écija

La Carlota (Córdoba)

Córdoba

“al décimo” (miliario)

Montoro

Marmolejo (Jaén)

Villanueva de la Reina

Cortijo de Cazlona, Linares

“a los altares”

“al moral”: Navas de San Juan

“a los relojes de sol”, Montizón

Puebla del Príncipe, C. Real

La Povedilla

Lezuza (Albacete)

Paredazos

Chinchilla

“a Palas”, Cerro de los Santos

en Villena (Valencia)

“a las Torres”, Mogente

Xátiva

“a las estatuas”, en Enguera

en el Júcar, tal vez Alcira

Valencia

Sagunto

Onda

cruce del río Millares

Tortosa, Tarragona

hacia Ampolla

Coll de Balaguer

en el río Llastres

Tarragona

cerca de Vendrell

Torre Veguer (Barcelona)

“al final”, sin localizar

Arraona

Granollers

Breda (Gerona)

cerca Caldas de Malavella

Girona

Cerviá

Figueras

La Junquera



Lance

Interamnio

Vallata

Asturica Augusta

junto a Villasabariago

Paredes o Ardón

Villadangos

Astorga

## VÍA DE LA PLATA

Nombre latino

Emerita Augusta

Ad Sorores

Castra Caecilia

Turmulus

Rusticiana

Capara

Caelionicco

Ad Lippos

Sentice

Salmantice

Sibarim

Ocelo Durii

Vico Aquario

Brigaecum

Baedunia

Asturica Augusta

Topónimo actual o próximo

Mérida (Badajoz)

Casas D. Antonio (Cáceres)

Cáceres

en Vado de Alconétar

en el término de Galisteo

ruinas de Cáparra

Puerto de Béjar (Salamanca)

en el cerro Peña Milanero

Fuenterroble-Frades

Salamanca

Cubo Tierra del Vino (Zamora)

Zamora

ruinas de Castrotorafe

Benavente

San Juan de Torres

Astorga (León)

## VÍA CAESARAUGUSTA-ASTORGA

Nombre latino

Caesaraugusta

Alauona

Balsione

Cascantum

Graccurreis

Calagurris

Barbariana

Vareia

Tritium Magallum

Atiliana

Libia

Segasamunclo

Verovesca

Tritium

Deobrigula

Segisamone

Dessobriga

Lacobra

Viminacio

Camala

Palantia

Topónimo actual o próximo

Zaragoza

Alagón

Junto a Mallén

Cascante

Alfaro (La Rioja)

Calahorra

junto a Agoncillo

Varea (Logroño)

Tricio

Azofra-Valpierre

Leiva

Cerezo de Riotirón

Briviesca

Monasterio de Rodilla

Tardajos (Burgos)

Sasamón

M. de Fernamental- Osorno

Carrión de los Condes

Calzadilla de la Cueva

Sahagún

Villamoratiel

## VÍA EMERITA-CAESARAUGUSTA

Nombre latino

Emerita Augusta

Lacipea

Leuciana

Augustobriga

Toletum

Titulcia

Complutum

Arriaca

Caesada

Segontia

Arcobriga

Aquae Bilbitanorum

Bilbili

Nertobrigga

Segontia

Caesaraugusta

Topónimo actual o próximo

Mérida (Badajoz)

Santa Amalia

La Cumbre (Cáceres)

Talavera la Vieja (Toledo)

Toledo

Titulcia

Alcalá de Henares (Madrid)

Guadalajara

Santas Gracias

Sigüenza

Monreal de Ariza (Zaragoza)

Alhama de Aragón

Calatayud

cerca Almunia

en La Muela

Zaragoza







Arco central y arquillos de aligeramiento del puente de Mérida, uno de los más representativos construidos en Hispania durante el periodo republicano.

Los puentes permitieron enlazar las calzadas y extender el Imperio por Hispania

## CAMINOS SOBRE EL AGUA

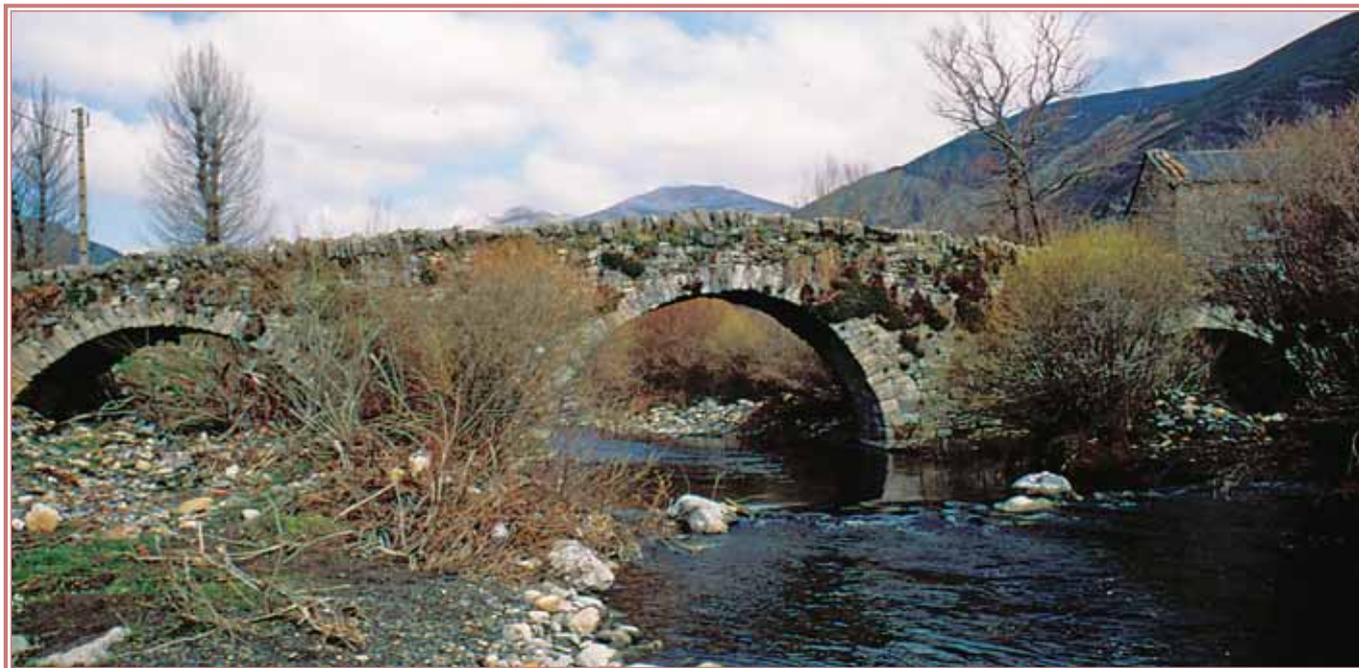
JOSÉ I. RODRÍGUEZ.

FOTOS: CABALLERO Y M. D. CORDERO

*La amplia red de calzadas en la que Roma basó la conquista y civilización de Hispania no hubiera sido posible sin la construcción de puentes que unieran los caminos. Gracias al arco de medio punto que, con algunas excepciones, se convirtió en la forma ortodoxa de su expresión arquitectónica, y al uso del hormigón, capaz de fraguar bajo el agua, los romanos conjugaron el sentido de lo práctico con la exhibición de su poder y grandeza. Aún perdura su legado en puentes tan magníficos como los de Alcántara, Carmona, Villa del Río, Mérida o Bibeí.*



En la península Ibérica, el dominio romano se prolongó desde el año 218 a. C. hasta el 409 de nuestra era, pero realmente comenzó con la caída de Numancia en el año 133 a. C. La feliz simbiosis del sentido práctico y utilitario, junto con el espíritu imperialista, resultó básico en la construcción de numerosas obras capaces de dar respuesta a sus necesidades de conquista, dominio y grandeza. Pero el sueño imperial de una red viaria que enlazara todos los territorios conquistados y dominados por los romanos no hubiera sido posible sin la existencia de los puentes, “unos caminos sobre las aguas que se han de juntar con los de la tierra”, según escribe el padre Pontones en su *Ar-*



## Alcántara: el puente

Fue construido por Julio Cayo Lacer en los años 105-106 de nuestra era pero fueron los musulmanes los que le darían su nombre actual, "Al Kantara", es decir, el puente. Su estructura consta de seis bóvedas de cañón de luces diferentes, que casi llegan a alcanzar los 30 metros y descansan sobre cinco pilares –con una anchura que varía entre 8,3 y 5,7 m–, de los cuales el central es el eje de simetría y aparece coronado por un arco triunfal. La longitud del puente es de 195 m y la altura de 50 m sobre el nivel medio del agua del río Tajo tras la construcción de la presa. Sus proporciones le confieren belleza y sobriedad, y junto con el arco de triunfo, el templo y la calzada, constituyen un conjunto verdaderamente monumental.

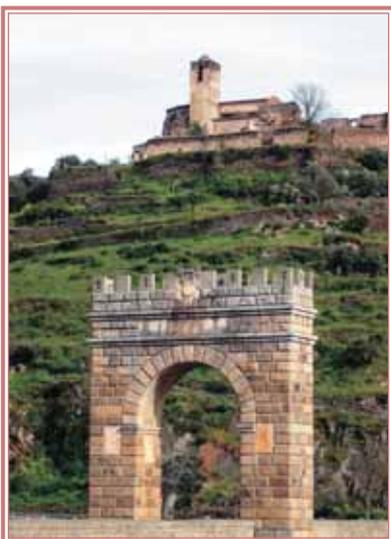
El arco se alza en el centro del puente. Tiene una altura de 14 m y se corona con un cuerpo almenado que se añadió en el siglo XVI, al igual que el escudo con el águila bicéfala de Carlos I.

Al templo, situado en el extremo oriental del puente, con una imagen muy similar a la original, se accede a través de una pequeña escalinata y de un pórtico con dos columnas dóricas adosadas.

El puente ha sufrido la agresión del hombre en diferentes conflictos bélicos: en 1213 (contra los musulmanes), 1707 (guerras con Portugal), 1810 (Guerra de Independencia) y 1836 (revuelta carlista). Durante el reinado de Isabel II, Alejandro Millán acometió su restauración y desde entonces no ha variado su imagen. No obstante, durante la construcción de la vecina presa de Alcántara se realizó una importante labor de recalce de los cimientos. Hoy sigue dando paso al tráfico rodado de una carretera autonómica.

Foto superior, puente de Lugueros sobre el río Curueño, en León.

Debajo, arco de triunfo del puente de Alcántara, construido en la parte central de esta estructura.



chi t c ura hidráulica t n las fábricas dt put n t s, del año 1768.

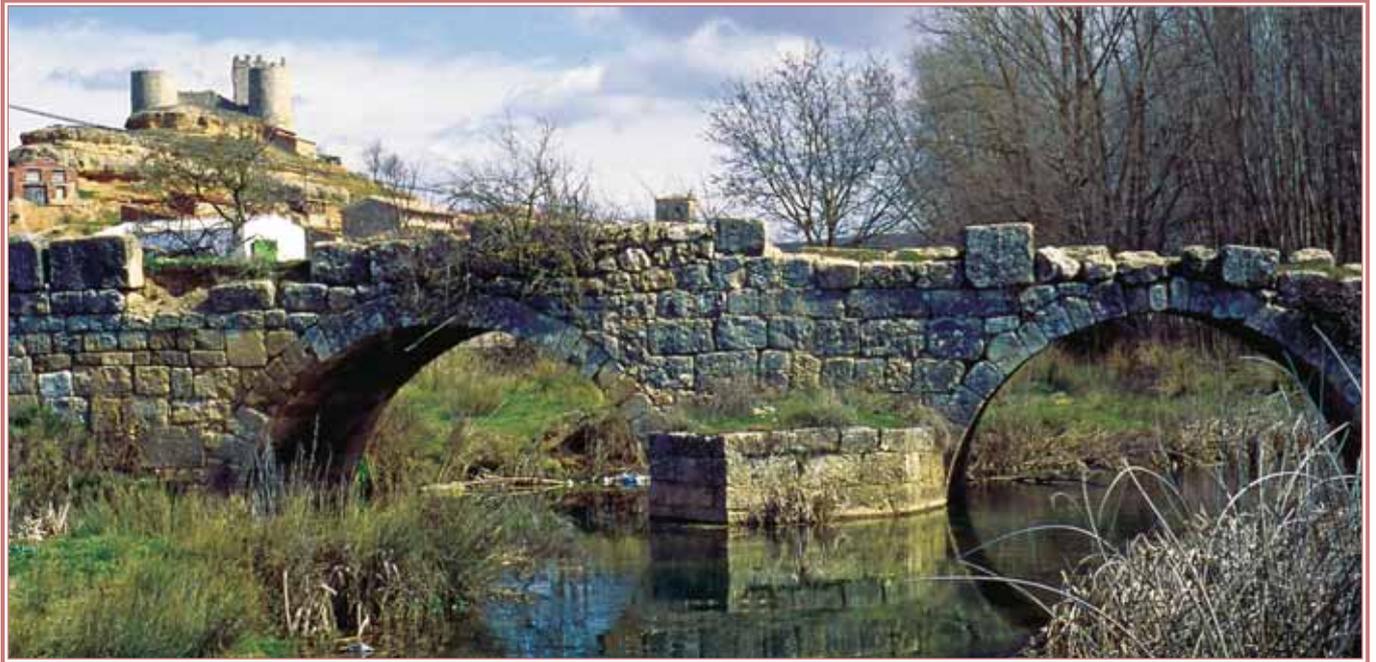
Una inscripción en el puente de Alcántara define el arco como un "artificio mediante el cual la materia se vence a sí misma". Es, quizás, uno de los grandes logros constructivos del hombre porque la historia del puente está muy unida a la del arco y la bóveda: la colocación de las dovelas, de modo que siempre estén comprimidas, les permite vencer la gravedad de su propio peso y el de las cargas que transiten por el puente y llevarlas a los estribos y, a través de ellos, a la cimentación.

Otra de las aportaciones de la ingeniería romana fue el uso del hormigón, el primer material de construcción artificial de la historia: por su economía y facilidad de empleo, su maleabilidad, durabilidad y resistencia, se convirtió en el material idóneo para la construcción de las estructuras imperiales, especialmente las bóvedas de gran luz.

## Tipos de puentes

Al margen de los puentes más significativos, cuya descripción se plantea de forma individual, existen distintos criterios de clasificación sobre su tipología. Por ejemplo, Manuel Durán parte del principio de que sólo deben considerarse romanos aquellos que poseen la práctica totalidad de la fábrica original o aquellos que, conservando parte de ella, no han sufrido reconstrucciones posteriores que impidan reconocerlos como tal. Por ello, señala, algunos como los de Ourense, Lugo y otros no deben ser considerados romanos y cita únicamente 36 puentes plenamente identificados como tal conservados en la antigua Hispania.

Otros autores que, como Pilar Chías y Tomás Abad, no hacen esa exclusión elaboran la siguiente



te clasificación: un primer grupo lo constituyen los puentes de gran vano único, que permiten salvar cauces estrechos o profundos, y que en ocasiones están flanqueados por pequeñas bóvedas que aligeran los estribos, obteniéndose un perfil de lomo de asno bastante pronunciado. De estas características, según los citados autores, son los puentes de Reparacea, sobre el río Bidasoa; Cangas de Tineo, sobre el Narcea; Vero, entre Alquézar y Barbastro, o el navarro de Cirauqui.

Un segundo grupo lo forman aquellos puentes con dos o tres bóvedas de cañón de gran luz, que permite salvar cauces anchos y profundos. Estas características las reúnen los puentes catalanes de Caldas de Montbuy, de Manresa sobre el Cardoner (reconstruido en su totalidad) o el de Cardona (del Diablo) sobre el mismo río. También se citan otros como los de Mantible sobre el Ebro y el de Vitórica en Areta (Llodio) sobre el Nervión.

Un tercer grupo lo constituyen los que tienen varias bóvedas y mayor longitud, que salvan cauces anchos y zonas inundables. De este tipo son el puente de Niebla sobre el río Tinto, construido con ladrillo y mampostería; el puente de Suazo, reconstruido en el siglo XV, cerca del puerto de Cádiz; el puente de Agoncillo sobre el Ebro, cerca de Logroño, cuya longitud era de unos 140 metros. También en este grupo hay otros en Galicia

Arriba, puente de Coruña del Conde, cerca de la antigua Clunia (Burgos), en la vía romana entre *Caesaraugusta* y *Asturica Augusta*. Debajo, puente sobre el río Bibei (Ourense), construido hacia el año 80 de nuestra era.

## Puente Bibei

Este puente de la época imperial salva el río Bibei para dar continuidad a la Via Nova que enlazaba Braga (Portugal) y Astorga. En este itinerario se han encontrado varios miliarios coetáneos del gobierno de Tito y Domiciano, lo que ha permitido datar el puente hacia el año 80 d. C. Otros estudiosos han contrastado su imagen con puentes como el de Alcántara o el de Segura, adscribiéndolo a la época de Trajano. Se encuentra junto a la carretera N-120, en el límite provincial entre Trives (Ourense) y Quiroga (Lugo).

Su esbelta fábrica de sillería almohadillada comprende tres bóvedas de cañón, de las cuales la central tiene 18,5 m de luz y la más pequeña 6,09. Presenta, aguas arriba, sendos tajamares de planta triangular adosados a las pilas y tiene una longitud de 78 m, con un tablero de 6,2 m de ancho, mientras que el espesor de las pilas varía entre 4,4 y 4,2 m. La rasante es horizontal

y tiene una altura de 26 m. En el siglo XIX se efectuaron algunas pequeñas obras de reconsolidación, como rellenado de juntas, sustitución de sillares deteriorados o reconstrucción del pretil. Fue declarado Monumento Nacional en 1931 y en la actualidad da paso al tráfico rodado.





como el puente Mayor de Ourense (con múltiples reconstrucciones), el de la Cigarrosa sobre el Sil, cerca de La Rúa-Petín, o el puente de Lugo sobre el Miño.

Finalmente, existe un grupo de pequeños puentes y alcantarillas que se repiten a lo largo de itinerarios como el del puerto de la Fuenfría; o en los tramos burgaleses de la vía que enlazaba la *Galatia* con *Aquí ania* por *As urica August a*, donde destacan grupos de pontones como los de Castrogeriz y bóvedas como las de Cañizar de los Ajos o la de la Magdalena en Pancorbo. En la calzada que unía *Clunia* y Cantabria forman parte de este grupo los puentes de Tordómar, Gumiel de Hizán y Coruña del Conde.

## Obras de fábrica

En su expansión territorial, los romanos tuvieron que construir muchas obras de fábrica. Las más sencillas que resolvían el paso de los pequeños cursos de agua eran simples badenes revestidos con enlosados. Otros cruces fueron facilitados por pequeñas tajeas adinteladas y construyeron también puentes de madera con tipologías diversas. Pero donde la ingeniería

Restos de los arcos y pilares del puente de Alconétar (Cáceres), del siglo II d. C. Debajo, puente de Marmolejo sobre el río Guadalquivir (Jaén), con sus robustos tajamares en las pilas centrales.

## Puente de Alconétar

Apenas quedan ruinas de este puente del siglo II, construido por Adriano para sustituir los puentes de madera que se utilizaban para que la Vía de la Plata salvara el río Tajo. Esto se deduce no sólo del empleo de bóvedas escarzadas sino de la perfección de sus aparejos en seco y la uniformidad de los sillares, cuya longitud alcanza 1,2 m, así como del tratamiento más barroco frente a otros precedentes más sobrios.

No obstante, los actuales vestigios no son enteramente romanos pues las bóvedas más elevadas fueron fruto de un intento fallido por reconstruir la plataforma en 1730. Pese a ello, en la fábrica antigua se aprecia la estructura de las pilas, en la que los sillares formaban una especie de encofrado. Especialmente interesante resulta la fábrica del tajamar de aguas arriba, a base de sillares de gran tizón alternando de dirección en hiladas sucesivas.

Durante la Reconquista, cuando la línea del Tajo se convirtió en frente, el puente prácticamente desapareció. De los testimonios escritos y gráficos se deduce que tuvo 13 bóvedas y una longitud de unos 250 m. Al construirse la presa de Alcántara II, el puente fue trasladado de emplazamiento para evitar que quedara anegado por las aguas.

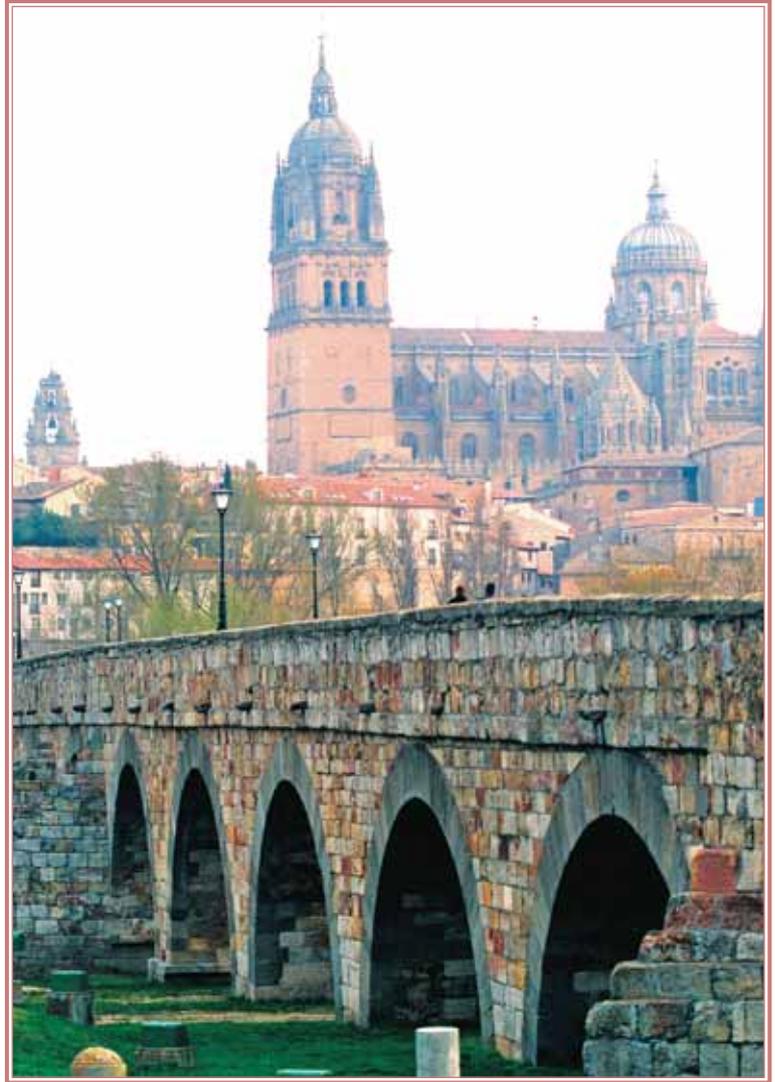


## *Arcos y bóvedas para los puentes son una de las grandes aportaciones que nos ha dejado la ingeniería romana*

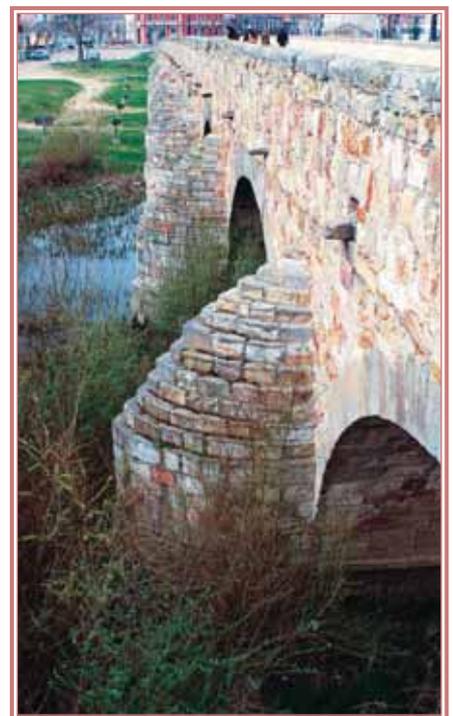
romana destacó fue en la construcción de puentes con bóvedas de fábrica.

Generalmente, el emplazamiento de los puentes se realizó considerando el trazado de la vía existente, la morfología del valle y sus características geológicas. Además, los ingenieros romanos trataban de asentar el puente en un lugar con buenas condiciones de cimentación, básicamente sobre roca, aunque no siempre lo consiguieron. Cuando no había roca recurrieron a diversos sistemas constructivos para mejorar la cimentación, empleando pilotes o capas de hormigón en masa que incrementaba la capacidad portante. Igualmente utilizaron algunos elementos para facilitar y mejorar el tránsito del río bajo el puente y evitar los remolinos, como es el caso de los tajamares en el frente de la pila, los muros de encauzamiento aguas arriba y el recubrimiento del cauce bajo el puente con un enlosado.

En cuanto a los materiales, la piedra empleada en los puentes de Hispania fue elegida entre la que ofrecía la naturaleza: en el norte y oeste peninsular el granito y el esquisto, mientras que en el sur y el este era más abundante la caliza y la arenisca. La piedra más común de los puentes conservados es el granito, por su durabilidad, dureza y relativa facilidad de corte y labra. El esquisto o las lajas calcáreas no fueron tan usados quizá porque desconfiaron de su comportamiento resistente en obras de



Vista lateral del puente de Salamanca y detalle de sus tajamares triangulares.



## **Puente de Salamanca**

**Para la mayoría de los autores fue construido a finales del siglo I, aunque algunos lo datan en los primeros años del Imperio, sobre la fábrica de otro anterior. Posteriormente, aún bajo la dominación romana, sufrió varias reconstrucciones.**

**El puente, de 356 metros de longitud, una anchura del tablero de 7,3 m y una altura máxima de la rasante horizontal de 6 m, presenta un total de 26 bóvedas de cañón de sillería almohadillada de tímpanos macizos. Sus luces oscilan entre los 13 m y los 5,9 m y se apoya sobre pilas con un espesor entre 2,5 y 5,9 m. Éstas cuentan con tajamares de planta triangular aguas arriba, mientras que aguas abajo las pilastras son de sección rectangular y llegan a alcanzar el nivel de la rasante. No**

**obstante, en posteriores intervenciones se llegaron a recrear algunas en la base con otros tajamares apuntados de gran volumen. Cabe destacar que las bóvedas originales poseen el trasdós de la embocadura tangente a la imposta que define la rasante.**

**Sobre un ensanchamiento existente en la zona central de la fábrica existió un castillete que, en su planta superior contenía una estancia en la que el Ayuntamiento verificaba el pago del pontazgo. Y junto a él se encontraba el berraco que fue lanzado al agua y recuperado más tarde. Entre 1885 y 1889 el puente fue restaurado, manteniéndose la fábrica e imagen antiguas, optándose por la construcción de un nuevo puente metálico. Su uso actual es, fundamentalmente, de tipo peatonal.**

## Puente de Carmona

Está catalogado como un puente romano de la época imperial y sorprende la envergadura de la obra para salvar el débil cauce del río Corbones. Se trata de un puente de fábrica de ladrillo y mixta con mampostería, que presenta cinco bóvedas de cañón de ladrillo. La rasante es prácticamente horizontal, tiene una longitud de 33 m, una luz libre que oscila entre 5,2 y 3,8 m y el espesor de las pilas es de 2,45 m. La anchura del tablero es de 4 m y la altura máxima de la rasante es de 4 m.

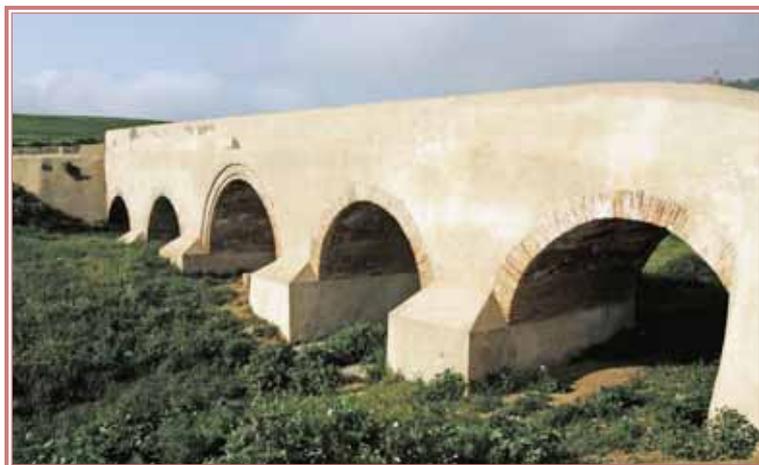
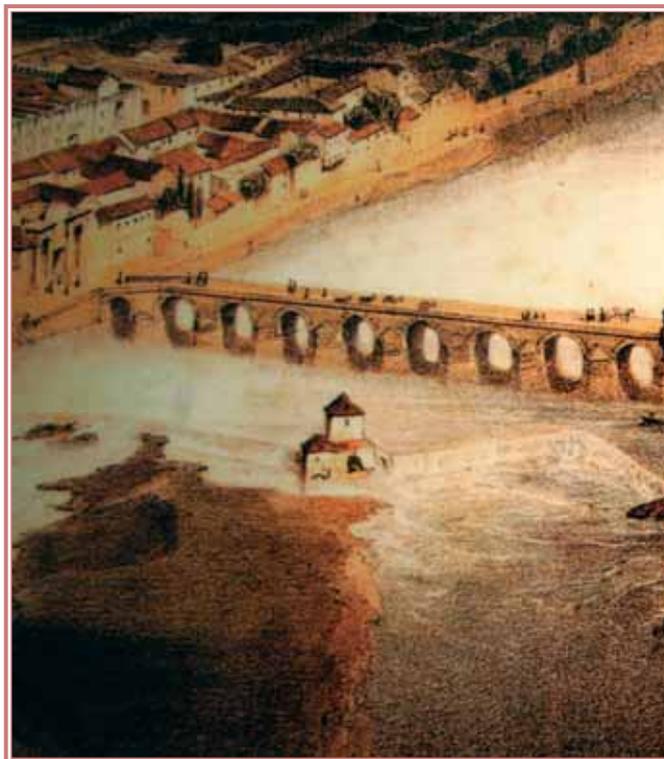
Este puente, declarado Monumento Histórico Artístico en 1963, se mantuvo en uso hasta principios del siglo pasado. Hoy se emplea como puente peatonal y pecuario. Está formado por cinco bóvedas de cañón, con mayor luz la central, mientras que las dos laterales están casi enterradas junto con sus

tajamares adyacentes debido al desplazamiento del cauce causado por la construcción de uno de los muros de acompañamiento.

Las embocaduras de la bóveda central consisten en tres roscas de ladrillo independientes y no complanarias, mientras que en las restantes bóvedas son simples y se encuentran enrasadas con los tímpanos.

Coronando los tímpanos y tangentes al trasdós de la bóveda central existen ocho hiladas de ladrillo que hacen las veces de pretil y que se rematan con un recrecimiento.

Se aprecian restos de tajamares de planta triangular adosadas aguas arriba, coronados por sombreretes piramidales, mientras que aguas abajo son semicilíndricos. La piedra utilizada es una caliza muy porosa que se halla bastante deteriorada.



cierta envergadura. De hecho, no se utilizó este material en terrenos donde abundaba, como es el caso de los puentes de Bibei y Alcántara.

### Dar paso al agua

Se cree que los ingenieros romanos tuvieron un conocimiento reducido de los niveles alcanzados en las crecidas, una limitada interpretación de la relación puente-río que resolvió con ciertos elementos como los tajamares y muros de encauzamiento, y una importante experiencia compositiva y constructiva que les permitió edificar con éxito obras importantes. El conocimiento de las alturas alcanzadas por los ríos les llevó en ocasiones, y siempre que la forma del valle lo permitió, a alejar la plataforma del cauce, dando altura a sus pilas, como es el caso de los puentes de Alcántara y Bibei. En otros casos, en valles más llanos, el intento de dar desa-

Foto superior, ilustración del puente de Córdoba con sus 16 bóvedas de distinto tipo. Debajo, puente de los Cinco Ojos en Carmona (Sevilla), rehabilitado por el 1% Cultural.

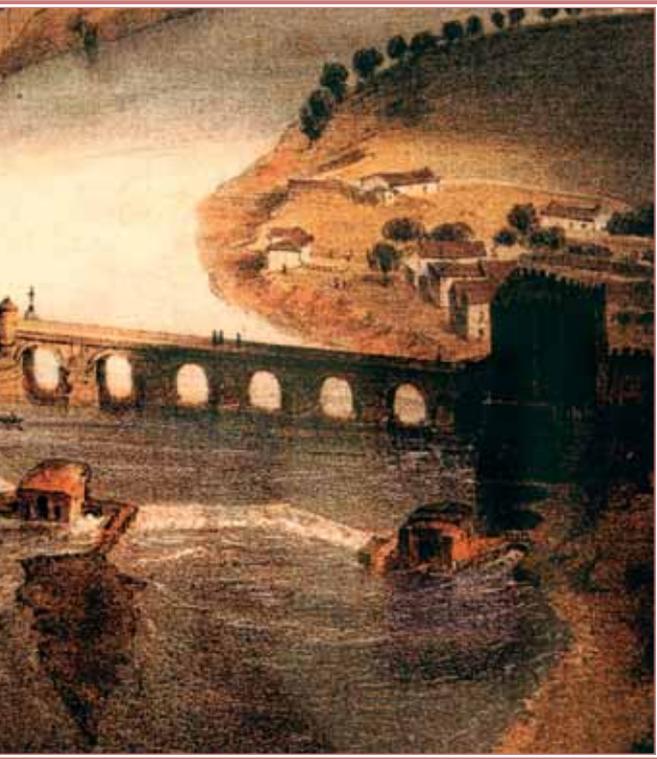
güe suficiente les obligó a aumentar la luz de sus arcos con la consiguiente elevación de la plataforma en la parte central, con rampas de cierta importancia; o en toda la arquería, con los accesos en rampa como el *pont* de Pedra o el de Alcantarillas.

A estas soluciones añadieron otras de tipo constructivo, avaladas por la práctica, como era realizar las cimentaciones lo más firmes posibles, incrementar la trabazón de las fábricas de pilas y estribos con el grapado de los sillares entre sí para hacerlas más resistentes a las avenidas extraordinarias, y construir parteaguas y raramente espolones, desagüederos en los tímpanos y muros de encauzamiento aguas arriba, como es el caso de los puentes de San Miguel, do Arco, do Arquinho, Navea, Bibei y Alcántara.

A pesar de todas estas soluciones, no consiguieron que sus obras superasen algunas condiciones a las que podían estar sometidas, como se aprecia en los deterioros que presentan los puentes de Hispania, en general debidos a grandes crecidas que los rebasaron y que provocaron daños en estribos y plataforma. En cambio, resistió mejor la parte abovedada por su mayor rigidez

*Los ingenieros romanos no lograron resolver por completo los problemas causados por las grandes crecidas de los ríos*

y por ofrecer un frente menor a la corriente, como se aprecia en los puentes de Freixo, Arquinho, Alcantarillas, Caparra, Villa del Río, Los Pedroches, *pont* de Pedra y Salamanca. La ruina total de la arquería se debió más a problemas de socavación, como la que



## Puente de Córdoba

Por sus características tipológicas se considera de época imperial, pero de su innegable origen romano apenas quedan restos en el importante zapeado de hormigón hidráulico que constituye su cimentación, de 288 m de longitud y 20-28 m de altura, con un espesor medio de 3,5 m. Ocasionalmente trabajos de recalce de las pilas han permitido constatar que los sillares de las bóvedas originales tenían 90 cm de longitud y que éstas, sin poderse precisar su número, eran de cañón.

Durante siete siglos no hay noticias escritas del puente, hasta la invasión musulmana en 711 cuando se hace referencia a su estado ruinoso a causa de las avenidas del río. Se producen reparaciones en las que se llegan a utilizar sillares procedentes de las murallas, pero seguramente hasta el año 918, y sobre todo hasta su reparación en 971, no alcanza una fisonomía más genuinamente musulmana, con arcos de herradura.

Le siguió una paulatina destrucción hasta la conquista de Córdoba por Fernando III en 1236 y después se hicieron nuevas reparaciones, construyéndose una serie de arcos ojivales,

cuatro de los cuales aún perduran.

Con Carlos III pasa a formar parte de la carretera radial de Madrid a Sevilla y Cádiz y se acometieron las obras de reparación que afectaron a 12 de sus 16 bóvedas. Importantes avenidas fueron deteriorando la fábrica hasta que a finales del siglo XIX se procedió a la reparación, que se extendió a la cimentación de todas las pilas y afectó al desagüe del tablero.

En 1931 fue declarado Monumento Histórico Artístico. Actualmente es un puente urbano que soporta un tráfico ligero y un trasiego peatonal. Sus 16 bóvedas son un muestrario de tipologías –cañón, ojival, escarzada– y lucas. Y lo mismo ocurre con la variedad de sus tajamares –semicilíndricos, puntados, de planta triangular, poligonal o rectangular– situados aguas arriba y abajo. Además presenta elementos singulares, como la estatua de San Rafael, construida tras la epidemia de peste de 1651, la puerta del Puente, erigida en el siglo XVI, y la fortaleza de la Calahorra, que cierra el puente en dirección a Écija.

produjo la desaparición de los puentes de Martorell, *pon t* de Lima, Alconétar, Ourense y Aljucén; en otros casos, la arquería no pudo resistir las grandes avenidas, como en los puentes de Navea, Baños de Molías, A Cigarrosa y Pertusa.

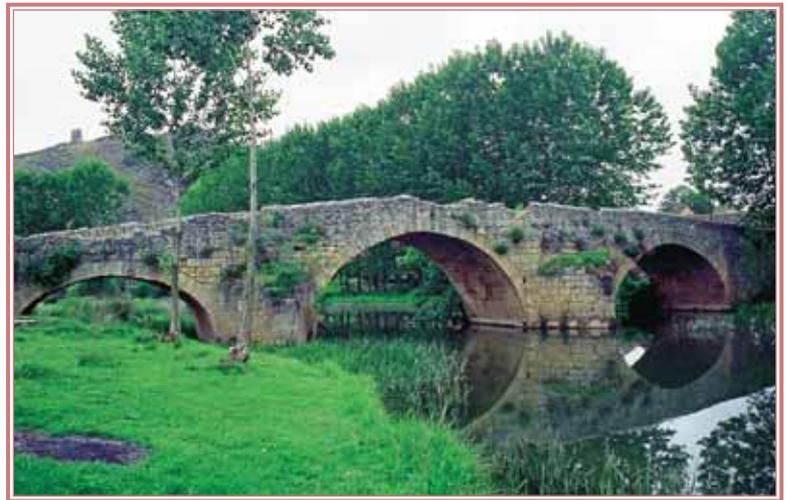
### Bóvedas y tímpanos

Los ingenieros romanos emplearon fundamentalmente arquerías de medio punto por su menor complejidad constructiva, pero también bóvedas rebajadas. En Hispania son más abundantes los puentes construidos con arcos semicirculares aunque no faltan obras con bóvedas rebajadas, como el puente de Alconétar. Hoy se sabe que la ventaja frente a los de medio punto es básicamente el ahorro de material (la mitad del volumen de piedra labrada) ya que se necesita menos espesor para alojar la línea de presiones de las cargas, imprescindible para la estabilidad. El inconveniente es el incremento del empuje horizontal sobre los estribos, que debían ser más grandes.

En general, las bóvedas están realizadas con un número impar de dovelas ya que fueron colocadas simétricamente con respecto a la central o clave, pieza que comparten los dos semiarcos.

El tímpano es el espacio que hay entre dos bóvedas consecutivas y está compuesto por dos paramentos verticales de sillería en contacto con sus respectivas líneas de trasdós. Su forma geométrica resulta triangular si la pila es estrecha con las rosas tangentes en los arranques, o trapezoidal si en cambio es ancha y las rosas no se tocan.

El material utilizado en el relleno de los puentes



Puente del Lucero, construido cerca de Uxama (Burgo de Osma), en Soria.

romanos en Hispania es variable. En el *pon t* Freixo y en el de Salamanca emplearon tierra y piedras; en los de A Pontóriga y Mérida se utilizó hormigón de cal.

Los constructores romanos trataron de disminuir los efectos negativos que producen los paramentos de los tímpanos cuando se enfrentan a las crecidas aguas de los ríos con diversas soluciones constructivas. Para aumentar su estabilidad construyeron pilastras del lado aguas abajo o a ambos lados (puente de Alcántara), y aunque resulte curioso, só-



## Puente de Villa del Río

Se encuentra situado a 1 km de Villa del Río (Córdoba), en la carretera de Madrid a Andalucía, y data de los primeros tiempos del Imperio. Es un puente de fábrica de sillería, de 34 m de longitud, de perfil alomado, con cuatro bóvedas de cañón y dos arquillos de aligeramiento. La luz libre oscila entre 9,35 m y 3 m (1,2 m los arquillos), el espesor de las pilas es de 3,2 m, la anchura del tablero suma 5,25 m y la altura máxima de la rasante es de 6,3 m. Actualmente está ubicado en un área de descanso y su uso es peatonal.

A pesar de su antigüedad y de haber estado en uso soportando el tráfico de la carretera nacional hasta 1965 es uno de los puentes romanos mejor conservados. A lo largo de sus casi dos milenios de existencia ha sufrido numerosas reparaciones, pero las cuatro bóvedas de cañón, los dos arquillos, las pilas y las partes inferiores de la fábrica de asperón rojo son originales. Además, existen vestigios de dos tajamares semicilíndricos en el alzado de aguas arriba. Por lo tanto, y salvo los añadidos y la variación de la rasante, el puente presenta la misma apariencia que debió tener en sus orígenes. Presenta algunas singularidades, como los arquillos de aligeramiento que aumentan la sección de desagüe, o las dovelas de las embocaduras engatilladas, al igual que las del vecino puente de Los Pedroches.

Asimismo, el hecho de que los arquillos compartan el pie derecho supone una reducción de material sobre el cauce. Las bóvedas son simultáneamente de cañón (apoyo exterior) y rebajadas (apoyo de la jamba compartida). La sillería, de piedra rojiza, presenta una altura constante de 0,40 m y longitudes variables entre 1,5 y 0,40 m. Aparejada en seco, la fábrica exhibe un almohadillado pronunciado que proporciona al puente un interesante juego de luces y sombras. Aún conserva algunas de las piezas de bronce que actuaban a modo de grapas entre los sillares.

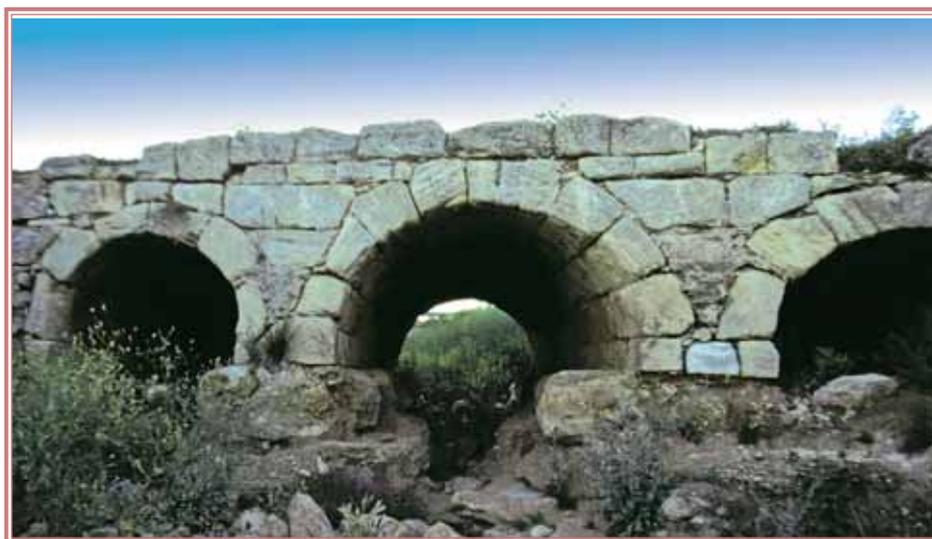
Arriba, puente de Villa del Río (Córdoba), con sus características bóvedas simultáneas de cañón y rebajadas. Debajo, puente de San Clemente, construido en la vía entre Cartago Nova y Segobriga, en la provincia de Cuenca.

del Río y *Pont Vt lha* de Vila Formosa.

## Las proporciones

En el diseño de los puentes, siguiendo las tres exigencias clásicas de Vitruvio—solidez, utilidad y belleza—, se aprecia el deseo del constructor de darles unas proporciones armoniosas que conseguían con distintas composiciones, recurriendo en ocasiones a la disposición de bóvedas iguales, a la simetría formal o a las relaciones dimensionales de tipo proporcional o armónico entre sus elementos principales. Parece que el pragmatismo constructivo de los arquitectos romanos les llevó a proyectar según unas tipologías o modelos aprobados estéticamente y de demostrada funcionalidad, aunque en alguna ocasión parece que la finalidad constructiva fue más allá de su simple funcionalidad para constituirse en símbolos del poder y magnificencia de Roma.

El modelo más habitual es un puente de piedra compuesto por una arquería de bóvedas de medio





punto, rasante horizontal o ligeramente alomada y con unas proporciones entre las partes que le daban una gran calidad estética reafirmada con el sobrio ornato de las cornisas, la textura robusta del almohadillado, el esmerado despiece del aparejo y la pulcritud de las juntas realizadas a hueso. Habitualmente la alineación de la arquería y de los accesos es recta, pero no faltan puentes que presenten quiebros.

La disposición de un número par o impar de arcos es una cuestión muy debatida y hay ejemplos para todos los gustos. En Hispania hay puentes con un número par de arcos (*pon t* Freixo, *pon t* de Pedra o puente de Alcántara) y con un número impar (Bibeí o Segura). El número impar facilitaba en algunos casos que no hubiese una pila en el centro del cauce, pero también esto lo consiguieron con un número par de arcos (puente de Alcántara). Sin duda, en la elección influían factores como la topografía del terreno, la forma del valle o la altura de la rasante.

### Los cimientos

Para facilitar la cimentación de las pilas en medio de un río desarrollaron varios sistemas: la apertura de canales para desviar o disminuir el caudal, la contención de las aguas con presas provisionales de tierra o el incremento de la sección transversal del cauce excavando las márgenes. Para deter-

**Bóveda del puente de Tordómar (Burgos), situado en la calzada que unía Clunia con Cantabria.**

## Puente de Los Pedroches

Situado a extramuros de la ciudad de Córdoba, servía a las vías Augusta y Corduba-Emerita, que se separaban tras franquear el cauce del arroyo de Los Pedroches. De origen romano, de la época imperial temprana, es un puente de fábrica de sillería, con tres vanos consistentes en una bóveda escarzada central y dos pequeñas bóvedas de cañón laterales. Este puente de uso caminero local, con perfil alomado, tiene una longitud de 35 m, una luz libre entre 4,8 m y 1,95 m; el espesor de las pilas varía de 2,65 m a 2,35 m, la anchura del tablero es de 4,9 m y la altura máxima de la rasante es de 6,4 m. Soportó todo el tráfico que discurría entre la Meseta y Andalucía occidental hasta el siglo XVIII, sufriendo numerosas reparaciones que han hecho desaparecer parcialmente la fábrica romana, aún apreciable en la sillería de la bóveda central y en las zonas inferiores hasta el arranque de las bóvedas pequeñas. Además, se han incorporado elementos como un pequeño tajamar adosado aguas arriba. Al presentar la singularidad de que la bóveda

*El pragmatismo constructivo de los romanos les llevó a proyectar según unas tipologías funcionales y aprobadas estéticamente*

central sea escarzada, su perfil alomado y, por tanto, las pendientes, son menos acusados. Lamentablemente, las reparaciones desfiguraron la imagen de la obra, al rehacer como bóvedas de cañón las laterales y utilizar el ladrillo y mampuestos en su construcción, a pesar de lo cual puede apreciarse su bella factura sobre el cauce del río.

minar la capacidad portante del terreno, los ingenieros romanos utilizaron una barra metálica que hincaban para averiguar dónde era firme; excavaban el terreno malo mediante la formación de recintos aislados del agua ayudándose de ataguías de tierra o mediante la hincada de dos filas de tablestacas de madera dispuestas en sendas filas separadas que se rellenaba con arcilla.

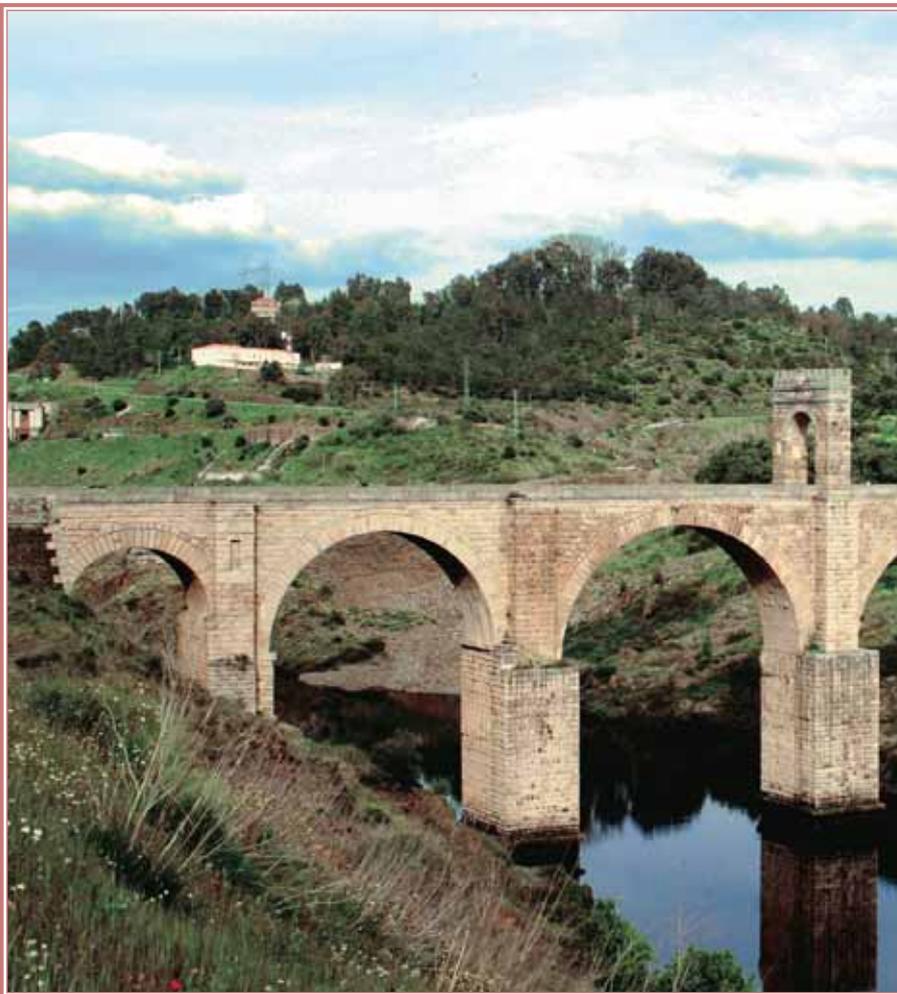
Las ataguías se emplearon cuando el calado del río no era muy grande o bajaba a niveles aceptables, como el Tajo a su paso por Alcántara, que permitió cimentar dos pilas en el cauce. Para trabajar dentro había que achicar el agua del interior mediante máquinas como los tímpanos, las cadenas con cangilones, las ruedas hidráulicas y los tornillos de Arquímedes. Una vez excavado el terreno, se saneaba con una escollera o macizado de hormigón formando una plataforma sobre la que se asentaba la cimentación, o arrancaban desde esa profundidad con la fábrica de las cepas.

Si la pica se hincaba sin dificultad por la débil consistencia del terreno se recurría al pilotaje con troncos de madera de chopo, olivo o roble, chamuscados e hincados a golpe de máquina y sus puntas reforzadas con unas piezas metálicas llamadas azuches. Una vez hincados, se unían todas las cabezas de los pilotes con un encepado de madera sobre el cual procedían a cimentar pilas y estribos.

Cuando la cimentación se realizaba directamente sobre roca se preparaba el asiento de la sillería labrando un plano horizontal único, como se ve en la base de la pila tercera del puente de Alcántara y en el estribo derecho del puente do Arco. Curiosamente, se ha observado en varios puentes hispánicos que la roca de asiento no fue ni siquiera desbastada o muy poco. Por ejemplo, en el puente acueducto de Segovia y en los puentes Freixo y de Segura, en los que apoyaron la sillería de alguna pila directamente sobre la roca natural, acuñando con ripios la primera hilada o bien labraron piezas a la medida para conseguir la estabilidad.

## Pilas y estribos

Las cepas del puente tienen la función de transmitir al terreno las cargas del puente y las sobrecargas que por ellos pasan. Los estribos y las pilas soportan estas cargas y sobrecargas, generalmente verticales, y los empujes inclinados de las bóvedas que en ellos estriban, de manera que la resultante de estas fuerzas debe transmitirse hasta la cimentación a través de sus fábricas. A los estribos sólo llega el empuje desequilibrado de una bóveda mientras que a las pilas le llegan dos por ambos lados procedentes de las bóvedas contiguas, que se contrarrestan en



## Puente de Andújar

Enclavado junto a la colonia romana de *Illiturgi* (Andújar), su obra data de principios del siglo II, durante el gobierno de Septimio Severo Pío para salvar el río Guadalquivir. Su fábrica de piedra caliza roja procede de las canteras de Marmolejo y aunque originalmente contaba con 17 vanos, en el siglo XVIII se redujo a 15, de los que 11 aún pertenecían a la fábrica original. Entre 1823 y 1827 se eliminó una bóveda más, forjando la imagen actual. El puente se compone de tres alineaciones, de las cuales la central es la que mantiene la fábrica romana y la que presenta arquillos de aligeramiento. Esta parte llegó a soportar, en palabras de Ponz y Madoz, “un fuerte castillo o plaza de armas, con puertas de hierro”, que según parece estuvo ubicada sobre el estribo que hoy separa la parte moderna de la antigua.

Se trata de un puente de sillería, de 310 m de longitud y un tablero de 7,5 m de ancho. Cuenta con 14 bóvedas de las cuales 8 pertenecen a la primitiva fábrica; además, 12 son de cañón y las dos restantes, de mayor luz, son escarzanas, del siglo XIX; las luces van de 20,6 a 8 m. El espesor de las pilas varía de 10,6 a 2,4 m y la altura máxima de la rasante es de 9,4 m.

*Los estribos y pilas de la mayoría de los puentes romanos de Hispania se han construido con aparejo de ‘opus quadratum’*



Izquierda, el elegante puente de Alcántara es una de las obras cumbre de la ingeniería romana en España. Debajo, puente de Mérida (Badajoz), que cuenta con 60 bóvedas semicirculares.

gran medida. Los estribos y pilas de la mayoría de los puentes de Hispania son de *opus quadrum*, sillera almohadillada a hueso, parejada con esmero y trabada con grapas de doble cola de milano.

El puente de Salamanca presenta unos contrafuertes reforzando los tímpanos de aguas arriba, mientras que el de Alcántara los tiene en los estribos, aguas arriba y abajo, de planta rectangular rematados horizontalmente a nivel de la calzada.

La altura de las pilas es tan irregular como en los estribos pues están determinadas por la topografía del lugar y las características del río y del camino. En Hispania presentan alturas muy variables, desde 1 m hasta los 27 m del puente de Alcántara. La planta es rectangular con un ancho igual al de las bóvedas y un espesor entre 1/1 y 1/5,6 de sus luces, dimensión que afectaba al comportamiento hidráulico del río a su paso por el puente.

Como ya se ha indicado, para mejorarlo dispusieron en sus frentes los tajamares, casi siempre de planta triangular, aunque también se conservan algunos semicirculares en los puentes de Mérida, Ourense y Villa del Río. La altura del tajamar también es variable pero normalmente sólo llega al nivel de los arranques, como en el *pon t* Bibeí y el de Alcántara. Otras veces supera ligeramente esta zona, como en el de Segura.

Son escasos los puentes en los que se conserva el remate de los tajamares. En el *pon t* Freixo y en el de Segura se aprecia el remate horizontal que tienen en la primera pila, similar al que tuvieron los tajamares de Bibeí y Caparra. Los sombreretes que rematan los tajamares de algunos puentes (Bibeí, Segura) son modernos.

Pero no parece que en todos los casos las pilas hayan contado con tajamares, como es el caso de *pon t* de Lima y el de Albarregas. Igualmente, son

## Puente de Mérida

Uno de los puentes más representativos de los construidos durante la República es el de Mérida (Badajoz) sobre el río Guadiana. Mide 783 m y es el de más ojos: cuenta con 60 bóvedas semicirculares sobre fuertes estribos atravesados por arquillos de aligeramiento. La pesadez de su estructura es tal que la relación vano-macizo es muy baja, ya que la anchura de las pilas es la mitad del diámetro del ojo del puente.

Sin embargo, no todas las bóvedas son del mismo período sino que el puente consta de tramos de diversas épocas a partir de tres puentes independientes de la época romana, que fueron rectificándose y enlazándose. Así, comenzando la numeración desde el punto más cercano a la ciudad, los diez primeros son arcos romanos y forman parte del primer tramo. El segundo tramo romano está comprendido entre los arcos 16 y 36 y el tercer tramo romano se incluye entre los arcos 37 y 57. Intercalados entre estos tramos hay otros, como el que corresponde al siglo XVII, que comprende los arcos del 11 al 15. El resto, los arcos 21 y 22 y los comprendidos entre el 29 y el 33, son del siglo XIX.





## Hormigón y otros materiales

El hormigón romano estaba formado por una mezcla caliza, áridos de granulometrías diversas y agua. Se empleó sobre todo en la construcción de bóvedas y cúpulas de edificación y como relleno en las fábricas de sillería. En Hispania se cree que pudo ser de hormigón un antiguo pontón que existió sobre el río Guadalimar en la sierra de Segura. También se utilizó la madera, un material abundante, fácil de manejar y de ensamblar en estructuras de vigas y celosías, aunque menos duradero que la piedra. Por ello sólo se utilizó en puentes que, o bien tuvieron que hacerse con rapidez sin que importara su durabilidad, o cuando había poco presupuesto. En Hispania se conocen algunos puentes de madera, como el de A Pontóriga, del que sólo se conservan los rellenos de hormigón de sus pilas en las márgenes del río Sil cerca de Sobrado (Ourense); o el que hubo en Calzadilla de Tera (Zamora), sobre el río Tera; el puente del Garro que hubo sobre el río Almonte cerca del puente de Alconétar; y el que, al parecer, existió cerca de Irún.

El ladrillo se utilizó poco. En la alcantarilla de Mérida revistieron con piedra granítica las boquillas de la bóveda de ladrillo. También parece haberse utilizado en otro puente sobre el río Odiel, cerca de Aracena. A veces, el ladrillo se usó como material auxiliar en encofrados y en el proceso constructivo de fábricas de mampostería ordinaria.

El puente de Hontoria del Pinar (Burgos) es un exponente de la multitud de puentes de pequeña entidad que los romanos construyeron en Hispania.

muy escasas las pilas que poseen espolones aguas abajo, ya que lo habitual es que el paramento esté en el mismo plano que los tímpanos y las boquillas de la arquería. En Hispania sólo se conservan en el puente de Alcántara, formados por dos cuerpos de diferente planta, mayor la del cuerpo inferior, que rematan horizontalmente a nivel de la calzada. Para incrementar la trabazón de la fábrica de cepas y los tajamares, además de la alternancia de hiladas a soga y tizón, graparon los sillares entre sí con piezas metálicas en U o con grapas de madera con forma de doble cola de milano.

## Plataforma y adornos

La plataforma del puente sobre la que discurre la calzada es generalmente una rasante horizontal, aunque no faltan casos en los que los romanos recurrieron a la doble pendiente, en unos casos más pequeña (puente de Alcántara), o más acusada (puentes de Villa del Río y Mérida).

Las calzadas son amplias, aunque sólo se conserva el pavimento de la pequeña alcantarilla de Miróbriga, formada por un enlosado irregular. En general, las calzadas estuvieron enlosadas, pero en la mayoría de los casos se desconocen sus despieces y disposición.

La desaparición del pavimento en algunos puentes ha dejado al descubierto el trasdós de sus bóve-



Puente de *Uxama* (Burgo de Osma, Soria), con un perfil de lomo de asno bastante pronunciado.

## Los puentes de la vía *Uxama-Augustobriga*

En la vía romana entre *Uxama* y *Augustobriga* se encuentran los puentes de Osma –denominado de “la Torre del Agua”– sobre el río Ucero, sobre el Garray, del Avión, del Retuerto y una pequeña alcantarilla próxima a Osma. El de *Uxama*, de perfil en lomo de asno muy acentuado, presenta tres bóvedas de cañón de sillería, de luces comprendidas entre los 9,2 y los 6,2 m, que apoyan sobre pilas de 4,5 y 5,5 m. En ambos alzados existen sendos tajamares de planta triangular adosados a las pilas. Estas circunstancias hicieron que el ingeniero Eduardo Saavedra, en su célebre *Descripción de la vía romana entre Uxama y Augustobriga*, no incluyera esta obra como romana, sino medieval. Sin embargo, Carlos Fernández Casado lo adoptaría como romano basándose, entre otras características, en las marcas de canteros que producen signos del alfabeto ibérico.

En el puente de Avión apenas quedan dos bóvedas de cañón arruinadas, una pila intermedia y tajamar romano característico. En el de Blacos, sólo permanece un bloque de fábrica volcado, en el que puede apreciarse el arranque de una bóveda y parte del tímpano. En cuanto a la alcantarilla, no alcanza el metro de luz, pero mantiene intacta su anchura original de 5,70 m y sus grandes sillares que presentan el trasdós al descubierto.

das, desgastadas con el paso de los carros y las herraduras de las caballerías. Tampoco se conservan las aceras ni los pretilos originales de los puentes hispánicos, lo que impide conocer el sistema de evacuación de las aguas pluviales de la plataforma.

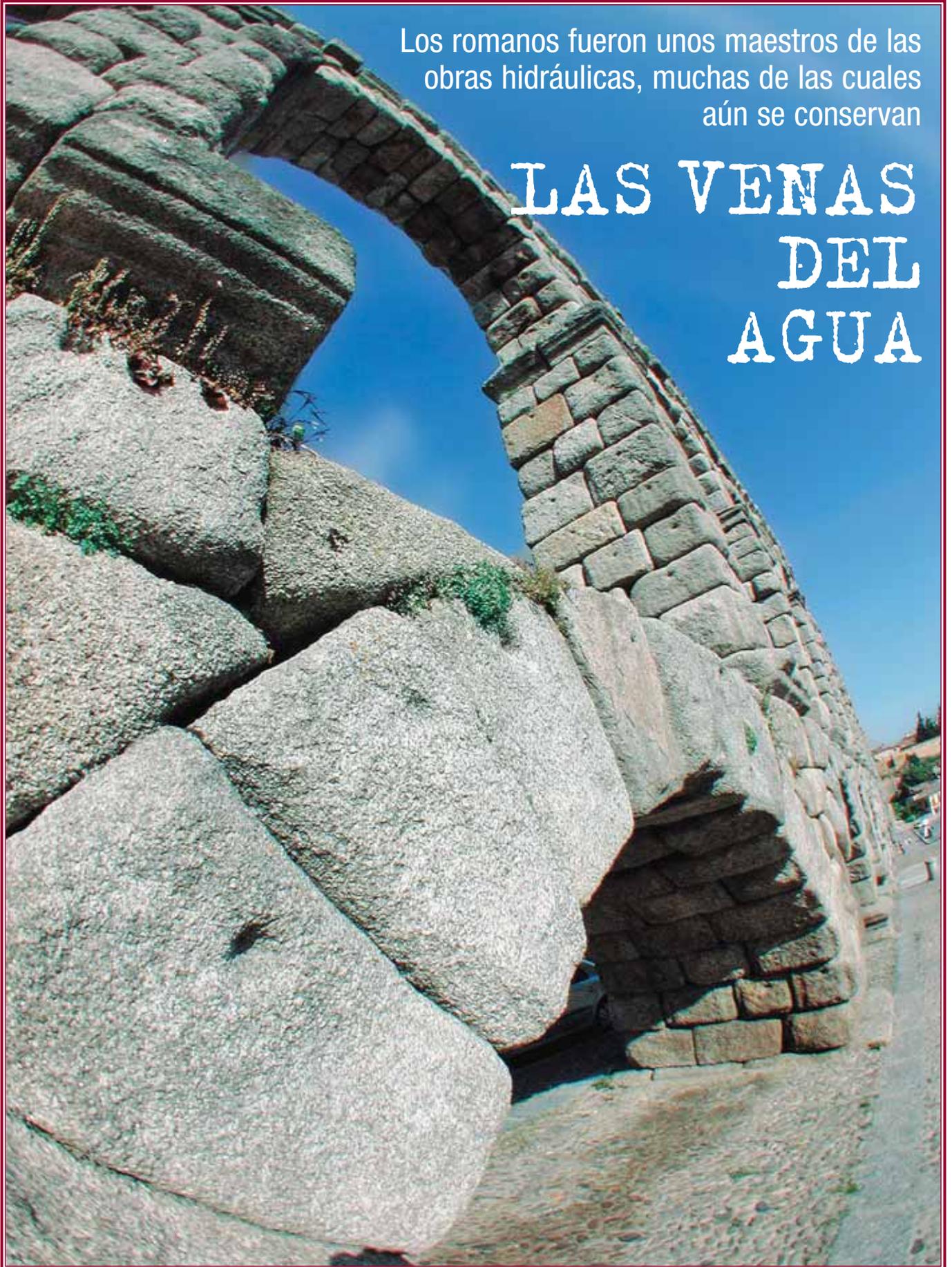
Por otra parte, aunque en bastantes ocasiones fueron símbolo y representación de la grandeza y poder de Roma, los puentes romanos no se distinguen por la ornamentación. En algunos casos dispusieron de detalles y elementos compositivos en la obra que la ordenaban rítmica y proporcionalmente, consiguiéndose un buen resultado estético.

El elemento compositivo más habitual fue el arco de triunfo construido en la entrada o en medio del puente, como el de Alcántara. Pero quizá, el elemento decorativo más frecuente es la cornisa, utilizada para delimitar las diferentes partes del puente: en un primer nivel separa la parte inferior de las pilas y estribos de la arquería; más arriba, para rematar los arcos, tímpanos y muros a nivel de la calzada y conseguir que quedase señalada en los alzados. En algunos puentes con estribos o pilas de buen tamaño pusieron cornisas en el medio de sus fustes como un nuevo elemento decorativo o para acortar visualmente la altura, como en Alconétar y Alcántara. ■

*Arcos de triunfo y cornisas son los principales elementos decorativos de los puentes romanos en Hispania*

Los romanos fueron unos maestros de las obras hidráulicas, muchas de las cuales aún se conservan

# LAS VENAS DEL AGUA





SOLEDAD BÚRDALO

FOTOS: CABALLERO, M. D. CORDERO Y A. RECUERO

*Veinte siglos después, todavía se alzan, majestuosas, las construcciones hidráulicas romanas, ejemplo de técnica, eficacia y desarrollo civilizador de un pueblo que hizo del agua su condición y uno de los paradigmas de su cultura, y que hoy son una parte esencial de nuestro patrimonio histórico.*



s bien conocido el virtuosismo de los romanos en todo lo concerniente al mundo de la hidráulica. El complejo sistema que implica siempre la creación de una conducción de agua desde la fuente de captación hasta su distribución final en el punto de consumo, alcanzó en sus manos los más altos niveles de destreza. No en vano, las obras públicas hidráulicas, y en particular las relacionadas con el abastecimiento de las ciudades, constituyen una de las señas de identidad de la civilización latina. Una civilización que mantuvo una privilegiada relación con el agua y que no escatimó esfuerzos en su afán por procurársela a sus ciudadanos en cantidad suficiente y con las máximas garantías de higiene. Para ello se edificaron imponentes conducciones hidráulicas –acueductos– que llevaban asociadas una gran diversidad de obras y de soluciones ingenieriles: azudes, presas, galerías, cana-

Página opuesta, arcos del acueducto de Segovia, obra maestra de la ingeniería romana en España. En esta página, de arriba abajo, termas de Uncastillo (Zaragoza), canalización del acueducto de Tempul (Cádiz) y canal superior del acueducto de Tarragona.





Fotos superiores, presa de Almonacid de la Cuba (Zaragoza), la más alta de la Península, y bomba de Ctesibio para elevar el agua. Izquierda, termas públicas de Ampurias (Tarragona). Debajo, gráfico de un acueducto en una depresión y recorrido del agua.

rica, medio donde el vital líquido cobraba todo su protagonismo como fuente de salud, higiene y recreo de sus habitantes.

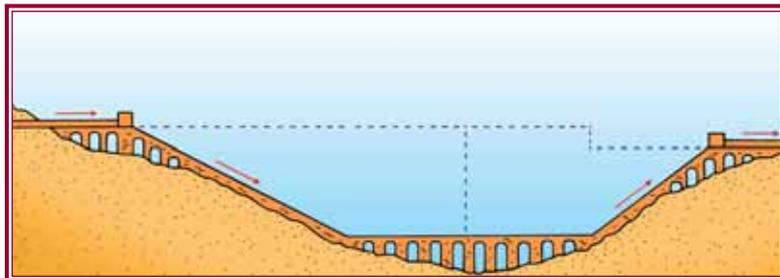
## Fuente de suministro

En la sociedad romana, eminentemente urbana, el aprovisionamiento hídrico a las ciudades fue una de las actividades edilicias más cuidadas, alcanzado en este capítulo de la hidráulica logros no superados hasta muchos siglos después. El sistema de acueductos por los que diariamente llegaban miles de litros de agua a las principales ciudades del Imperio se basaba en el empleo de canales que conducían la corriente desde puntos de captación distantes, con nivel y presión constantes. A lo largo de su recorrido, el agua se movía por caída libre, es decir, por gravedad –salvo en los sifones, caso de existir–, motivo por el cual la toma se situaba por encima del punto de destino, adaptando la traza del canal a la topografía más favorable del terreno.

El primer paso en la creación de una conducción para abastecimiento humano era encontrar una fuente de suministro apropiada. Había que localizar un lugar elevado donde el agua fuese pura y

les, sifones, desarenadores, arquetas para la rotura de presión, depósitos y, sobre todo, puentes-acueductos.

Estos últimos aún siguen asombrándonos por su maravillosa plástica y su indudable maestría técnica, de la que da prueba el hecho de que algunos de ellos se conserven en perfecto estado veinte siglos después. Afortunadamente, España atesora numerosos restos de aquellas fábricas hidráulicas con las que los romanos lograron domeñar el agua, y que hoy han pasado a formar parte de nuestro patrimonio histórico. Joyas de la ingeniería hispanorromana como las presas de Proserpina y Cornalvo, o acueductos como los de Segovia, Mérida, Tarragona o Almuñécar, nos hablan de una floreciente cultura del agua en la ciudades en la península Ibé-



A. Aragüez



Parte de los 32 pilares de sillares desiguales aún erguidos del acueducto del yacimiento de Los Bañales, en Uncastillo (Zaragoza). Debajo, cisterna de Monturque (Córdoba), una de las mejor conservadas de la Península.

abundante. La calidad era un factor prioritario y por ello se iba a buscarla preferentemente a los manantiales, aunque estuvieran muy alejados. Así, el acueducto que surtía de agua potable a *Gades* (hoy Cádiz) tenía su nacimiento en los manantiales de Tempul, y llegaba a la ciudad tras un largo recorrido de más de 60 kilómetros, la traída de aguas de mayor longitud de las realizadas por los romanos en Hispania.

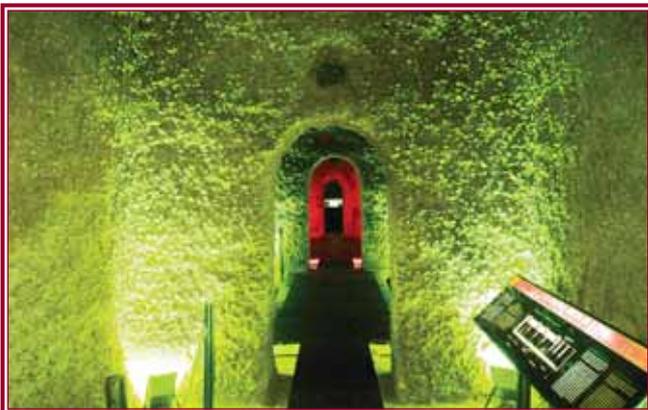
El recurso a las aguas subterráneas captadas por galerías era otra solución que se repetía con frecuencia. Así sucedía en el abastecimiento emeritense de Rabo de Buey, que se alimentaba de aguas subálveas de pequeños arroyos tributarios del río

## Las cisternas

Los acueductos no fueron los únicos sistemas de aprovisionamiento hídrico disponibles en las ciudades hispanorromanas. Por su extraordinaria complejidad constructiva y elevado coste económico, este tipo de obras hidráulicas no siempre estaban al alcance de todos los municipios. Otro modo, más modesto, de cubrir las necesidades de agua potable era la construcción de cisternas, donde se recogía y almacenaba el agua de lluvia que posteriormente se distribuía a las casas y edificios públicos. En España, uno de los mejores conjuntos de cisternas romanas se conserva en Ampurias, ciudad que careció de un acueducto público de abastecimiento. También la localidad cordobesa de Monturque atesora uno de los ejemplares más singulares y mejor conservados de cisternas públicas de la Península. El conjunto, situado bajo el cementerio municipal, es una obra de gran

monumentalidad que data del siglo I o II, realizada en *opus caementicium* con revestimiento en el interior de *opus signinum* para impermeabilizar el edificio y evitar las fugas de agua. De planta rectangular, consta de tres naves paralelas abovedadas separadas por muros; cada una de estas galerías se divide a su vez en cuatro cámaras igualmente rectangulares, comunicadas entre sí mediante vanos rematados por arcos de medio punto, y dotadas de aberturas circulares en su parte superior. Del extremo de una de las galerías parte otra más estrecha, que correspondería al desagüe del depósito. En total, ocupa una superficie de 300 m<sup>2</sup>, con una capacidad de 850.000 litros. El conjunto, catalogado como Bien de Interés Cultural y recuperado y acondicionado para la visita del público, fue descubierto casualmente en 1885 con motivo de las obras de ampliación del cementerio monturqueño, que había visto mermado su espacio después de la mortífera epidemia de cólera que padeció la localidad a mediados del mismo año.

Ayuntamiento de Monturque





Museo de Arte Romano de Mérida

Arriba, acueducto de Almuñécar, declarado Bien de Interés Cultural desde 1931. Izquierda, tubería de plomo de la ciudad de Mérida datada en el Bajo Imperio. Abajo, encañado en piedra ostionera para el acueducto de Cádiz.



Albarregas. Y en el acueducto de *Sexi* (Almuñécar), cuya toma se hacía mediante galerías subterráneas que drenaban las aguas de varios riachuelos. Este procedimiento de captación y transporte de aguas subterráneas es el que más tarde utilizaron con frecuencia los musulmanes en España en sus famosos *qanat* o *viajes de agua*.

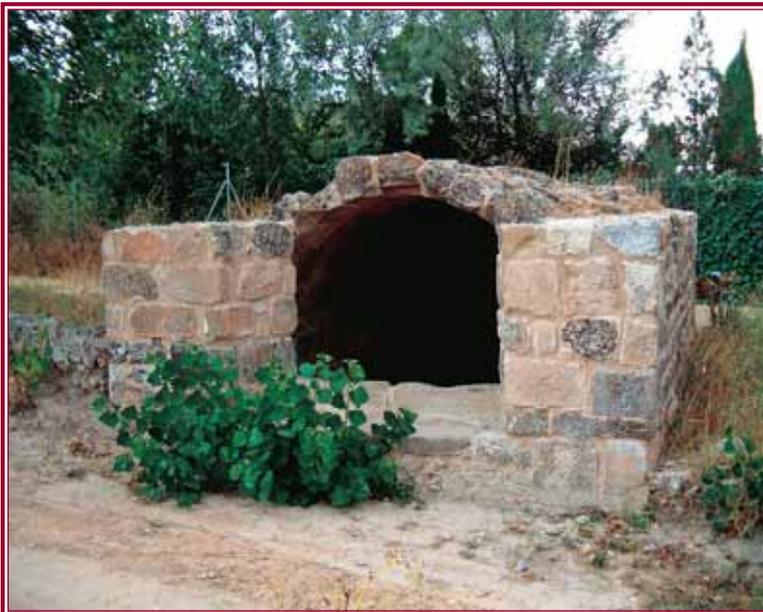
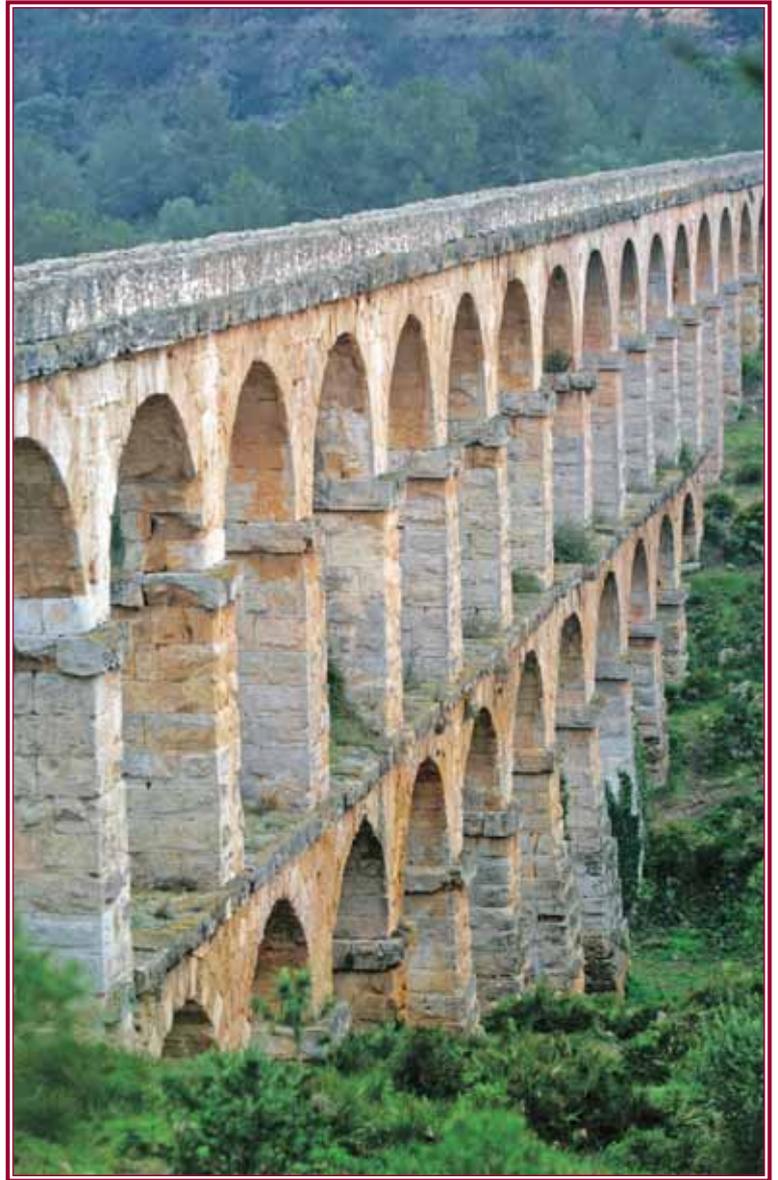
## Fábricas hidráulicas

Pero este tipo de captaciones no siempre se podían llevar a cabo. En zonas de hidrología poco favorable, con una marcada irregularidad en las disponibilidades de agua, los romanos recurrieron a la construcción de presas de embalse como fuente alternativa de suministro. Estas complejas y costosas fábricas hidráulicas permitían embalsar las aguas de ríos o arroyos durante la época de lluvias y disponer de ellas en tiempos de estío. España conserva un rico patrimonio de presas romanas de excepcional valor por su monumentalidad y diversidad tipológica, testimonio de la intensa actividad constructiva llevada a cabo en esta materia.

*En España está documentada la existencia de 72 presas y azudes de origen romano, fechados entre los siglos I y IV*

## La tarea del *librator*

Uno de los aspectos más llamativos de los acueductos es su cuidada geometría. El diseño de la traza de una larga, a menudo larguísima, conducción hidráulica desde el punto de captación hasta la ciudad, era una tarea de gran alcance que exigía conocimientos matemáticos y topográficos muy precisos, en gran parte heredados del mundo helenístico, además de instrumentos adecuados. Había que partir de un minucioso estudio topográfico para definir el recorrido más adecuado (*directura*), que debía mantener una inclinación que asegurara una pendiente mínima suficiente para compensar las pérdidas por rozamiento que se producen en el transporte de agua. Se trataba, por tanto, de evitar tanto las pendientes excesivas que podía ocasionar el desgaste y la ruina de la costosa conducción, como los terrenos amesetados para evitar el estancamiento del flujo natural del agua. La nivelación debía ser, pues, absolutamente precisa. Para llevar a cabo esta difícil labor, el *librator* (topógrafo especializado en medir la pendiente, *libramentum*) contaba con diferentes instrumentos de nivelación (*libella*, *dioptra*...), destacando por su extraordinaria precisión el *chorobates*. Descrito por Vitruvio, que da medidas concretas, consiste en una regla de madera horizontal de casi seis metros de larga, con patas en las cuatro esquinas, dotada de plomadas y con un canalillo en la parte superior del tablón donde se vertía el agua usada como nivel. Una vez instalado y nivelado el instrumento –operación bastante engorrosa por las dificultades que entrañaba el traslado de tan voluminoso dispositivo–, el *librator* procedía a mirar por las pínulas o tablillas topográficas situadas en los extremos de la regla hasta definir una línea horizontal; entonces, daba instrucciones a sus ayudantes que manejaban el jalón o regla graduada para que subieran o bajaran el nivel hasta que éste quedara situado en su línea de mira. El desnivel obtenido sería la lectura efectuada en el jalón menos la altura del *chorobates*. De esta manera, se podían obtener las pendientes de los diferentes tramos y estudiar el tipo de obras de fábrica más adecuadas para lograr que el agua llegase a su destino.

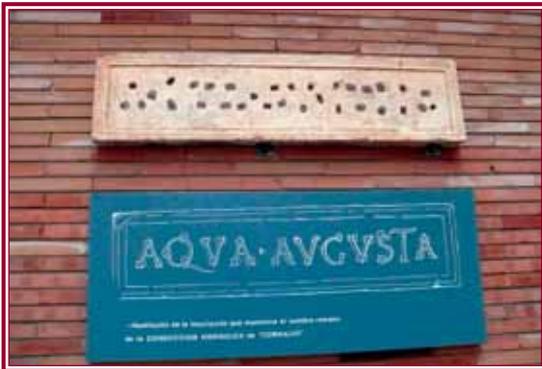


Arriba, acueducto de Les Ferreres, de 215 metros de largo y 26 de altura máxima, que abastecía de agua a la ciudad de Tarragona. Debajo, fuente romana de Fuenteávila (Ávila).

Recientes estudios documentan la existencia de 72 presas y azudes de origen romano en territorio español, edificadas entre los siglos I y IV, la mayoría de altura modesta. Las más importantes por su envergadura son las de Proserpina y Cornalvo en la cuenca del Guadian; Alcantarilla y Consuegra en la del Tajo, y Muel y Almonacid de la Cuba –con sus 34 metros de altura, la presa más alta del mundo romano– en la del Ebro. La mayor parte de estas moles de piedra y hormigón se concentran en zonas de influencia de grande ciudades (Mérida, Zaragoza, Toledo), y en áreas, por lo general, de baja regulación natural.

Los romanos temían a los ríos caudalosos, cuyas aguas arruinaban sus diques. Por ello, aunque mu-

# INGENIERÍA HIDRÁULICA



Arriba, acueducto de Los Milagros (Mérida), que con sus 827 metros de longitud y 25 de altura máxima salva el cauce del río Albarregas. Izquierda, restitución de la inscripción que menciona el nombre romano de la conducción hidráulica de Cornalvo y gráfico del sistema de alcantarillado urbano. Debajo, aljibe de una casa noble en Mérida.



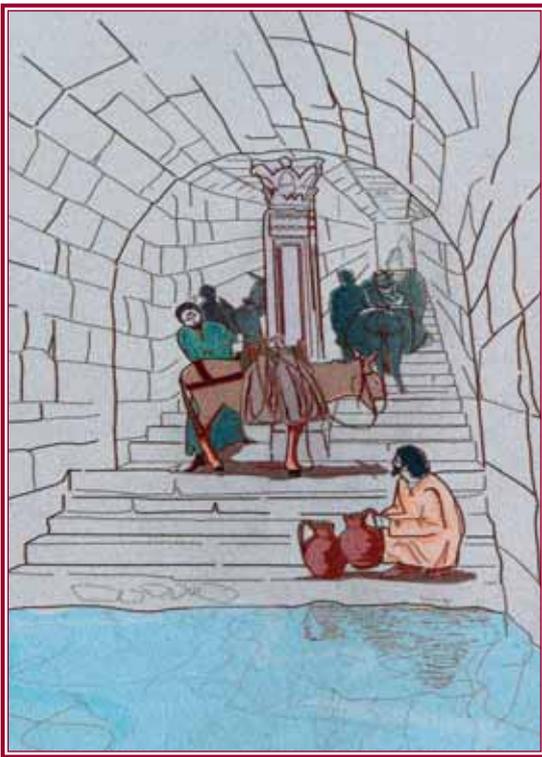
Ayuntamiento de Mérida

comodidad y seguridad. Algunos de estos reservorios se crearon para regar los campos; otros fueron levantados con la finalidad principal de cubrir las necesidades de consumo humano, como los que abastecían a Mérida y Toledo.

Dos de los tres sistemas hidráulicos que surtían de agua potable a la colonia de *Emerita Augusta* tenían su origen en sendas presas, Proserpina y Cornalvo, que no han dejado de conducir agua durante dos milenios. La primera de estas joyas de la ingeniería hispanorromana se levanta a unos 5 kilómetros de Mérida. Consta de un muro fabricado con un núcleo de hormigón romano (*opus caementicium*), protegido con un revestimiento de sillares y mampostería dándole una forma de talud. Desta-

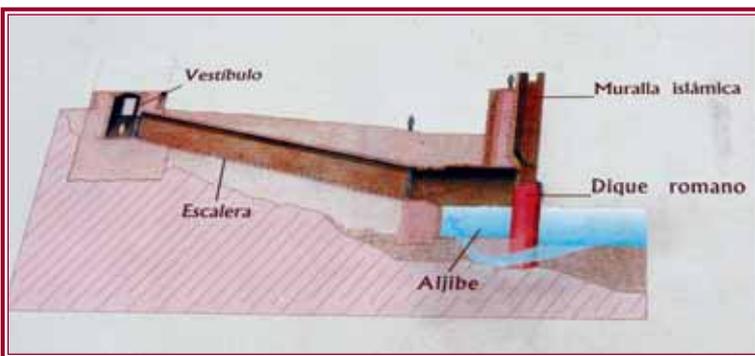


chas de las ciudades más importantes se asentaban a orillas de grandes ríos (*Caesaraugusta* en las riberas del Ebro, o *Emerita Augusta* en las del Guadiana) no utilizaban estos caudalosos cauces para levantar en ellos sus presas. Preferían construirlas en lugares secos, depresiones que una vez niveladas llenaban con un pequeño arroyo, procedimiento que permitía realizar la cimentación con mayor



Ayuntamiento de Mérida

Arriba, muro pantalla con contrafuertes de la presa de Proserpina (Mérida). Izquierda, ilustración de una galería para toma de agua y gráfico que representa la bajada del agua al aljibe en Mérida.



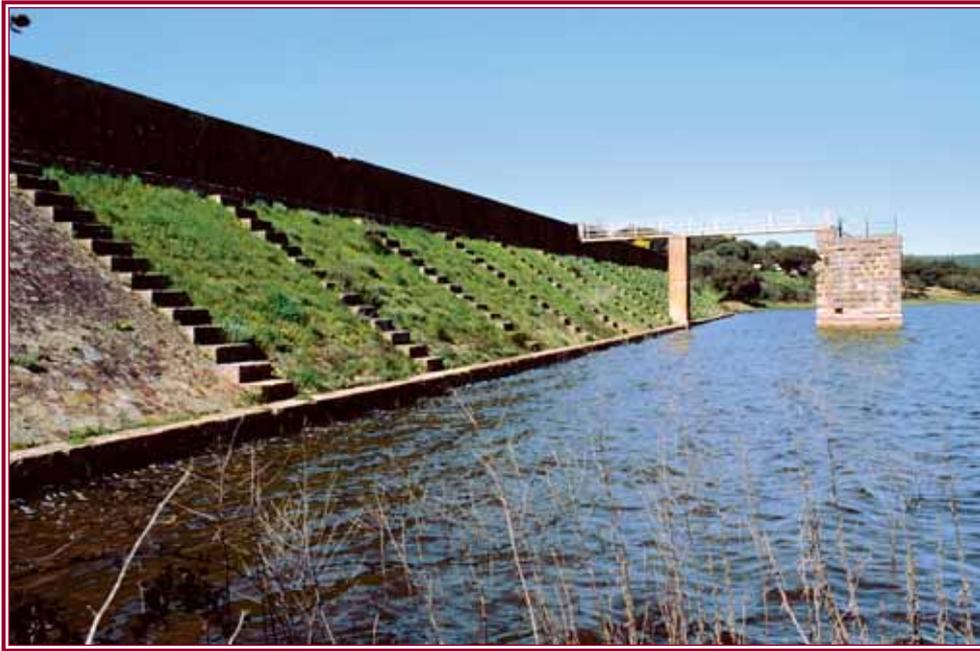
Ayuntamiento de Mérida

can nueve contrafuertes, también de granito y dispuestos irregularmente, que refuerzan la integridad del muro. Aguas abajo presenta un potente espaldón de tierra, que contribuye a resistir el empuje del agua cuando la presa está llena. La obra dispone de dos torres de toma integradas en la estructura de la presa, donde se alojaban los dispositivos de regulación de caudales, y en su configuración actual tiene una longitud de coronación de 426,7 metros, con una altura máxima de 21,6 metros. Conocida desde antiguo como la Albuera de Carija, debe su nombre actual a una inscripción encontrada en las cercanías del embalse durante las campañas de excavación llevadas a cabo a mediados del siglo XIX, que llevaba grabada la frase *Dea Ataecina Turibrigense Proserpina*.

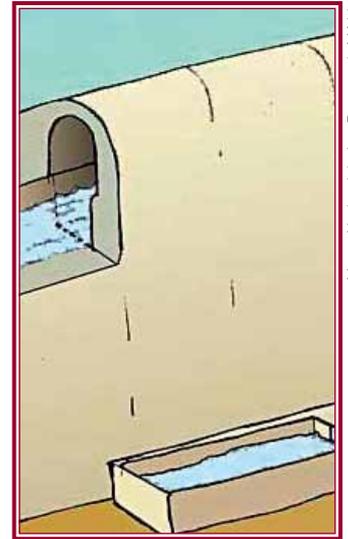
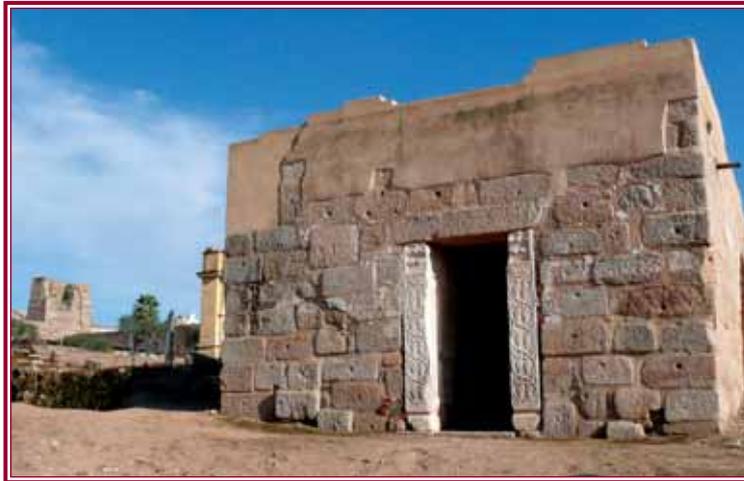
El otro gran embalse emeritense, Cornalvo, situado a unos 15 kilómetros al nordeste de la ciudad, presenta una estructura más compleja. La arquitectura de su dique de contención la forman una serie de muros longitudinales y transversales que se cruzan, creando una retícula, mientras que aguas abajo presenta el característico espaldón de tierra. Sobresale la presencia de una torre de toma, de planta cuadrada y resuelta en sillería, en este caso independiente del dique y situada dentro del embalse, al que se unía en la coronación mediante un arco. El pantano se desenvuelve a lo largo de 200 metros con una altura aproximada de 20 metros.

### Lagos artificiales

La *Toletum* romana también calmó su sed con las aguas represadas en el embalse de Alcantarilla. De aquí partía la toma de la conducción de más de 40 kilómetros de recorrido, que transportaba agua potable a la otrora cabeza de la Carpetania. Emplazada próxima al nacimiento del río Guajaraz, afluen-



Arriba, paramento aguas arriba y torre de toma de la presa de Cornalvo (Mérida) e ilustración de una piscina limaria del acueducto de los Milagros. Derecha, entrada al aljibe de la alcazaba de Mérida.



Museo Nacional de Arte Romano de Mérida

te del Tajo por la izquierda, la obra presenta una estructura muy similar a la de Proserpina: el característico muro pantalla en forma de talud aguas arriba, en este caso sin contrafuertes, y espaldón de tierras en el lado opuesto al agua. El problema principal de este tipo de presas es su inestabilidad cuando el embalse está vacío, debido a que el empuje de la tierra no queda compensado por la parte interior y se puede producir un vuelco hacia el embalse, como así ocurrió: en un momento indeterminado el dique se rompió hacia el interior, como demuestran los paramentos caídos que hoy pueden verse en todo el tramo central de la arruinada presa toledana.

Pero no fueron éstas las únicas poblaciones que basaron

**Ciudades como Toledo o Consuegra también basaron su sustento de agua en la construcción de embalses artificiales**

su suministro en la construcción de lagos artificiales. Este mismo recurso se aplicó también, entre otras, en la ciudad de Andelos, que se alimentaba de la presa de Iturrandiz, en el barranco de San Pedro, afluente del Arga; y en Consuegra, que hacía lo propio del embalse homónimo, el mayor reservorio de todo el Imperio con sus más de 700 metros de longitud.

Otra fórmula de aprovisionamiento hídrico, más modesta que los grandes embalses que acabamos de reparar, consistía en derivar aguas de riachuelos mediante una pequeña represa o azud, cuya misión no era la de embalsar sino simplemente elevar el nivel de las aguas y desviar

parte de la corriente hacia la canalización. El más emblemático de nuestros acueductos, el de Segovia, tenía su toma de captación en un azud en el curso del río Frío, a 1.260 metros de altitud, en la vertiente norte del puerto de la Fuenfría. Se trata de un muro de mampostería coronado por grandes losas de granito unidas mediante grapas de hierro, que daban trabazón al conjunto.

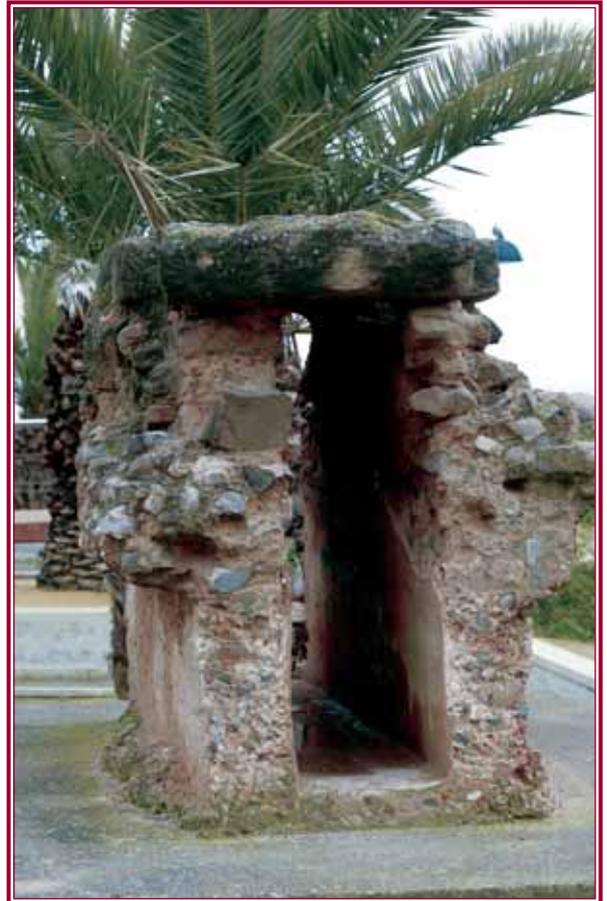
## Obra de transporte

Una vez captada y encauzada el agua del modo más conveniente, había que conducirla hasta la ciudad, que por lo general se encontraba a varios kilómetros de distancia. Entre el punto de captación y el de llegada, el agua circulaba por un canal, parecido a una acequia, llamado *specus*. Esta obra de transporte, cuya pendiente era cuidadosamente estudiada y calculada, se construía en el suelo o bien se tallaba directamente en la misma roca natural, dependiendo de la naturaleza del terreno. Su estan-

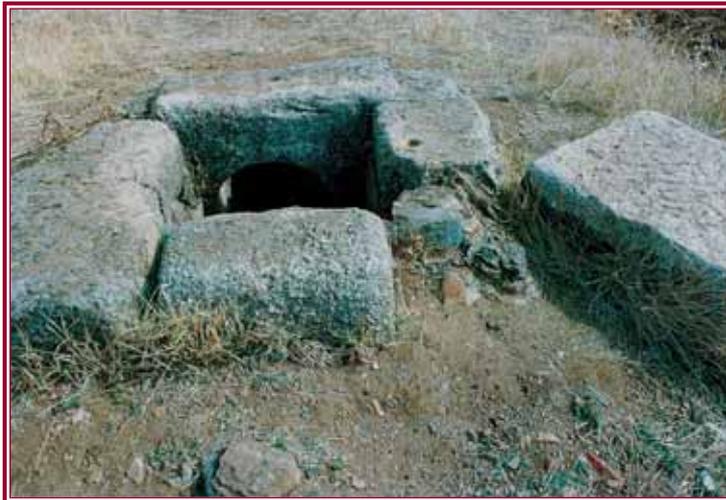
queidad quedaba asegurada con la aplicación de un revestimiento interior de un mortero impermeabilizante, el *opus signinum*, una mezcla especial de cal y polvo de ladrillo que evitaba las filtraciones. Un cordón de este mortero sellaba los ángulos rectos que se forman en el encuentro de los cajeros y la solera del canal, bordes proclives a sufrir agrietamientos y fisuras que el agua aprovecha para erosionar la obra.

En todo caso, siempre que la conducción se destinaba al consumo humano, el *specus* se cubría con bóvedas corridas de hormigón, o bien con losas de

Derecha, restos en superficie del canal de desagüe romano de Cádiz. Debajo, pozo de acceso de la conducción del acueducto de San Lázaro (Mérida) y pilar y arcos del acueducto de Segovia.



Museo Nacional de Arte Romano de Mérida



## La maestría del acueducto de Segovia

Las cifras son abrumadoras. 15 kilómetros de conducción, unas veces enterrada y otras sobre la superficie, en la que se emplearon 120 pilares, 166 arcos y 20.400 sillares de granito. Es el acueducto de Segovia, obra maestra de la ingeniería romana y la más emblemática de las realizadas en Hispania por su monumentalidad y perfecto estado de conservación. Esta colosal obra de la que no se sabe a ciencia cierta su fecha de construcción (aunque tradicionalmente se considera el tiempo de Trajano como la fecha más probable) y que durante casi dos milenios ha surtido de agua a la capital castellana, se identifica habitualmente con el tramo de esbeltas arcadas conocido en todo el mundo. Sin embargo, esta sección, sin duda la más noble y espectacular por su poderoso impacto visual, representa sólo un fragmento de una conducción de casi 15 kilómetros de desarrollo, que acercaba las cristalinas aguas de la sierra a la ciudad, combinando distintos sistemas hidráulicos. Así, la captación de agua se realizaba mediante un azud localizado en el río Frío, cerca de Valsáin. Desde este punto, el canal continuaba su ruta descendente, unas veces soterrado y otras sobre la superficie, hasta desembocar en el recinto urbano.



Antes de alcanzar la ciudad, el agua pasaba por dos piscinas limarias o torres, que servían como decantador y para regular el flujo de la corriente. A partir de la segunda torre comienza el

tramo sobre arquerías, necesario para salvar la vaguada existente en la actual plaza del Azoguejo. Este sector sobre *arcuaciones* primero de uno y después de dos pisos, se desarrolla a lo largo de 918 metros, con una altura máxima de 28,5 metros, describiendo cuatro alineaciones en su trayectoria. Es el último quiebro el que marca el inicio de la parte más conocida del monumento, los 44 arcos dobles sostenidos por pilares, que confieren al conjunto su inolvidable fisonomía. En el piso superior los arcos tienen una luz de 5,10 metros, y en el inferior oscila alrededor de los 4,50 metros, dependiendo de las adaptaciones al perfil del terreno. Los pilares, por su parte, disminuyen su volumen de forma escalonada, de abajo a arriba; en la base llegan a alcanzar 2,40 por 3 metros, mientras que en la coronación la sección es de 1,80 por 2,50. Su depurada construcción se realizó en *opus quadratum*, con los sillares asentados a hueso, sin argamasa que los una. La cornisa superior se remata con un ático de mampostería que aloja el canal por donde rodaba el agua. Esta soberbia creación de la ingeniería, en servicio hasta hace no mucho tiempo, es hoy Patrimonio de la Humanidad.



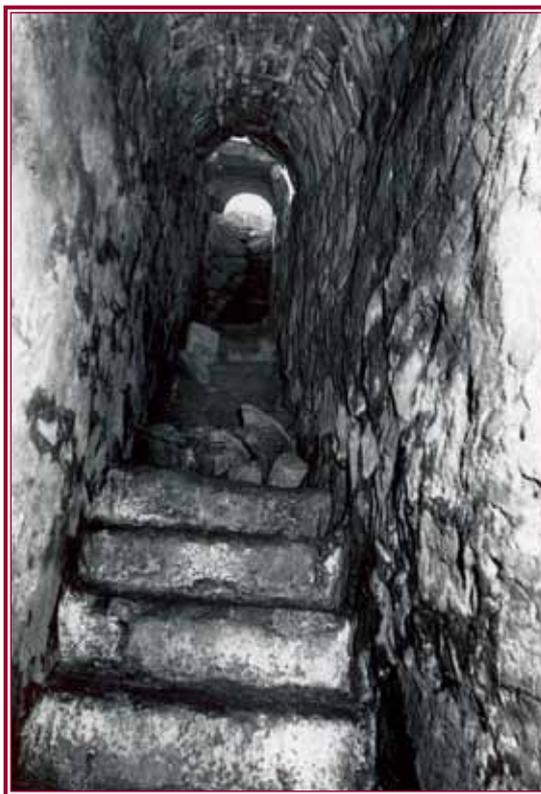
Museo Nacional de Arte Romano de Mérida

pedra. Con estas medidas de protección se intentaba asegurar que el agua llegase a su destino en las mejores condiciones posibles, manteniéndola fresca y a salvo de la luz y la contaminación.

Siempre que la orografía lo permitía, el canal discurría enterrado, lo que evitaba, entre otros inconvenientes, las tomas incontroladas, intercalando cada cierta distancia unos registros de acceso o respiraderos (*spiramen*), que comunicaban el *specus* con el exterior y marcaban en superficie la situación de la canalización. Estos dispositivos cumplían con una doble función: dejaban pasar el aire y la luz, fundamentales para que el agua conservara su calidad, y a la vez, facilitaban el acceso de los operarios al interior del canal para realizar las imprescindibles tareas de mantenimiento y reparación. Una de las tres conducciones que abastecían a Mérida, la que partía de la presa de Cornalvo, conserva en su recorrido cinco de estos artificios, dispuestos en intervalos de 40 metros.

## Barreras orográficas

La disposición subterránea del canal, la solución más sencilla y económica, no siempre se podía llevar a cabo. La naturaleza se encargaba de poner toda suerte de obstáculos a lo largo del trayecto: elevaciones de terrenos, valles, ríos... Barreras orográficas que unas veces se podían evitar, bordeándolas, pero otras no quedaba más remedio que salvarlas directamente por medio de grandes obras. Así, cuando el terreno sobre el que se asentaba la conducción descendía, para mantener uniforme la pendiente del “specus”, los técnicos romanos le-



Museo Nacional de Arte Romano de Mérida

Arriba, rehabilitación del *castellum aquae* de Mérida. Izquierda, bajada a la conducción subterránea de agua de Rabo de Buey. Abajo, tubería de plomo de Mérida y conducción hidráulica cerca de la capital emeritense.



Museo Nacional de Arte Romano de Mérida

## Sexi, un compendio de

El amplio elenco de recursos técnicos aplicados por los romanos en la construcción de obras hidráulicas tiene en el acueducto de Sexi (Almuñecar, Granada) una de sus expresiones más completas. Llama la atención la riqueza de soluciones constructivas empleadas en un mismo acueducto, como respuesta a la diversidad topográfica del terreno que soporta la canalización. Galerías, túneles, canales soterrados, puentes-acueductos, arquetas de distribución, pozos de registro, depósitos, columnarias... se suceden a lo largo de los casi 8 kilómetros de longitud de este singular complejo hidráulico edificado en la primera mitad del siglo I para abastecer de agua potable a la ciudad y, sobre todo, para alimentar su floreciente industria de salazones. La captación se realizaba mediante una galería subterránea situada a tres metros de profundidad del cauce del río Verde, en las cercanías de Jete. Desde este punto, el canal discurría unas veces enterrado y otras elevado sobre arcadas para salvar los desniveles. La primera estructura elevada es el acueducto de Torrecuevas, levantado en la margen derecha del río Verde. Con casi 130 metros, es el tramo aéreo de mayor longitud del conjunto, y está construido con tajas de piedra (como el resto de la obra); consta de



Museo Nacional de Arte Romano de Mérida



Arriba, acueducto de Peña Cortada, en Xelva (Valencia), construido en la época imperial. Izquierda, arco del acueducto de Almuñécar.

## soluciones constructivas

un solo piso de arcos, 17 de luz normal y otros dos de luz reducida flanqueado por uno normal, destacando la presencia de horquillas de aligeramiento en los tímpanos de las pilas. A continuación, el canal cambia de cuenca, pasando del río Verde al río Seco por medio de un túnel de unos 300 metros de largo excavado en la roca. En su nuevo curso, se topa sucesivamente con tres profundos barrancos que salva mediante otros tantos tramos elevados sobre arcadas, de similares características constructivas al de Torrecuevas. En el trayecto final, la conducción salva la última gran depresión que la separa de la ciudad –emplazada en una eminencia– por medio de un sifón de 1.100 metros de longitud y 38 metros de desnivel, resuelto con tubería cerámica. Finalmente, el agua llegaba a un depósito terminal ubicado en la zona más elevada del recinto urbano, desde donde se distribuía a todos los puntos de interés, incluyendo las preciadas factorías de salazones y *garum*. En la llegada del sifón al depósito se producía un exceso de altura hidrostática respecto a la cota del terreno, motivo por el cual se dispuso una *columnaria* –una torre hueca por cuyo interior ascendía el agua hasta alcanzar el equilibrio–, para eliminar el exceso de presión.

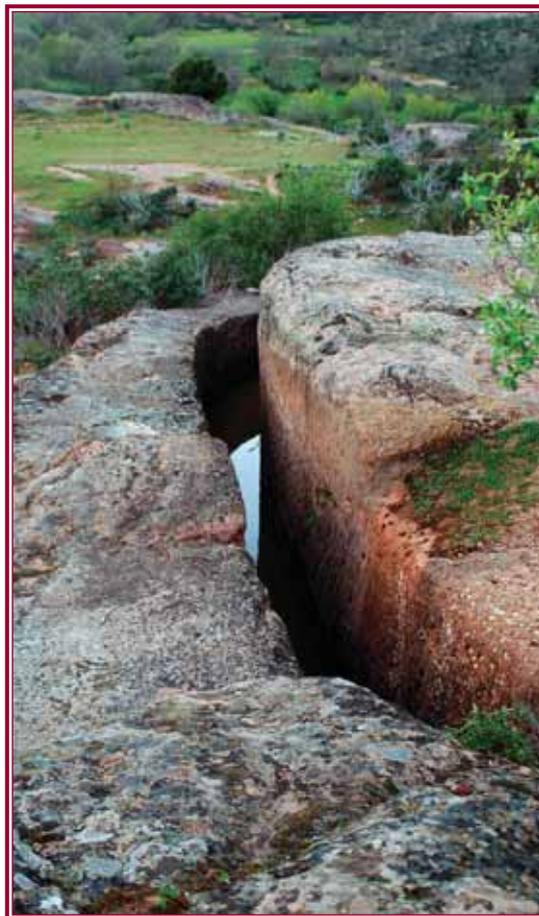
vantaban un muro de fábrica llamado *substructio*. Solución esta que sólo resultaba viable desde el punto de vista económico y constructivo para alturas pequeñas de hasta tres metros. A partir de ese nivel era más segura y económica la construcción de arcadas (*arcuationes*). Sin duda, son estos tramos volados, con su rítmica sucesión de arcos apoyados sobre pilares, la expresión más espectacular de esa compleja obra de ingeniería que son los acueductos y también los que más la identifican. En España sobresalen por su monumentalidad las soberbias arquerías de Segovia, Mérida, Tarragona y Almuñécar. Algunas de estas audaces creaciones sobresalen por la extraordinaria calidad técnica de su edificación, realizada a base de grandes sillares de caras planas (*opus quadratum*) asentados a hueso, esto es, piedra sobre piedra, sin ningún tipo de argamasa, sin más elemento de unión que la propia presión de un sillar contra otro.

Con esta depurada técnica constructiva se levantaron las series de arcos de los acueductos de Segovia (ver recuadro) y Tarragona. Este último, conocido como acueducto de Les Ferreres, formaba parte de la conducción que transportaba agua a la ciudad de *Tarraco* (Tarragona) desde el río Francolí. La toma se realizaba a 92 metros sobre el nivel del mar, y era conducida a lo largo de más de 10 kilómetros a través de distintas canalizaciones, unas subterráneas y otras sobre arcos para cruzar barrancos. El tramo de Les Ferreres, conocido po-

# INGENIERÍA HIDRÁULICA



Museo Nacional de Arte Romano de Mérida



Museo Nacional de Arte Romano de Mérida

Arriba e izquierda, interior de la galería de conducción del acueducto de Cornalvo. Derecha, canal de derivación cerca de Tiermes (Soria).

pularmente como Puente del Diablo, es la parte más impresionante de la obra por su belleza y notables características técnicas. Situado a unos cuatro kilómetros del núcleo urbano, está edificado con sillería almohadillada y presenta dos pisos de arcadas superpuestas de igual luz, el superior con 25 arcos y el inferior con 11, con una altura máxima de 27 metros y un recorrido de 217 metros.

## Técnica del sifón

Para superar grandes depresiones en las que el recurso a las *arcuationes* era técnica y económicamente desaconsejable, los ingenieros romanos acudieron a la técnica del sifón invertido, un sistema que funciona a la manera de los vasos comunican-

tes. Para el paso del canal al sifón se requería la construcción de dos depósitos o arquetas de transición, en las que se produce el cambio de régimen de lámina libre a la tubería a presión. La arqueta de entrada al sifón, de mayores dimensiones que la sección del canal, es la que garantiza que la tubería forzada permanezca siempre en carga, evitando la entrada de burbujas de aire. La arqueta de salida, más pequeña, es la que devuelve las aguas el *specus* en un régimen de canal sin presión. Estas tuberías se solían hacer con materiales cerámicos cuando la presión era pequeña, o con plomo cuando se trataba de grandes desniveles, ya que admitía mayores presiones y tenía fácil ensamblaje mediante soldadura.

En España se ha documentado la aplicación de este artificio en el acueducto de *Sexi* (Almuñécar), gracias al cual se logró pasar la última depresión antes de llegar a la ciudad; y en Zaragoza, donde un puente-sifón salvaba transversalmente el Ebro

**En España sobresalen por sus soberbias arquerías los acueductos de Segovia, Tarragona, Mérida y Almuñécar**

con agua potable para el centro urbano. También hubo sifones en Alcanadre sobre el río Ebro, para llevar el agua hacia *Calagurris* (Calahorra). Y en Toledo, don-

de la conducción de abastecimiento tenía que superar el angosto valle del río Tajo, con una profundidad de casi 100 metros con relación a las zonas más elevadas de la ciudad castellana, con un gran sifón cuyas tuberías se apoyaban sobre un puente de 40 metros de altura.

### Pozos de inspección

En el caso de tener que atravesar elevaciones que no podían rodearse, se optaba por perforar túneles que las cruzaban de parte a parte. Estas galerías, cuya construcción se acometía en varios puntos a la vez, eran registrables gracias a la apertura de lumbreras o pozos de inspección (*putei*), que servían para sacar los escombros durante su construcción y después para facilitar su aireación y limpieza. Un buen ejemplo de esto lo encontramos en el acueducto de *Termancia* (Tiermes, Soria). El canal, que trasladaba las aguas captadas en el manadero del río Pedro, al pie de la Sierra Pela, penetraba en la ciudad dividido en dos ramales, uno de los cuales, el meridional, discurría bajo el núcleo urbano formando un túnel excavado en roca; en este tramo, de 140 metros de longitud, se intercalaban cuatro *putei* de 1,20 metros de diámetro, que se cubrían con losas cuadradas. No obstante, el túnel hispanorromano más importante se localiza en el acueducto de Albarracín-Cella, en Teruel. Mide alrededor de 4,5 kilómetros de longitud y tiene una sección aproximada de 2 metros de altura por 1,25 metros de ancho, y dispone de varias lumbreras, unas en forma de pozos verticales y otras de ventanas laterales, perforadas a una distancia aproximada de unos 30 metros unas de otras.

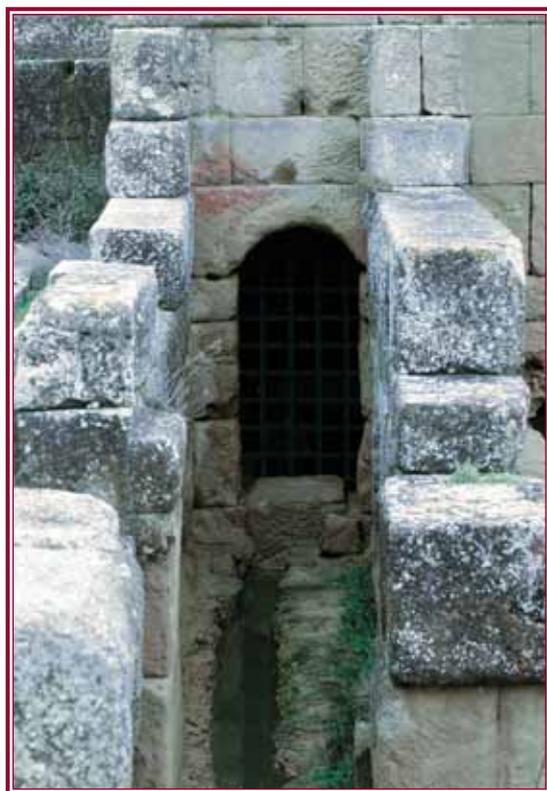
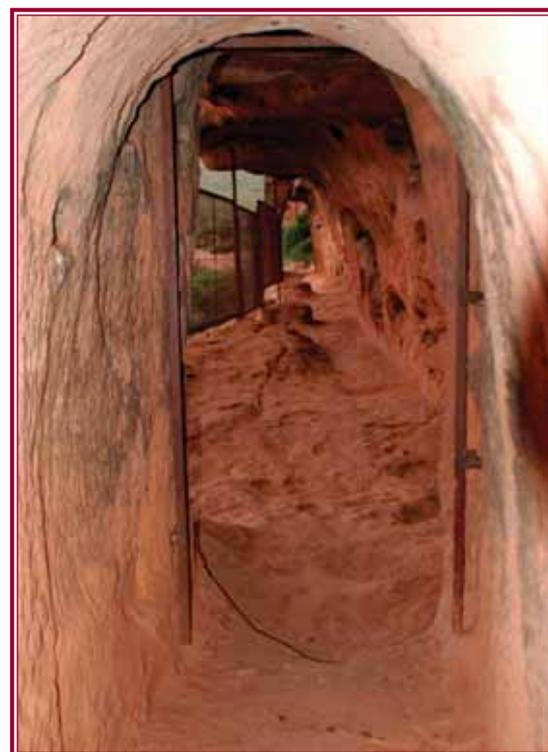
Cuando el canal se topaba con una eminencia, otra de las posibilidades para salvarla consistía en realizar una excavación en desmonte, a tajo abierto. Este costoso recurso se utilizó de manera espectacular en el acueducto de Xelva (Valencia), llamado también Peña Cortada, por el impresionante tajo excavado en vertical desde la superficie



Foto superior, restos de las termas públicas de la ciudad de Italica (Santiponce, Sevilla). Debajo, pileta de las termas de Ampurias (Girona).

de la montaña, de unos 25 metros de altura y en una longitud de unos 50 metros, abierto para dar paso al canal que transportaba las aguas del río Tuéjar desde Xelva hacia, posiblemente, la actual población de Llíria.

En el tramo final de la conducción, y a veces también en puntos intermedios, se disponía un decantador o *piscina limaria*, que tenía como principal misión remansar la corriente para permitir la decantación de los elementos sólidos arrastrados a lo largo del canal. Los acueductos de Mérida (Los Milagros) y Segovia aún conservan ejemplares de este tipo de receptáculos en los que, debido a su ma-



Arriba e izquierda, interior y detalle exterior de las termas de Los Bañales, en Uncastillo (Zaragoza), las mejor conservadas de Aragón. Derecha, interior de una galería de conducción de agua en Tiermes (Soria).

partía la red de distribución que alcanzaba todos los lugares donde se utilizaba el agua: fuentes, ninfeos, termas y otros edificios y servicios urbanos, industrias (lavaderos de lanas, tintorerías...), además de viviendas de particulares acomodados que pagaban por la correspondiente concesión. Además de regular el flujo hídrico, estos depósitos actuaban también como desarenadores, razón por la que se alejaban la entrada y salida de los mismos a fin de lograr el aquietamiento del agua y favorecer la

## Pozos de resalto

Verdaderos maestros en el arte de domeñar el agua, los ingenieros romanos aplicaron en sus conducciones de transporte de agua una amplia gama de sistemas hidráulicos, tan creativos como eficaces, que les permitieron abordar con éxito los más variados escollos. Algunos de ellos tan ingeniosos como el de los "pozos de resalto" empleados para reducir la velocidad del agua, integrados en el acueducto más antiguo que abastecía a la Córdoba romana, y que aún se conservan. La conducción, conocida como *Aqua Vetus* o acueducto de Valdepuentes y con una longitud de 18 kilómetros, tenía su cabecera en el arroyo Bejarano, al norte de Córdoba, en Sierra Morena. Para alcanzar el recinto urbano, el canal debía descender por una abrupta ladera, cuya pendiente excesiva podía poner en peligro la integridad del conducto. Para evitar este brusca bajada por la colina (imposible de abordar con un canal en lámina libre, ni tampoco por medio de un sifón, que hubiese requerido subir de nuevo hasta el nivel de partida, lo que resultaba inviable debido a la topografía del lugar), los técnicos romanos idearon un sistema de pozos de resalto o amortiguamiento, esto es, pozos con las entradas escalonadas para que el agua se frenara por la propia caída. En total, se construyeron 36 pozos de resalto hidráulico escalonados, de 5 a 10 metros de altura y planta rectangular o cuadrada, que se comunicaban entre sí por medio de pequeñas galerías. Con esta singular técnica se logró salvar un desnivel de unos 130 metros en un trayecto de apenas 400 metros, con una pendiente del 33%.

yor dimensión respecto a la caja del canal, se lograba reducir notablemente la velocidad del agua, con la consiguiente sedimentación de limos y arenas.

### Depósito terminal

Finalmente, cuando el agua llegaba a su destino después de un largo recorrido, se recogía en un depósito terminal, el *castellum aquae*, que ocupaba un punto elevado de la ciudad para poder distribuir el agua por gravedad a toda la población. De aquí



Restos de viviendas y cisternas en la ciudad de Bilbilis (cerca de Calatayud, Zaragoza).

sedimentación. Realizadas frecuentemente en *opus caementicium* con arreglo a esquemas arquitectónicos y dimensiones muy variables, estas edificaciones, por lo general abovedadas y de planta rectangular, eran objeto de una escrupulosa vigilancia para evitar atentados o extracciones fraudulentas. *Italica* (Santiponce, Sevilla) aún conserva un interesante *castellum aquae* de 5 metros de altura interior y 28,4 por 14,5 metros de planta, con una capacidad de 900.000 litros. Construido en hormigón romano y revestido interiormente con un enlucido de *opus signinum*, consta de tres naves paralelas y cubiertas con bóvedas de cañón.

La distribución desde el depósito regulador se realizaba a través de una red de tuberías que llegaban a todos los puntos de interés. Habitualmente eran de plomo (*fistulae*), aunque igualmente era común el uso de encañados cerámicos, sin duda más baratos pero también más frágiles.

### Dispositivo de mantenimiento

El funcionamiento de este complejo universo constructivo en torno al agua no hubiera sido posible sin la organización de un amplio dispositivo de mantenimiento. Las autoridades municipales tenían a su cargo personal especializado encargado de la limpieza y la reparación sistemática de las conducciones de agua, así como de su vigilancia para evitar tomas fraudulentas y otros abusos. Y es que los casos de piratería estaban a la orden del día. Se-

gún calculaba Sexto Julio Frontino –autor de la obra *De Aquaeducto Urbis Romae*, donde recoge su experiencia como máximo responsable de la administración de las aguas en la capital del Imperio bajo el reinado del emperador Nerva–, casi la mitad del agua que llegaba a la ciudad de Roma a través de sus nueve acueductos era desviada ilegalmente.

El fraude más habitual consistía en la sustitución de la tubería de acceso por otra de mayor diámetro. Conviene tener presente que los romanos no disponían de contadores y que el reparto del agua se hacía en función de la sección de la tubería. Para poner coto a estas manipulaciones fraudulentas idearon el cálix, un tramo de tubería especialmente calibrada, de entre 20 y 40 centímetros de largo, que se empotraba en el interior del depósito o el conducto y al que se ajustaban las tuberías de distribución. De esta manera se podía asignar a cada usuario particular la tarifa que correspondía a su diámetro. Estas tuberías se fabricaban en plomo y

*Las ciudades romanas en Hispania incorporaron un cuidado y bien planificado sistema de cloacas*

bronce, metal este último más caro pero también más difícil de manipular por su dureza. El nombre de cálix deriva del parecido con el cáliz de



Obelisco con sillares cilíndricos con la representación de un acueducto, que marca el inicio de la zona elevada del acueducto segoviano. Debajo, conducción de agua hallada en la ciudad de León.

una flor de algunos de estos dispositivos, que se sellaban exteriormente con complicados relieves para evitar su falsificación.

## Obras de saneamiento

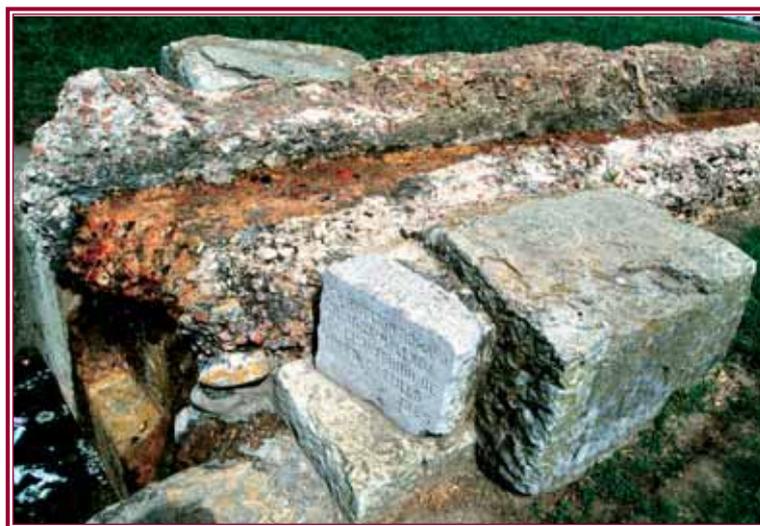
En este repaso por el complejo universo de la hidráulica hispanorromana no podía faltar una referencia a las obras de saneamiento, un importante capítulo estrechamente vinculado al abastecimiento hídrico, al que igualmente se prestó especial atención. Y es que los romanos incorporaron también a sus ciudades un cuidado y bien planificado sistema de cloacas, vital para la higiene pública y habitabilidad de las mismas. Las aguas residuales eran evacuadas del recinto urbano a través de una completa red de galerías subterráneas que desagaban en los ríos vecinos. A estas conducciones enterradas llegaba también el agua de lluvia recogida en las calles, así como las aguas sobrantes que rebosaban de las fuentes públicas.

En las ciudades de nueva planta, estos conductos soterrados se trazaban al tiempo que se levantaba aquélla, siguiendo el eje de las calles y con una pendiente mayor a la de los acueductos para facilitar el arrastre de las inmundicias. Cada ciertos tramos se intercalaban registros verticales que permitían inicialmente su construcción y luego las labores de limpieza y conservación. Sus dimensiones varían de unos lugares a otros, al igual que sus características constructivas, en función de distintos aspectos relacionados con la topografía y las peculiaridades de la propia vía. A veces los túneles eran lo suficientemente anchos y altos como para poder ca-

minar por su interior.

Numerosas ciudades de Hispania disfrutaron de estas infraestructuras, expresión de un urbanismo moderno en el que el confort y la higiene iban de la mano. En *Barcino*, *Cartago Nova*, *Emerita Augusta*, *Caesaraugusta*, *Italica*, *Calagurris*, *Asturica*, *Asido*... se han ido destapando numerosos tramos. La módica red de alcantarillado y colectores de *Emerita Augusta* (Mérida), que se

corresponde con la traza ortogonal de manzanas y calles, evacuaba los residuos hacia el Guadiana por unas salidas abiertas en el muro de contención, realizado en los primeros años de vida de la colonia para hacer frente a las posibles inundaciones del río. En *Caesaraugusta* (Zaragoza) merece destacarse el tramo monumental localizado en el área forense de La Seo, con unas imponentes medidas de 2,80 metros de altura por 2 metros de ancho. De proporciones igualmente notables (2 metros de altura por 0,90 de ancho) son las excavadas en *Asido Caesarina* (Medina Sidonia, Cádiz), realizadas a base de sillares en los hastiales, bóvedas de medio cañón corrido formadas por lajas de piedra y pavimento de *opus signinum*. ■





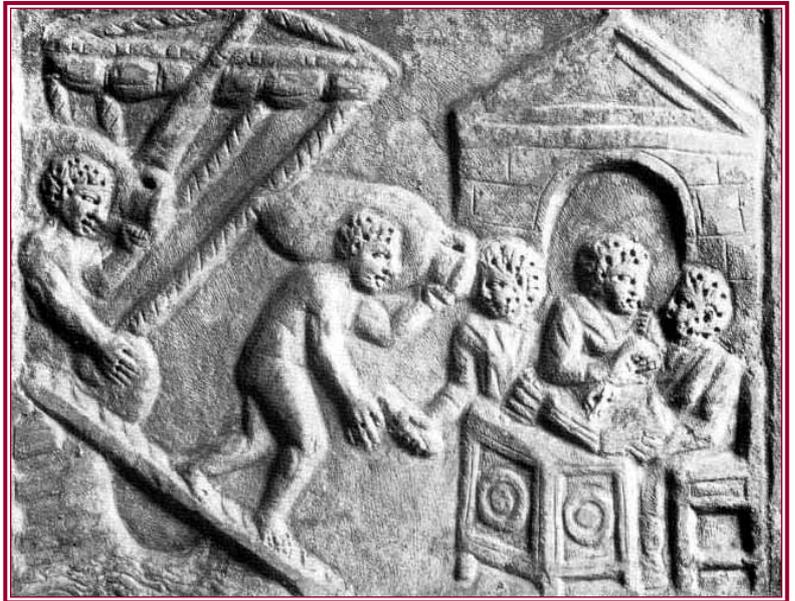
Vestigios romanos en los puertos de nuestro país

# LA HUELLA DEL MAR

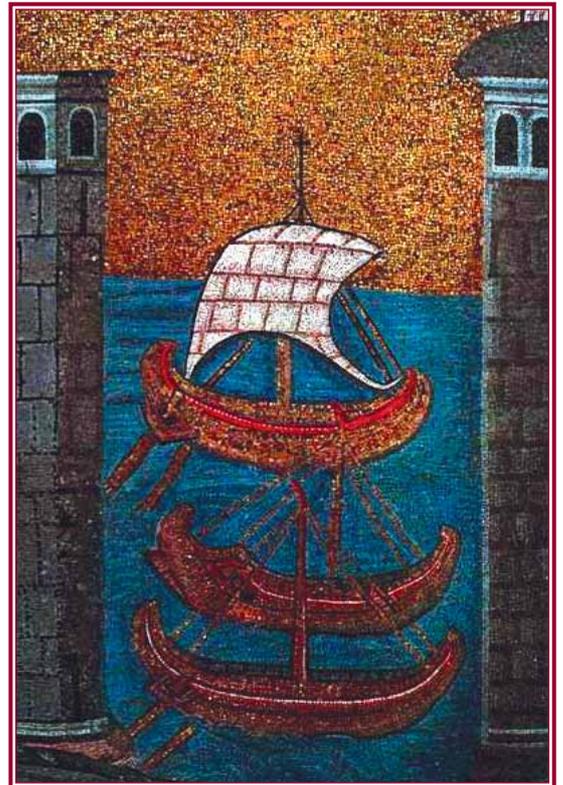


RAQUEL SANTOS. FOTOS: CABALLERO Y M. D. CORDERO

*Buena parte de la historia de la península Ibérica está ligada a los puertos marítimos. Las civilizaciones que poblaron Hispania dejaron sucesivas huellas de la importancia del mundo portuario en nuestro territorio pero fueron los romanos quienes nos dejaron algunos de los testimonios más sublimes de la ingeniería marítima. El paso de los siglos, el progreso constructor y la erosión del oleaje enterraron numerosos puertos, dársenas y muelles de aquella época. Aun así, hoy todavía podemos contemplar hitos emblemáticos ligados al mar de los que fueron señores del Mediterráneo. La Torre de Hércules o el dique grecorromano de Ampurias dan fe del esplendor de una parte de nuestra historia. Son los vestigios con más solera de los puertos marítimos de nuestro país.*



Página opuesta, el dique de Ampurias es la principal obra portuaria romana que queda en España. Arriba, relieve con una escena de descarga de mercancías en el puerto de Ostia. Museo Torlonia. Derecha, mosaico con naves romanas y entrada al puerto de *Classis*. Museo de Rávena.



Los lazos que atan al pueblo romano con el mar comenzaron a anudarse durante la Primera Guerra Púnica, fechada entre los años 264 y 241 a.C. En aquel entonces estaba en juego la supremacía política y militar en el mar Mediterráneo y los romanos fueron conscientes en esos momentos de que para salir triunfadores de esa confrontación necesitaban disponer de una flota de guerra eficaz que les diera el éxito en las batallas navales que se avecinaban contra los cartagineses.

La empresa, desde luego, no fue fácil. Roma, de origen agrícola, no tenía una gran experiencia en la construcción de naves de guerra, ni siquiera en la de embarcaciones de tipo comercial, pero eso no impidió que, poco a poco, su ingenio fuera poblando las aguas del *mare Nostrum* de numerosos barcos de remo para las batallas y de naves de vela para el transporte de mercancías. Y no sólo de barcos, sino también de puertos donde fondearlos y protegerlos de los vientos y el mar.

Como previamente habían hecho otros pueblos mediterráneos, ya fueran griegos, fenicios, egip-

# PUERTOS



Arriba, mapa portulano de la cuenca mediterránea, espacio que dominó Roma durante siglos. Museo Naval. Izda., restos de edificios del puerto de Ostia. Debajo, grabado de Barcelona, ciudad que sufrió el aterramiento de su puerto romano. Braun y Hogenberg, *Civitates orbis terrarum*, Biblioteca Nacional.

cios o cartagineses, los romanos mostraron predilección desde el principio por los puertos naturales (*statio*), generalmente situados en bahías bien abrigadas de los temporales y el oleaje, para el emplazamiento de sus puertos. Evitaban en la medida de lo posible la construcción de costosas obras de abrigo para generar puertos artificiales (*portus*), a pesar de que algunos de sus principales puertos son precisamente de este tipo.

Ostia, un puerto construido hacia el siglo III a.C. en la desembocadura del Tíber, cercano a la ciudad

de Roma, fue el centro neurálgico del sistema portuario romano, que incluía otros puertos importantes en la península Itálica, como *Misenum* (cerca de Nápoles), *Classis* (Rávena) o *Centum Caelle* (Civitavecchia), y ya en época imperial, los de Alejandría, Constantinopla, *Leptis Magna* (cerca de Trípoli) y Frejus (cerca de Niza). De Ostia salieron las naves que en el año 218 a.C. llevaron a Cneo Escipión a la conquista de Hispania.

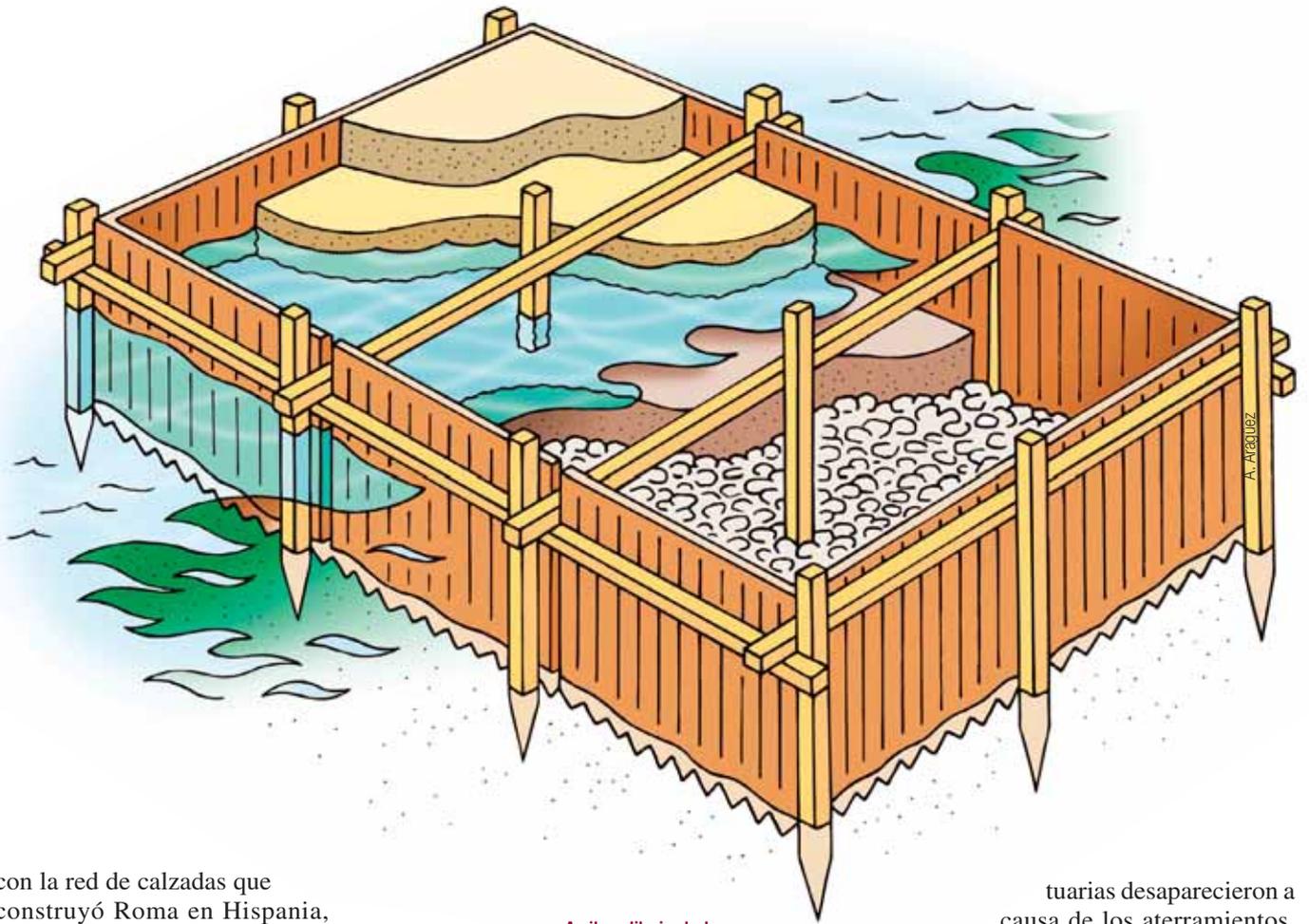
En los nuevos territorios hispanos, los romanos aprovecharon los puertos cartagineses para instalar allí sus bases navales. *Carthago Nova* (Cartagena), una magnífica dársena natural abrigada en el fondo de una bahía, que había sido un importante puerto comercial y militar púnico, se convirtió en uno de sus principales puertos. También aprovecharon la protección natural que ofrecían las bahías u otros accidentes geográficos en *Portus Victoriae* (Santander), *Gades* (Cádiz), *Portus Magonis* (Mahón), Palma de Mallorca o *Iría* (Iria Flavia) para establecer bases para el comercio o la guerra.

En otros lugares del litoral, como *Tarraco* (Tarragona) –donde quedó establecido el puerto más importante de Hispania, situado a pocas horas de navegación de Ostia–, *Barcino* (Barcelona), *Portus Gaditanus* (en un lugar no determinado de la bahía de Cádiz), *Emporion* (Ampurias), *Saguntum* (Sagunto), *Malaca* (Málaga) o *Brigantium* (Coruña), no les quedó más remedio que acometer obras de abrigo para construir dársenas más o menos protegidas de la acción del mar y de los vientos, siendo los muelles de atraque una obra reservada a los puertos de mayor entidad. De los tres últimos puertos citados se han hallado en los últimos años importantes evidencias arqueológicas.

## Construcción de puertos

La filosofía portuaria de los romanos partía del estudio geográfico y de los regímenes fluviales, de las corrientes marinas y costeras, para decidir el emplazamiento de nuevos puertos, que siempre estaban situados cerca de ciudades bien comunicadas





con la red de calzadas que construyó Roma en Hispania, para favorecer su función comercial o militar. Se sabe gracias a Vitruvio, autor de *Los diez libros de arquitectura*—con un capítulo entero dedicado a los puertos y a las obras de albañilería bajo el agua—, que los ingenieros portuarios romanos reconocían los fondos marinos, medían su profundidad y tomaban muestras del lecho marino mediante sondas plomizas como pasos previos para decidir sobre la construcción de obras de abrigo o de defensa.

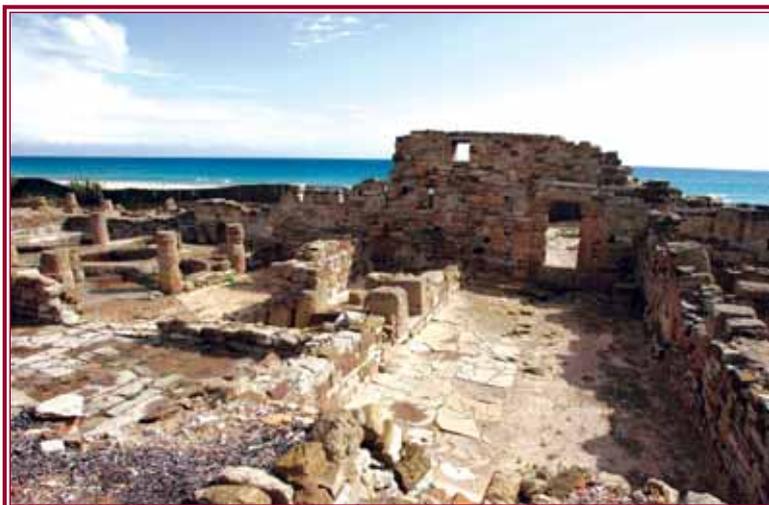
Sin embargo, la mayor parte de sus obras por-

Arriba, dibujo de la construcción de un dique por medio de cajones rellenos de guijarros, típico de la época romana. Debajo, *Baelo Claudia* fue una importante ciudad en el litoral gaditano, famosa por su industria de salazones.

tuarias desaparecieron a causa de los aterramientos, el gran problema que los ingenieros romanos no supieron resolver dado que sus conocimientos sobre sedimentación eran limitados y sus medios de dragado muy primitivos. Así ocurrió, por ejemplo, con los puertos de Tarragona, Barcelona o Sagunto en Hispania, o con los de Ostia, Frejus y Alejandría en otras partes del Mediterráneo. La única muestra en nuestro país que ha llegado hasta nuestros días casi intacta es el magnífico dique de abrigo del puerto grecorromano de *Emporion* (Ampurias), construido en aparejo de *opus quadratum* y relleno de un fuerte núcleo de *opus caementicium*, que se cree fue construido entre los siglos II y I a.C. En la actualidad se conservan unos 80 metros de este dique pétreo.

### El mortero hidráulico

Pese a estos fracasos, a los romanos, sin embargo, se les debe el desarrollo de la más alta tecnología portuaria desde antes de nuestra era hasta al menos la aparición del *Códice de los veintidós libros de los ingenios y las máquinas*, publicado nada menos que a mediados del siglo XVI. Su más conocida innovación en materiales para la construcción de puertos fue la mezcla de *opus caementicium* (el hormigón romano) con puzolana, una roca volcá-





nica procedente del centro de Italia. Esta mezcla creó una unión excepcionalmente fuerte que, además, tenía la propiedad de fraguar bajo el agua, lo cual resultó un hecho decisivo para la cimentación no sólo de diques y puertos, sino también de puentes y otras estructuras en contacto con el agua. Esta mezcla fue utilizada por primera vez en el puerto de Cosa en el siglo II a.C.

Este mortero hidráulico les sirvió sobre todo para fabricar la cimentación para los diques de abrigo, especialmente por medio de cajones de madera rellenos de este material que servían como cemento, sobre el que se construían muros de piedra de la altura deseada. También hicieron diques o muelles sobre barcos inutilizados rellenos de escollera, encima de los cuales se erigían fuertes muros de cantería. Otra notable aportación romana fue la construcción de cajones flotantes de hormigón en astilleros para luego botarlos como si fueran barcos, trasladándolos flotando hasta el lugar deseado antes de hundirlos con más peso para su fondeo, sirviendo como una base sólida para muelles de atraque.

Junto a estas importantes innovaciones, los romanos también son responsables de la invención de la técnica del pilotaje, que hizo posible cons-

**Tarragona, Cartagena, Sagunto, Barcelona, Cádiz, Málaga y Coruña fueron los principales puertos romanos en Hispania**

Arriba, grabado del puerto de Ostia, centro del sistema portuario romano. Destaca por su dársena hexagonal, de época de Trajano. Braun y Hogenberg en *Civitates orbis terrarum*, Biblioteca Nacional. Derecha, mosaico de barcos frente al puerto de Ostia.



truir ataguías y cimientos sobre el fondo del mar, o del volteo de bóvedas sobre pilastras para erigir muelles de atraque. A ellos se debe también el perfeccionamiento de distintos útiles para las obras portuarias, como bombas de agua, grúas flotantes, poleas, martillos pilones para clavar troncos de madera como soporte verticales, etc. Con los romanos, en fin, también se generalizó la profesión de buzo, que tan buenos servicios prestó en materia portuaria.

Pero la referencia a las instalaciones portuarias que utilizaron y crearon los romanos sólo enseña una parte de su lazo de unión con el mar. La ingeniería marítima de los que fueron durante siglos del *mare Nostrum* también incluía otros elemen-

Relieve en piedra de una escena marítima en el puerto de Ostia. Museo Torlonia, Roma. Debajo, el comercio en Hispania fluía por las calzadas romanas hacia los principales puertos del litoral, como Cartagena, Sagunto o Tarragona. Fuente: IGN.



tos para equipar los puertos y ayudar a la navegación de los barcos de vela. Entre estos últimos destacan, sin duda, los faros.

Y es que los romanos, que durante muchos siglos habían tomado como ejemplo el sistema helenístico de Alejandría y su famosa torre levantada sobre la isla de Pharos, innovaron también la técnica de construcción de faros al emplear las bóvedas y el hormigón.

## La Torre de Hércules

El paso del tiempo, las condiciones meteorológicas, el desgaste del mar y la acción del hombre han dejado poca huella de ellos en numerosos lugares del planeta pero nuestro país cuenta, afortunadamente, con uno de los más emblemáticos y mejor conservados de la época romana: la Torre de Hércules, ubicada en A Coruña.

Cuenta una leyenda que este majestuoso faro —el único faro romano y el más antiguo en funcionamiento del mundo— fue obra de los celtas. Según ella, Mil, sobrino de Ith, divisó Irlanda desde lo alto de una torre de España construida por su padre Breogán y tomó rumbo a aquella tierra para conquistarla.

No es la única leyenda que encierra la Torre de Hércules. Hay otra que asegura que la construyó el propio Hércules, un héroe de la época a quien también se atribuyen las famosas columnas a ambos lados del Estrecho de Gibraltar. En este caso, la leyenda refiere cómo el gigante Gerión, perseguido por Hércules por haber deshonrado a su hermana, viajó desde la costa gaditana por el Atlántico hasta un terreno abrupto donde pasó la noche escondido en una cueva. Hércules le persiguió en barca y le halló dormitando; le despertó y se batieron en una titánica lucha a muerte de la que Hércules salió vencedor.

Para celebrar el triunfo, el héroe



## Las huellas perdidas

Que las costas de Hispania fueron para Roma centros neurálgicos para el destino de sus naves de guerra o comerciales está fuera de toda duda, pero hoy en día, desgraciadamente, son muy escasos los restos en los puertos españoles que dan fe de aquella actividad marítima.

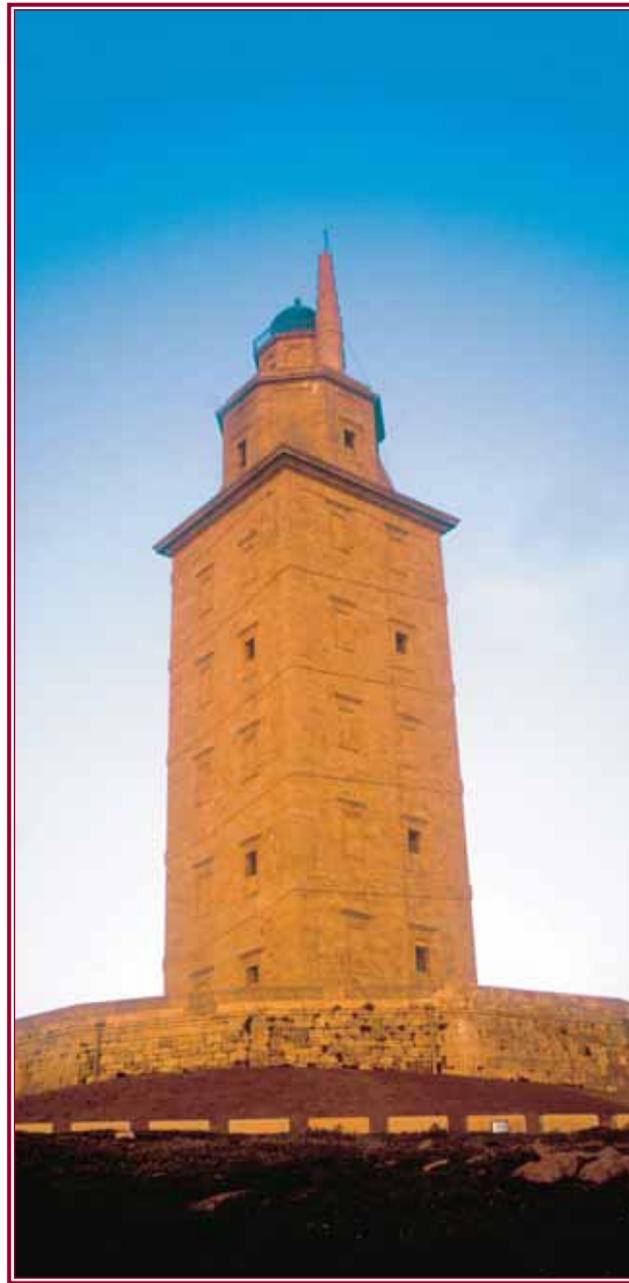
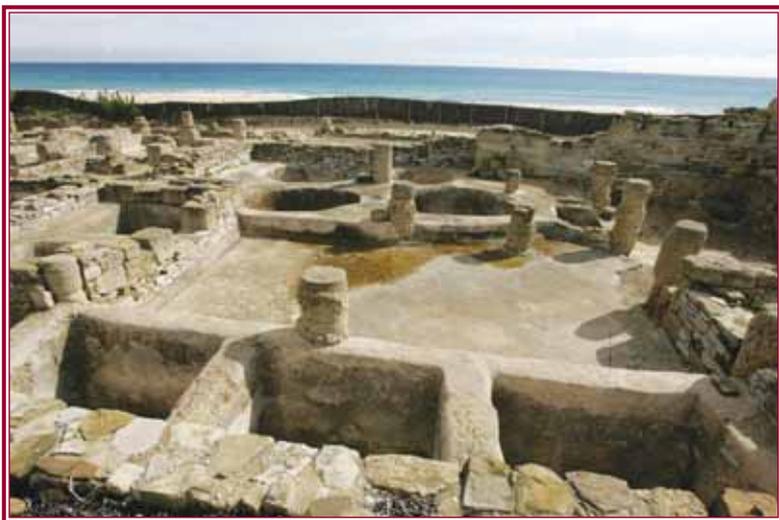
El trabajo, el tesón y el esfuerzo de los historiadores han logrado rescatar referencias de enclaves portuarios que se perdieron en los tiempos y de los que ya no quedan huellas materiales.

Es el caso del *Portus Gaditanus*, el nuevo puerto comercial romano de Gades (Cádiz) que sustituyó al puerto fenicio situado en la conocida como Tacita de Plata. Los estudiosos consideran que *Portus Gaditanus* estaba situado en la bahía de Cádiz, en un lugar que no se ha podido concretar pero que seguramente estaría al abrigo de las mareas y del

oleaje y bien comunicado con la vía fluvial del río Guadalete. Esta vía era la elegida por los romanos para la exportación de los vinos de la región.

No era la única vía fluvial de relevancia existente en la época. Los barcos también navegaban hasta *Hispalis* (Sevilla) por el río Betis (Guadalquivir), sobre todo aquellos con productos del campo y, especialmente, el codiciado aceite de la Bética. Otro puerto fluvial apuntado por los historiadores fue el de *Barcino* (Barcelona), a orillas del río Llobregat, un cauce por el que llegaban a la ciudad materiales de construcción y alimentos.

En los últimos años también se han hallado importantes evidencias arqueológicas de la existencia de puertos romanos en Sagunto, Málaga y A Coruña.



ordenó construir una torre y tallar en el faro los nombres de las personas que admiraran su obra. La primera persona que lo hizo fue una mujer llamada Crunna y de su nombre nació la denominación de Coruña. Esta mágica historia del origen de la Torre de Hércules podría dar la razón a aquellos que sostienen que este faro no está en A Coruña, sino que A Coruña está en la Torre de Hércules, una ciudad que nació y creció en torno a su famoso faro levantado por los romanos para, quizá, ahuyentar su miedo a ese inmenso mar que para ellos significaba el *finis terrae*, el fin de la Tierra.

Los incrédulos, sin embargo, tienen argumentos más prosaicos para avalar los orígenes de la Torre de Hércules. Gracias a la traducción que Hubner hizo en 1861 de la placa ubicada cerca del faro, y que hoy está en su interior, se sabe que empezó a

Izquierda, grabado del puerto de Santander, la *Flaviobriga* romana, uno de los principales puertos de Roma en el Cantábrico. Braun y Hogenberg, *Civitates orbis terrarum*. Biblioteca Nacional. Debajo, ruinas de *Baelo Claudia*, con el Atlántico al fondo. Derecha, Torre de Hércules en A Coruña.

construirse entre los siglos I y II, probablemente en la época del emperador Trajano. La traducción de la inscripción da más detalles: “Consagrado a Marte Augusto. Gaio Sevio Lupo, arquitecto de Aeminiun, Lusitano, en cumplimiento de una promesa”.

Hay historiadores que consideran que la torre original fue circular, disponiendo de una rampa de acceso en su exterior que se utilizaba para llevar la leña necesaria para hacer el fuego que orientaba a los marineros. La torre estaba dividida en tres plantas, dos de unos 9,5 metros de altura cada una y una tercera de casi 14 metros.

Tal y como hoy la conocemos, sin embargo, la planta de la Torre de Hércules es cuadrada y el interior tiene un eje central cruciforme con tres plantas en cuatro habitaciones cada una, con bóvedas de medio cañón.



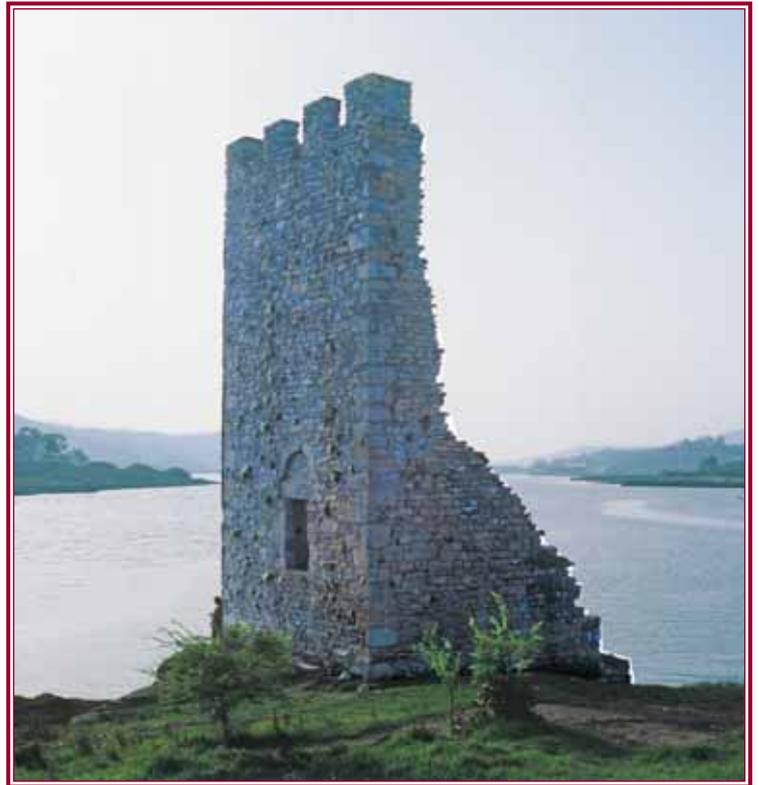
Arriba, relieve de un sepulcro romano con escenas de navegación y comercio. Derecha, los romanos construyeron en Hispania torres de vigilancia costeras o aprovecharon las existentes, como esta céltica de Catoira (Pontevedra).

Después de siglos de abandono (se cree que sirvió de fortificación durante la Edad Media), en 1685 el duque de Uceda mandó al arquitecto Amaro Antúnez que realizase las obras de reforma necesarias en ella para ponerla de nuevo en funcionamiento como faro.

Por aquel entonces ya se había perdido el muro exterior y la rampa de acceso y Antúnez, para no tener de reconstruir ambos elementos, optó por hacer unas escaleras interiores de madera. Para ello, perforó las bóvedas de hormigón de las diferentes plantas con el fin de comunicarlas.

La escalera actual, sin embargo, es obra de Eustaquio Giannini, el ingeniero de la Marina al que Carlos III encargó la restauración de la Torre de Hércules después de que el ataque del pirata Drake a A Coruña la dejara muy deteriorada.

Las obras se prolongaron entre los años 1785 y 1791. Las paredes de la fachada fueron totalmente



## Al mando de los puertos

La explotación de las instalaciones portuarias que llevaron a cabo los romanos en nuestro país conllevó el diseño de una organización y una administración encargada de estos menesteres que fueron evolucionando para adaptarse a las nuevas necesidades de cada momento.

Dada la tenue documentación específica al respecto, sin embargo, los historiadores han echado mano de la similitud administrativa en otros campos de la administración de obras públicas para narrar cómo era la organización portuaria.

Las primeras referencias de importancia aparecen con la construcción del puerto de Ostia, una instalación que supuso la creación de cargos administrativos como la del encargado real del puerto, el capitán portuario, el controlador de aduanas y mercancías, trabajadores como barqueros y estibadores.

La llegada de la República no varió significativamente los responsables de los puertos, por lo que hubo que esperar hasta el año 443 a.C. para que apareciese la figura del censor, quien a partir de ese momento se haría cargo del control administrativo de los puertos.

Tras la Primera Guerra Púnica, Roma pudo contar con excelentes puertos en Nápoles o Tarento, ciudades que pasarían a tener las competencias de las instalaciones portuarias propias. De esta forma, el responsable de la explotación del puerto sería una autoridad municipal (un edil, por ejemplo); la regulación del tráfico de barcos estaría bajo el mando directo de un capitán portuario y existiría también otro responsable de las aduanas y de la recaudación de impuestos.

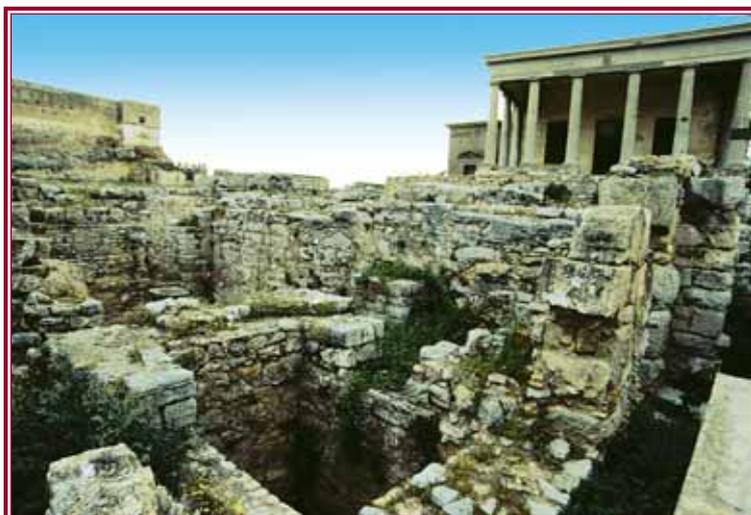
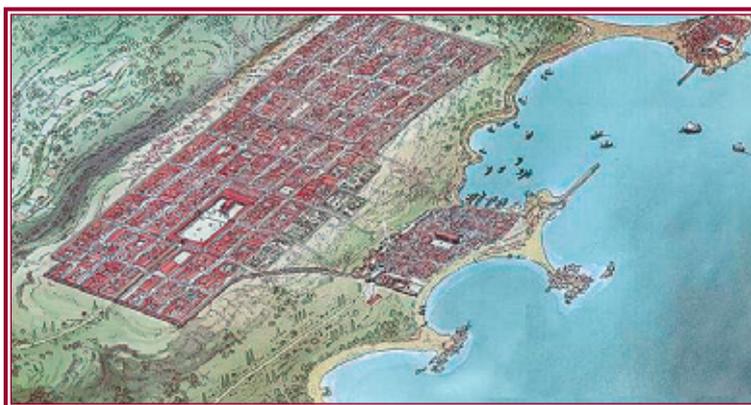
Los estudiosos consideran que este último modelo de organización

portuaria debió finalizar con la Segunda Guerra Púnica, tras la cual el control de los puertos pasaría a manos del Estado, siendo probable que se crearan jurisdicciones provinciales, con la autoridad máxima del prefecto. Según señalan diversas fuentes, fue entonces cuando debió aparecer la organización portuaria por frentes costeros, creándose grupos de puertos como los existentes en la bahía de Cádiz.

Se deduce también que el censor fue poco a poco delegando sus atribuciones en otros cargos, y de ahí la aparición de otros responsables como el *curator* (una especie de inspector general) que, en este caso, sería de puertos y costas. Los historiadores apuntan también que los trabajadores de los puertos –como estibadores, gruistas, buceadores o barqueros– estaban agrupados en corporaciones.



Arriba, vista de la ciudad de A Coruña desde lo alto de la Torre de Hércules. Debajo, plano de *Tarraco* y ruinas de *Saguntum*, dos ciudades romanas que vieron cómo sus puertos quedaban aterrados por las arenas litorales.



forradas con sillares de granito de 60 centímetros de espesor, por lo que la pared tiene actualmente una anchura aproximada de 2,15 metros. Los sillares originales y la rampa exterior sirvieron para construir varias fortalezas e iglesias, entre ellas, se afirma, la de la iglesia de Santiago en A Coruña. También se sustituyó la escalera de madera por otra interior de piedra que, gracias a sus 242 escalones, permite hoy en día

divisar desde lo alto una de las vistas más hermosas de la ciudad gallega.

De esa época también data el remate octogonal que ocupa la parte superior de la torre, un remate que sostiene la linterna del faro actual, de 68 metros de altura, que brilla con luz blanca desde el año 1927 con un alcance de 23 millas, es decir, 40 kilómetros. El radiofaro marca la letra L en morse

*La Torre de Hércules, único faro de origen romano en servicio, fue erigida entre los siglos I y II por un arquitecto lusitano*

(cada faro en el mundo tiene una señal propia, y las variables que la hacen única son el color, la intensidad y el tiempo entre los destellos).

Los radares y, más que nada, los punteros sistemas de posicionamiento por satélite han relegado a los faros a un segundo plano, convirtiéndolos en meros comple-

mentos de la navegación y, en otras ocasiones, en meras reliquias.

Pero la Torre de Hércules, aún hoy, es historia viva, un faro que ilumina a los marineros desde hace más de 2.000 años y que encierra en sus entrañas una buena parte del saber y del ingenio marítimo de aquel pueblo romano que un día habitó en Hispania. ■

La nave mercante romana fue la más evolucionada de toda la Antigüedad

## ENTRE EL COMERCIO Y LA GUERRA

BEATRIZ RODRÍGUEZ LÓPEZ  
FOTOS: CABALLERO Y M. D. CORDERO

*Los romanos, que extendieron su imperio en torno al mare Nostrum, no se caracterizaron por su poderío marítimo, aun cuando sus naves eliminaron la piratería que durante siglos asoló las costas mediterráneas. Pero sus mercantes fueron decisivos para la comunicación y el transporte, sobre todo el más pesado, pues los carruajes no soportaban grandes cargas a su paso por las calzadas.*





os romanos, que se hicieron con un gran imperio terrestre, no emplearon su poderío marítimo tanto para las contiendas como para la comunicación y el comercio. Buenos conocedores del mar, no eran apasionados de las conquistas navales. Sin embargo, la nave mercante romana es el exponente de la evolución de los buques de carga en la época antigua. Así lo reflejan su gran tonelaje, una bodega amplia, un sistema de gobierno con timones a babor y estribor en la popa, una vela cuadra y, en ocasiones, hasta tres e incluso otra en la proa en un mástil inclinado.

Las naves de guerra, por su parte, muestran una estructura más alargada y más estrecha, con bodegas pequeñas para alojar a los remeros y un espolón bien desarrollado, ya que la guerra naval se hacía por medio del abordaje. Éste comenzaba cuando un barco embestía a otro abriendo una brecha con el espolón, para después abordarlo y continuar la batalla en la cubierta.

Las naves de guerra, por su parte, muestran una estructura más alargada y más estrecha, con bodegas pequeñas para alojar a los remeros y un espolón bien desarrollado, ya que la guerra naval se hacía por medio del abordaje. Éste comenzaba cuando un barco embestía a otro abriendo una brecha con el espolón, para después abordarlo y continuar la batalla en la cubierta.

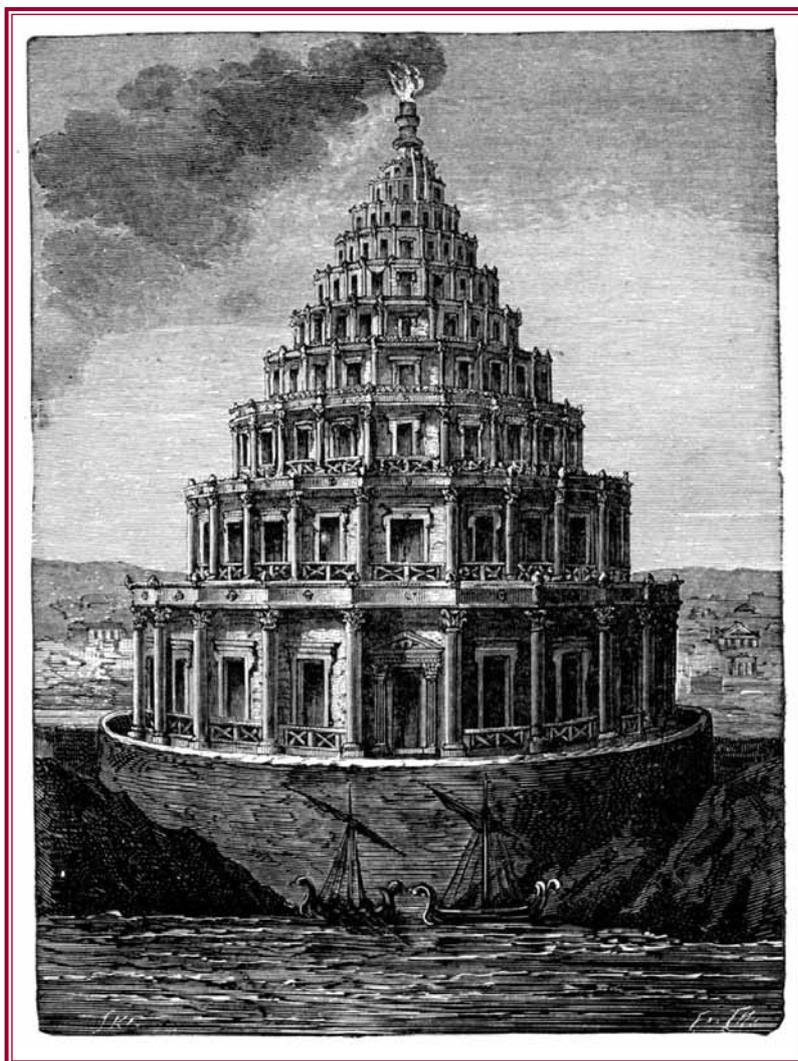
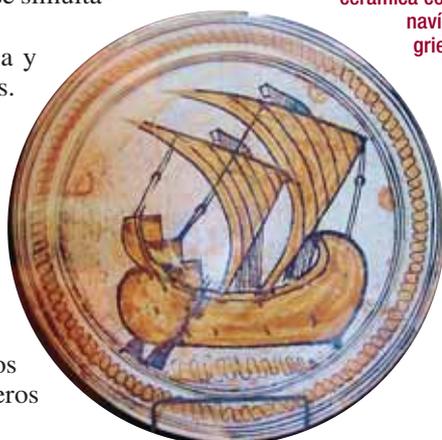
### Naves romanas

Las naves romanas pueden dividirse en tres grupos: redondas, largas y medias. El primero corresponde a aquellas que, por la escasa diferencia entre quilla y manga, tenían una forma redondeada. Llevaban cubierta casi siempre, su bordo era alto y su construcción tosca, ya que se dedicaban al tráfico y transporte de grandes cargamentos.

Las naves largas poseían una eslora mayor que la manga. Se construían sobre todo para la guerra y formaban el núcleo de la armada, pero también había muchas dedicadas a la piratería, a llevar mensajes, al recreo e incluso a la pesca. Ofrecían condiciones de ligereza en la marcha, aunque los grandes trirremes no fueran fácilmente manejables. Casi todas las naves largas tenían puente o cubierta y, además, toldos volantes o fijos.

Por último, en las naves medias, la quilla podía ser de dos a cuatro veces la manga. Se empleaban en el comercio, pero se destinaban especialmente a conducir víveres, tropas y caballos y, a veces, se armaban para la guerra y auxiliaban a las galeras o naves de combate. Un carácter distintivo de estas naves fue que podían servirse simultáneamente de velas y remos.

Todas las naves de carga y transporte se servían de velas. Llevaban dos palos con velas cuadradas o al tercio; el trinquete, muy corto, se inclinaba hacia la proa. La popa, aunque alta, no era tan elegante como la de las naves de guerra. Al no poseer grandes cualidades marineras, eran fácil presa de los piratas, con barcos muy ligeros y bien provistos de remos.



Página opuesta, ilustración de un corte transversal de una nave trirreme romana, con el compartimento para los remeros en su interior. Arriba, dibujo del faro de Alejandría, que fue el más importante del Mediterráneo (Biblioteca Nacional). Debajo, plato de cerámica con un navío griego.

Los buques mercantes llevaban menos velamen del que podrían haber tenido y lo llevaban bajo; esto los hacía lentos pero seguros. Cuando la brisa era favorable podían alcanzar un promedio de cuatro a seis nudos, y cuando era adversa, poco más de dos, ya que la vela cuadrada de que estaban dotados no podía navegar de bolina a más de siete cuartas. Los que tenían aparejo de botavara podían alcanzar promedios mayores.

Además de esta clasificación, se detallan a continuación las naves romanas según sus rasgos y usos, que podían ser birremes, trirremes, cuatrirremes, quinqüirremes o liburnias.

### Naves trirremes

La trirreme era una nave de tres órdenes o hileras de remos, aunque el sistema usado para armar los remos en tres o más filas ha sido muy debatido. Basta con dotar a la nave de una manga suficiente y de agrandarla más por medio de las postizas. Éstas eran dos, que dejaban espacio para los remos. La cinta alta se usaba como una tercera postiza.

Tenemos ya los tres puntos de apoyo necesarios para la colocación de las tres filas de remos. Supo-



A. Recuero

niendo además que la cubierta fuera convexa y que los tres asientos de los remeros de cada banco estuvieran situados a un nivel distinto, cada remero podía manejar su remo apoyado en una postiza diferente de la que servía a su vecino. Así, la crujía quedaba tan estrecha que se circulaba con dificultad por ella, y para que los soldados pudieran com-

Foto superior, anclas y ánfora romanas expuestas en el Museo Romano de Ampurias. Debajo, mosaico con motivos náuticos de la casa del Anfiteatro, en Mérida.

batir mejor, se colocaban en unos corredores ubicados sobre los remos.

Los trirremes de combate diferían mucho de los de exploración. En el grupo de las naves largas, cuya eslora medía al menos cinco veces la manga, se armaban de 15 a 20 remos por banda y fila, es decir, que trabajaban de 90 a 120 remos. Las naves mayores no bajarían de 150 remos. De ello se deduce una eslora mínima de 80 pies para las mayores, con una manga de 16 a 18 pies para las primeras y de 20 a 24 para las últimas.

Por lo general, no llevaban más que un palo, situado no en el centro de la nave, sino un poco hacia proa, con una gran vela cuadra. Las grandes trirremes tenían dos palos, uno desplazado hacia proa y otro en el centro, con velas cuadras pero no apaisadas, más altas y estrechas. El aparejo era poco complicado, los palos se abatían casi siempre al entrar en combate y su decorado era rico, variado y a veces espléndido.

## Naves del Mediterráneo

Es difícil identificar con exactitud un barco romano, pues Roma dominó muchos pueblos y todos ellos pusieron naves a su servicio. Los ingenieros navales romanos tomaron de todos ellos distintos elementos para componer sus armadas y perfeccionar sus naves. De modo que sus invictas embarcaciones fueron famosas tanto por su potencia



## El comercio de los *navicularii*

El transporte de bienes era dirigido por los armadores, agrupados en las sociedades *navicularii marini*. En tiempos de la República, estos marineros trabajaban para los *publicani*, pero Augusto abolió estas empresas y designó superintendentes para tratar directamente con los propietarios de las naves, a quienes privilegiaba si sus barcos alcanzaban la capacidad de 10.000 *modii* y llevaban maíz a Roma durante seis años.

En tiempos de Diocleciano, los *navicularii* eran servidores del Estado y transportaban maíz, aceite, madera y lingotes de las provincias, así como el correo imperial, percibiendo por ello un porcentaje extra. Este oficio permitía al armador practicar el comercio privado.

La navegación antigua se realizaba por el sistema del cabotaje, haciendo escala en varios puertos para cargar y descargar durante el mismo viaje.

De la forma de estibar el cargamento dependía la estabilidad del barco. Los espacios de proa y popa, más reducidos, se utilizaban para objetos pequeños, como vajillas, tejidos, terracotas, lucernas o perfumes.



Arriba, mosaico nilótico con motivos náuticos expuesto en el Museo Nacional de Arte Romano de Mérida. Debajo, relieve de una nave trirreme griega del siglo IV a.C. conservado en el Museo de la Acrópolis de Atenas.

como por su buena disposición para toda clase de servicios, en especial para la guerra. Un gran número de barcos, de distintos tipos, lo mismo pueden considerarse romanos que cartagineses o lidios, pues todos estos pueblos usaron naves parecidas. No obstante, los constructores navales romanos se basaron en las experiencias de los griegos y el tipo de gran embarcación con varias filas de remos no sufrió grandes variaciones hasta la aparición de las galeras de la Edad Moderna.

Las batangas y los bancos de remeros puestos sobre los palos transversales se recogieron sobre los costados de la embarcación, y cuando esta invención se aplicó a las embarcaciones mayores aparecieron en la historia los birremes y trirremes.

Es dudoso que los trirremes más antiguos llegasen

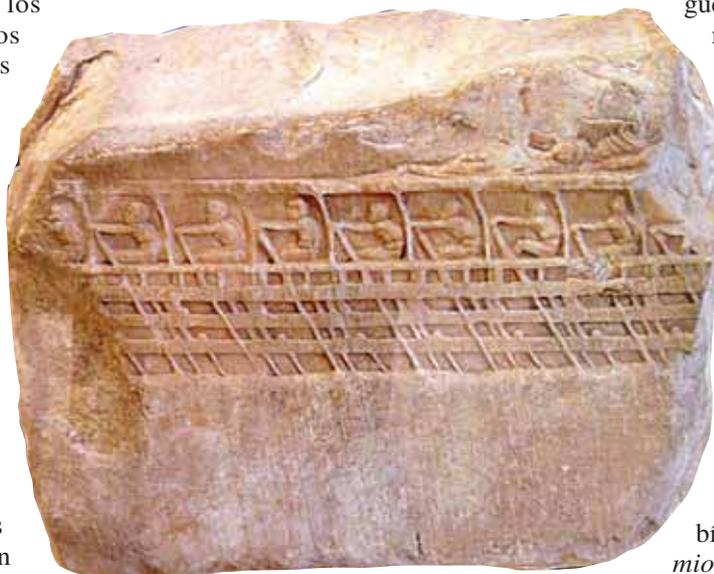
siquiera a los 20 metros de longitud, y no eran más que una gran canoa con tres líneas de bancos salientes hacia los costados. Este saliente (*parodos*), que no es más que la batanga y los bancos recogidos, está representado en numerosas ilustraciones y su tamaño no superaba el metro. El interior no tenía aún la cubierta, inventada siglos más tarde.

Las embarcaciones romanas son un desarrollo de las griegas, sin mayores cambios. Su gran novedad es el mayor número de mástiles, que en la antigüedad es sólo de uno; los romanos los aumentan a dos y a tres. También crece el número de las velas y se complica el cordaje.

### La liburnia

En la armada romana aparece por primera vez la liburnia, un destructor liviano, veloz y maniobrable, ideal para perseguir piratas o para comunicaciones rápidas. De origen dálmata, los romanos lo adoptaron como unidad normal, sobre todo en las flotas provinciales.

En su origen es probable que haya tenido un solo banco, pero los romanos desarrollaron una versión más pesada, impulsada por dos bancos de remeros. Debía tener la misma función que la de las *tremiolías* rodias. Aunque los almirantes roma-





nos podían haber adoptado esta nave, prefirieron la liburnia. Con sus dos bancos era más fácil de manejar que la otra, de tres bancos. Quizás ocurriera lo mismo con los aparejos; el mástil y la vela, por ejemplo, no se interponían en su camino durante el combate y así no molestaban al remero. La liburnia se hizo tan popular en la armada romana que este término llegó a significar nave de guerra en general.

La armada romana no estaba destinada a luchar con flotas enemigas. Una de sus obligaciones era vigilar las rutas comerciales. Durante los 200 años después de Cristo, éstas eran recorridas por la marina mercante más poderosa que el Mediterráneo había visto o iba a ver durante doce siglos.

Por su parte, los buques mercantes siempre llevaban una cantidad de remos de emergencia o para tareas auxiliares. Algunas galeras mercantes eran cargueros diseñados para navegar a la vez a vela y con remos. La mayoría eran pequeños, des-

**Vista de la Torre de Hércules (A Coruña), el más importante faro de origen romano en España y único que se conserva en la actualidad. Debajo, copia del atlas de Ptolomeo, del siglo II, que representa Europa y partes de África y Asia. Biblioteca Universidad Literaria de Valencia. A su derecha, relieve de la construcción de un barco, fechado en el siglo II a.C.**

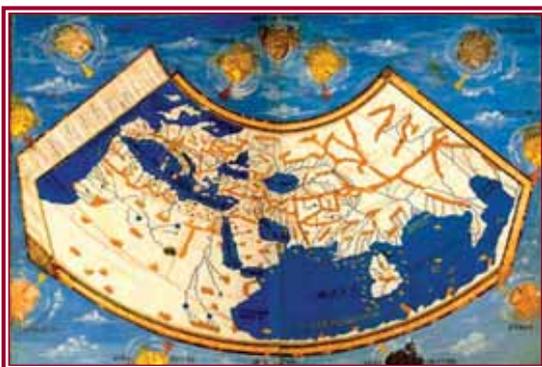
tinados a navegar entre puertos cercanos, pero otros eran de buen tamaño, útiles para viajes más largos. Parte de estos barcos fue destinado al transporte de animales salvajes desde África y Asia, requeridos continuamente en Roma para los juegos de gladiadores. Los barcos, ligeros y veloces, podían ser transferidos, en caso de necesidad, a la armada.

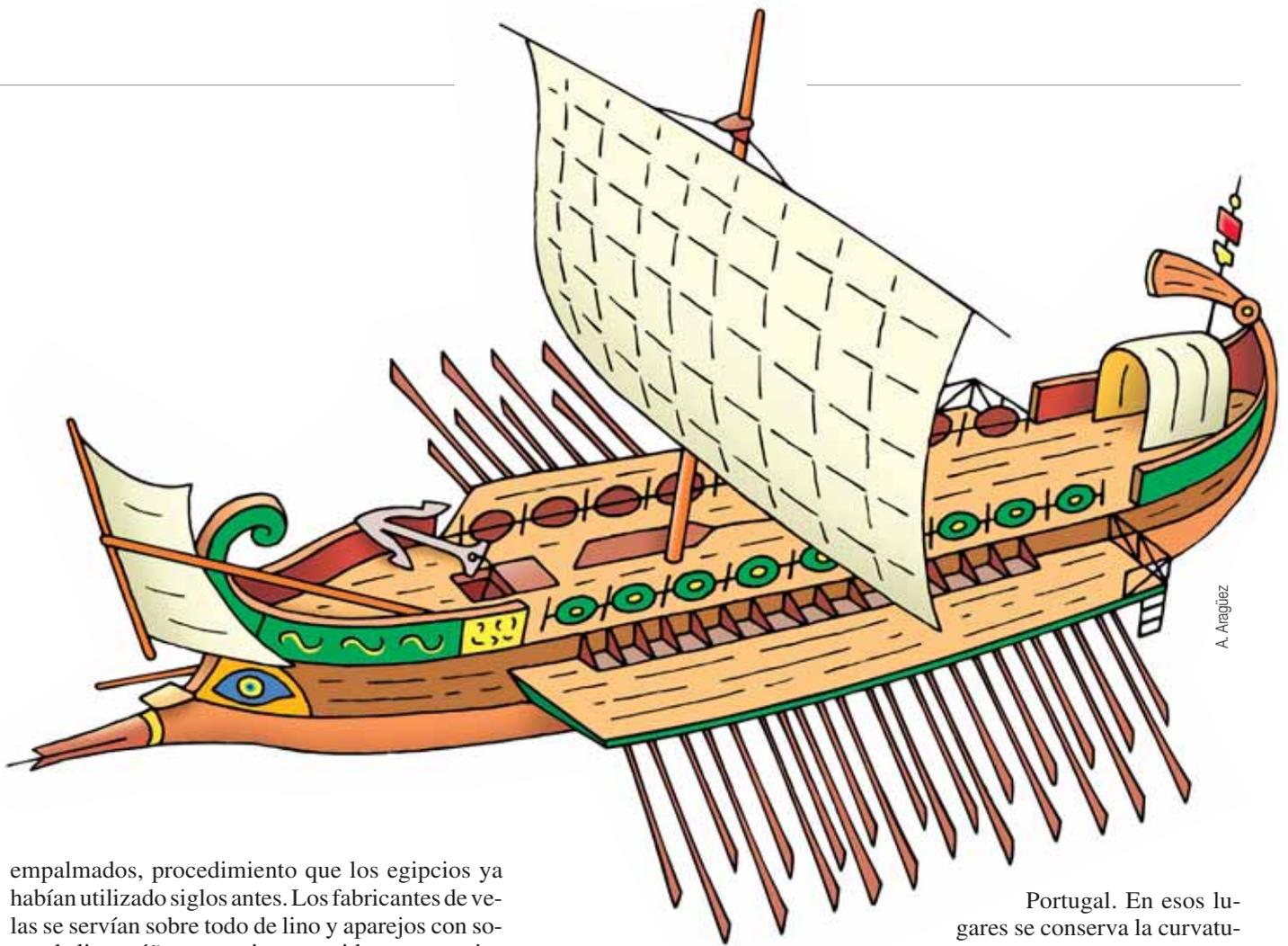
## Construcción de navíos

Los navíos se construían sobre cuadernas y el casco se forraba con planchas de plomo para protegerlo. El tamaño de una nave mercante oscilaba entre 20 ó 25 metros de eslora, con una capacidad de entre 3.000 y 5.000 ánforas. Se gobernaban con dos timones, a babor y estribor de la popa, utilizando una gran vela cuadrada, a la que se añadió una segunda e, incluso, una tercera. Por seguridad, y también para aumentar la capacidad de carga, se construían muy anchos de manga.

Los carpinteros utilizaban pino, abeto o cedro para fabricar la entablatura del casco. Para la quilla preferían el pino, y para la falsa quilla, el roble, más resistente al desgaste y a las roturas que podían producirse al tirar el barco a seco. Para el interior se utilizaba cualquier clase de madera: roble, pino, plátano, fresno, olmo; para los remos, los mástiles y las vergas se preferían el abeto, por su ligereza, y el pino.

Las vergas se elaboraban a veces con dos trozos de madera





A. Aragüez

empalmados, procedimiento que los egipcios ya habían utilizado siglos antes. Los fabricantes de velas se servían sobre todo de lino y aparejos con sogas de lino, cáñamo, papiro retorcido o, en ocasiones, tiras de cuero.

La arena era el tipo más común de lastre, pero podía utilizarse cualquier cosa con el peso adecuado, como rocas o viejos bloques de construcción.

Los calafateadores llenaban las costuras con estopa, luego les introducían pez y al final untaban todo el casco con esta sustancia. A menudo forraban la superficie ubicada bajo la línea de flotación con láminas de plomo y extendían una capa de tela embreada entre ese plomo y la madera.

## Ornamentación

El decorado de las naves romanas era un aspecto muy cuidado. Ambos extremos de la nave lucían delicadas construcciones labradas en madera que luego se pintaban de vivos colores, como el resto del navío.

Sobre la voluta o adorno de popa se aplicaba a menudo un penacho dorado o de colores, fabricado en madera muy angosta, que se podía quitar y poner fácilmente. En realidad, era una insignia, defendida con gran entusiasmo en los combates y que servía de adorno a las naves vencedoras.

Hasta la época contemporánea ha perdurado la costumbre, de origen egipcio y adoptada por muchas naves romanas, de pintar dos ojos en la parte de la proa, sobre todo en Italia, Andalucía y

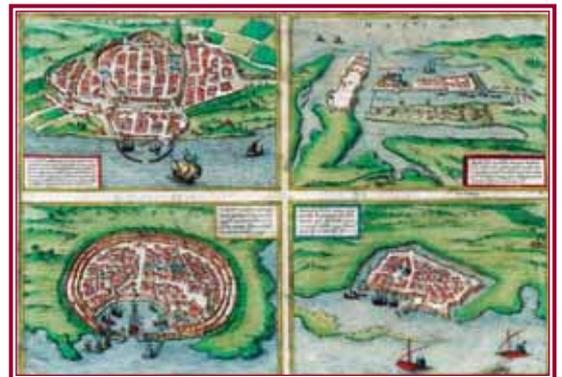


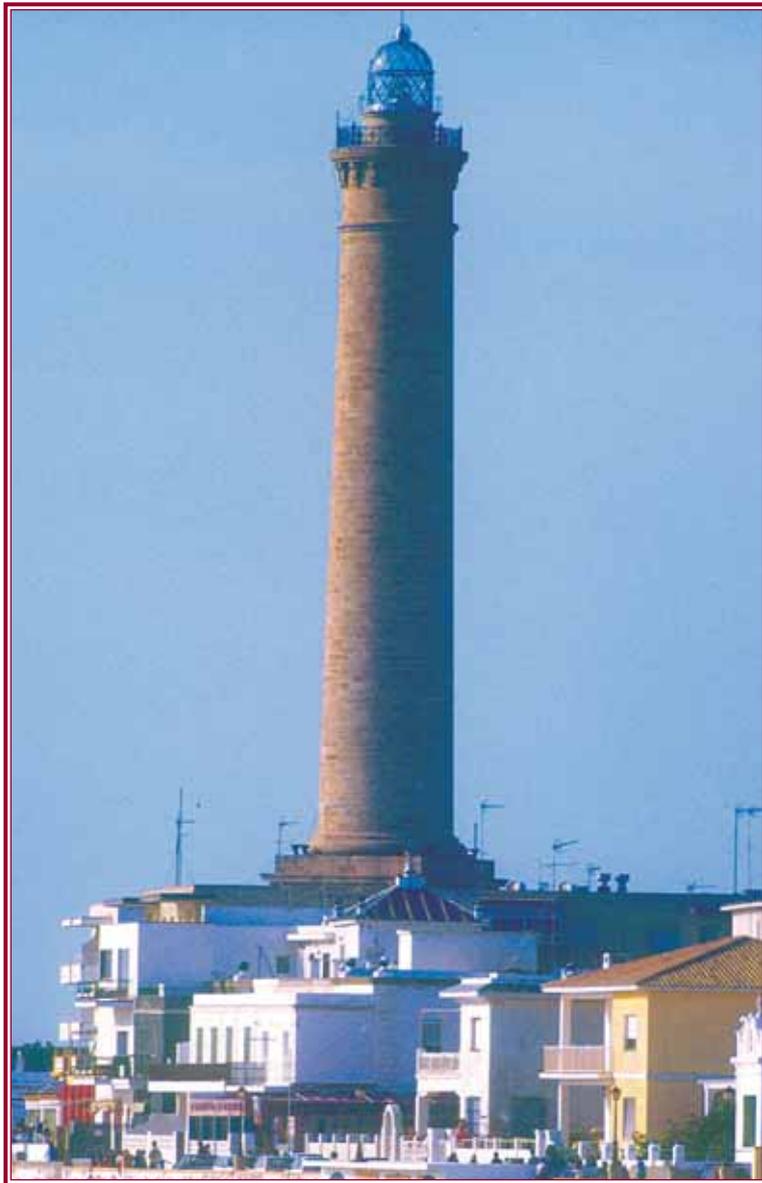
Arriba, ilustración de una nave trirreme de un solo palo. Debajo, esquema de un faro romano similar a como debió ser la Torre de Hércules en su origen y grabados de puertos mediterráneos del *Civitas orbis terrarum*.

Portugal. En esos lugares se conserva la curvatura exagerada de la roda y el hinchamiento de la proa.

La riqueza de la ornamentación de los navíos estuvo condicionada por el fin al que iban destinadas. Así, las naves insignia y los barcos de recreo de los soberanos tuvieron la ornamentación más lujosa.

Había diversos colores: púrpura, azul, blanco, amarillo, verde y un tono parecido al del agua de mar, que usaban los barcos de reconocimiento y las naves piratas como camuflaje. La preferencia mediterránea por las naves pintadas con colores vivos tiene raíces antiguas. Así lo demuestra un mosaico coloreado donde aparece un gran carguero cuyo casco está pintado en franjas rojas y azul oscuro; la galería de popa, las molduras y los remos de timonear, en amarillo, y el ornamento de popa, de color dorado.





Faro de Chipiona (Cádiz), cuyos orígenes se remontan a la dominación romana. Derecha, mosaico con motivos marineros en el pavimento de una casa señorial de Mérida.

La apariencia exterior de estas naves también evolucionó. La primera flota de la República de Roma, en el siglo III a. C., adoptó de las galeras helenas tanto su proa, que terminaba en voluta, como el ariete o espolón de tres puntas, rasgos que perduraron hasta la caída de la República.

En el siglo I d.C. aparece el espolón de una sola punta y se mantiene la voluta de la proa aunque, a partir del siglo II, en algunas galeras esta proa adquiere mayores dimensiones y apenas queda reminiscencia de la voluta.

En cuanto a la popa, se mantiene la tradicional con forma de abanico (*aphlaston*). Una cabina para el comandante, quizá de invención romana, será ahora habitual, con forma de caseta de perro arqueada. Además, muchas galeras retomarán el uso de la vela, tras medio milenio de ausencia.

Las embarcaciones *dromons* tenían, entre otras, la función de erigirse como naves de combate, empleando para ello su ariete en un ataque al enemi-

go. Pero el arma por excelencia fue el fuego. En la parte frontal de la proa, donde estaban los agujeros por los que se levaba el ancla, alojado tras la plataforma delantera, había un sifón con aspecto de cañón que hacía de lanzallamas. Consistía en un largo tubo de madera revestido de bronce, en cuyo extremo interior se unía una bomba de aire. Se vertía un producto inflamable llamado “fuego griego”, se encendía y después se activaba la bomba y se arrojaba una cortina de fuego. Las naves mayores tenían lanzallamas en la parte central, en la proa y en la popa; a veces, incluso los marineros estaban equipados con pequeños modelos manuales.

Otra arma naval fue la catapulta, que lanzaba proyectiles y granadas rellenas de “fuego griego”, que explotaban con el impacto. La plataforma de lucha en cubierta tenía aleros que sobresalían lateralmente y a lo largo de la nave. Los guerreros quedaban suspendidos sobre estas superficies pesadas y, cuando el enemigo se acercaba, saltaban sobre los remeros.

Los combates navales inspiraron una peculiar lucha entre gladiadores y se adoptó una forma de deporte o espectáculo en torno a las *naumachiae* o *naumaquias*, que consistían en un tanque de agua o en un lago excavado en tierra, de 1.800 pies de largo y 1.200 de ancho. En esta área se libraban batallas entre una treintena de naves, acompañados por barcos menores y no menos de 3.000 hombres. Algunas de esas luchas tuvieron lugar en una reserva ubicada donde hoy se erige el Coliseo de Roma.

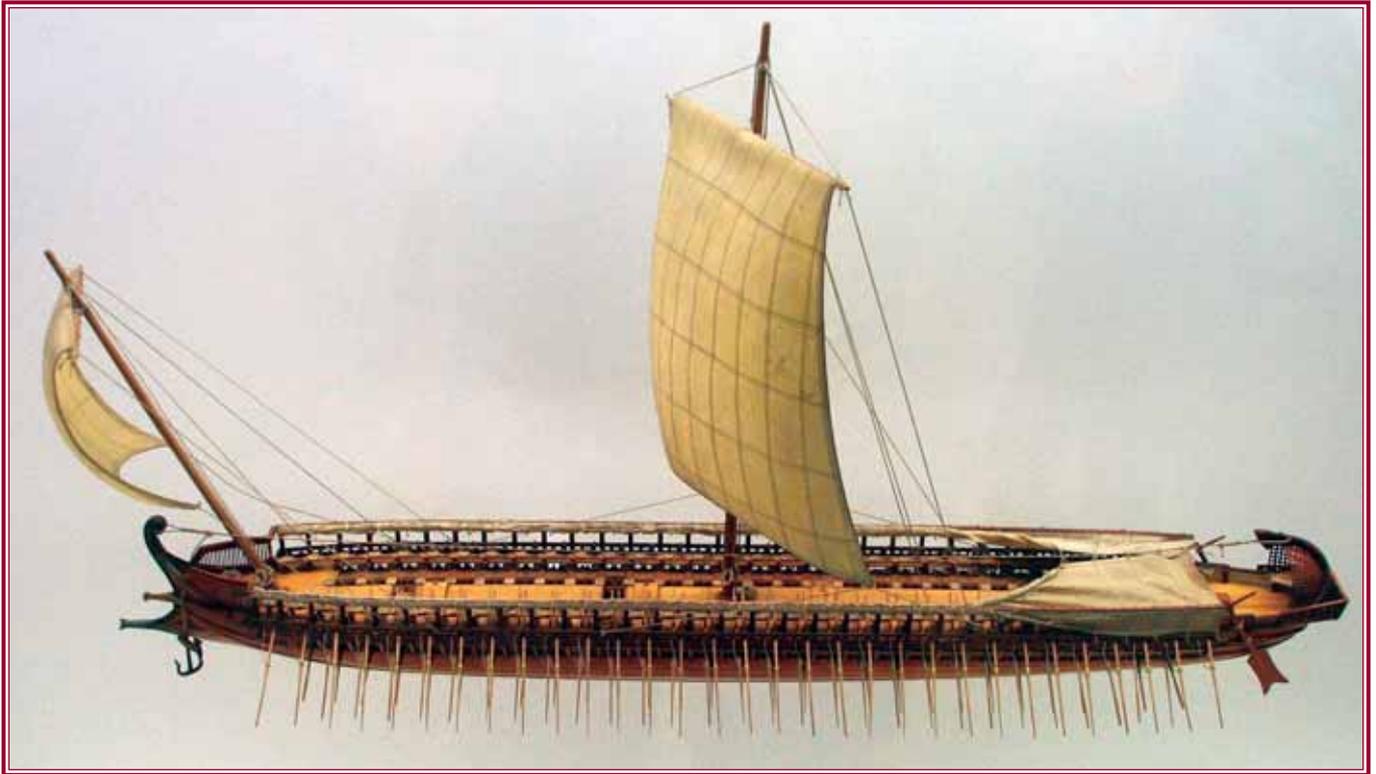
## La tripulación

Las tripulaciones de remeros y marineros se conocían como *socii* navales y eran reclutados entre extranjeros. En las Guerras Púnicas se emplearon esclavos como remeros y, a veces, los barcos eran gobernados por prisioneros y la tripulación se armaba y luchaba como soldados.

El capitán de cada galera era designado *magister navis*, permanecía cerca del gobernador e impartía órdenes a sus marineros, muchos de ellos reclutados del proletariado romano. Pero gran parte de los marineros y oficiales que tripulaban las flotas no eran romanos, sino griegos, fenicios, sirios, egip-



A. Recuerdo



Arriba, maqueta de una nave trirreme griega, de la que derivaron las trirremes romanas que dominaron el Mediterráneo. Deutsches Museum de Munich. Debajo, mosaico con el diseño de un puerto romano.

cios o eslavos que pertenecían a civilizaciones que durante siglos habían navegado los mares o los ríos. Entraban en el servicio entre los 18 y 23 años y firmaban contrato por un periodo de tiempo no menor de 26 años.

Generalmente, los oficiales ascendían de entre las filas: un hombre podía progresar a través de los diversos grados hasta llegar a capitán de un barco de guerra (*trierarchus*) o a comandante de una escuadra (*nauarchus*).



## Los piratas del *mare Nostrum*

Ya vencida Cartago, durante más de dos siglos los piratas sirios, cilicios y cretenses navegaron a sus anchas por el Mediterráneo, de modo que no había puerto, ciudad costera o templo que no fuese atacado. En muchos sitios tenían arsenales, puertos y torres de observación, con escuadras fortificadas y gobernadas por pilotos hábiles y buenos remeros, con barcos ligeros y propios para todas las maniobras. Plutarco narra que sus popas eran doradas y lucían alfombras púrpura y remos plateados. “En todas las costas se oían los sonidos de sus instrumentos; en todas partes, para vergüenza del poderío romano, tenían que rescatarse ciudades cautivas”. Estos piratas fueron vencidos por Pompeyo, que comandó una flota de 500 embarcaciones en el año 70 d.C. Desde entonces las naves romanas no tuvieron más competencia. Además de los navíos de guerra, los buques de negocio y barcos rápidos aseguraban las comunicaciones entre Ostia, puerto de Roma, y los más lejanos puertos del Imperio.

Conocemos a los marineros de la armada romana mejor que a los de épocas anteriores. Por un lado, los arqueólogos han excavado sus cementerios en Miseno y Ravena y leyeron las inscripciones de sus lápidas sepulcrales. De ahí que sepamos su origen, su tiempo de servicio o algo acerca de sus carreras. La otra fuente es la correspondencia personal de los soldados con sus familias, que buena parte ellos tenían en Egipto.

## Instrumentos de navegación

Los romanos utilizaron muchos de los instrumentos que empleamos hoy en la navegación. La parte que más a menudo se recupera del fondo marino es el cepo, construido de plomo o con un núcleo de madera forrado en plomo. Son muy pesados, alcanzando los 300 ó 350 kilos. Frente a las costas de Cartagena se halló uno de dos metros de largo y 700 kilos de peso.

No todas las anclas son iguales. Algunas están encajadas en una caña en forma permanente, pero otras son desmontables. Este tipo cómodo de ancla fue olvidado antes del final del Imperio, y así permaneció hasta que fue redescubierto por los holandeses en el siglo XVIII.

Es sabido que la brújula la trajeron los árabes desde Oriente y que no se conoció en el Mediterráneo hasta el siglo XIII d.C. A pesar de esto, autores como Dick Edgard e Ibarra Grasso apuntan que la rosa de los vientos, con ocho y 16 puntos de orientación, aparece pintada en la proa de los barcos griegos del período geométrico y que, además, la Torre de los Vientos de Atenas ostentaba en sus



Arriba, colorido mosaico hallado en Túnez de una nave trireme romana, con sus dos velas extendidas y sus remos bogando. Debajo, relieve de un barco y sus tripulantes en el puerto de Ostia, el principal del sistema portuario romano.

ocho caras representaciones de los ocho vientos.

Tal y como atestiguan testimonios escritos y distintos objetos hallados junto a pecios hundidos en el *mare Nostrum*, los romanos navegaron con otros instrumentos como el *scaphe* o gnomon, artilugio mejorado en el siglo III a.C. por Aristarco que sirvió básicamente para determinar las latitudes midiendo la altura del Sol. Otro derivado fue el *triquetro*, que fue reemplazado después por el más moderno astrolabio. Era un círculo graduado de metal con dos diámetros perpendiculares fijos y una alidada corrediza, por medio de la cual, vizando un astro, se podía calcular el ángulo hecho con la horizontal y la vertical del punto, es decir, que usaba el mismo principio básico de los instrumentos de navegación modernos.

Otro instrumento de medición náutica es la *coredera*, que calculaba la velocidad de las embar-

caciones y, por tanto, la distancia que era recorrida en cierto tiempo. Consiste en un cordel enrollado en un carretel a bordo del barco, subdividido por nudos en fracciones de 185 metros de largo y provisto en su punta de un triángulo de madera atado de tal modo que en el agua toma una posición vertical y, arrastrado por la embarcación, hace desenrollar el cordel.

Al dejar caer la madera al agua, basta con contar el número de nudos de la cuerda desenrollada en cierto intervalo de tiempo para conocer la velocidad horaria mediante una multiplicación. De aquí la expresión de “nudos” para designar esta velocidad. Al decir, por ejemplo, “corre 6 nudos”, significa que el barco recorre 6 millas por hora, y no nudos por hora.

## Navegación fluvial por el Ebro

Los romanos también practicaron la navegación fluvial. En España lo hicieron en el río Ebro. Plinio cita en sus cartas que este río era navegable hasta Logroño. Pocos documentos atestiguan esto, aunque probablemente sí navegaron sus aguas pequeñas barcas o balsas empleadas por grandes contingentes de tropas que las guerras concentraban en el valle del Ebro.

La navegación fluvial en el norte peninsular plantea algunos interrogantes. Gracias al geógrafo e historiador griego Estrabón nos ha llegado que, en la época romana, el Ebro era navegable desde Zaragoza y Varea. Sin embargo, este río tiene un com-



## Las monedas, una ventana al pasado

Las monedas que han llegado hasta nuestros días reflejan las naves de una sola hilera de remos, así como las de cuatro, cinco y otras mayores.

Las acuñadas en el período helenístico tendían a representar las proas y popas, mientras que las emitidas por los romanos mostraban toda la embarcación. Las más tempranas datan del siglo I a.C., a pesar de que la nave que muestran conmemore acciones de un siglo o dos antes.

Las siguientes monedas corresponden a un grupo que recuerda las luchas navales entre Octavio y Pompeyo Sexto en el periodo 38-36 a.C.

Posteriormente, Marco Antonio acuñó una serie en el 32-31 a.C. para el uso de las fuerzas armadas que había reunido en anticipación a la batalla naval de *Actium*, en la que él y Cleopatra fueron derrotados por la flota de Octavio.

Ninguna de las monedas de estos tres grupos muestra una galera con sus tres filas de remeros. Tan sólo una, fechada entre el 38 y el 36 a.C. representa una nave con dos órdenes de remos. El resto son de una sola fila.

Durante los tres siglos siguientes las monedas, que ya reflejaban unidades de la armada imperial romana, siguen mostrando en su inmensa mayoría una sola fila de remeros. Algunas del período de Adriano tendrán naves de dos y tres órdenes.



Arriba, mosaico nilótico con motivos marineros de una casa noble de Mérida. Izquierda, detalle de transporte de mercancías por un río del mismo mosaico. Museo Nacional de Arte Romano de Mérida.

muy peligrosa la bajada. Las orillas, variables todos los años, hacen prácticamente imposible pensar en la posibilidad de que los romanos pudieran establecer en allí cualquier camino de sirga, es decir, aquel que se sitúa a la orilla de los ríos y canales y que sirve para llevar las embarcaciones tirando de ellas desde tierra.

Así, podemos considerar que el fin de los astilleros o muelles de *Vareia* y *Caesaraugusta* era fabricar balsas de carga para el descenso de aceite, vino y lanas, en primavera, y de cereal y otras cosechas en otoño. Este comercio, aunque reducido a la madera, ha sobrevivido hasta el siglo pasado, cuando los almadieros y navateros de los valles orientales del Pirineo pasaron a ser los últimos navegantes del río Ebro. Sabemos que durante la Edad Media Tortosa tuvo los mejores astilleros del Mediterráneo occidental y que por el Ebro bajaba el sustento de su materia prima. Pero la subida de mercancías hacia Zaragoza siempre fue por tierra, y en época romana las vías que irradiaban desde ella eran garantía de suministro. ■

portamiento hidrodinámico singular y con frecuencia forma nuevos y grandes meandros, a la vez que abandona otros. El transporte de sólidos que arrastran sus aguas transforma la fisonomía de la vega y, en su tramo final, ha sido capaz incluso de vencer al mar, con la formación de un gran delta.

El escaso caudal que lleva el Ebro durante el verano, sus grandes riadas en el invierno y el cierzo impiden la subida de barcos por sus aguas y hacen



El modelo urbanístico romano en Hispania

# RECINTOS PARA LA VIDA PÚBLICA

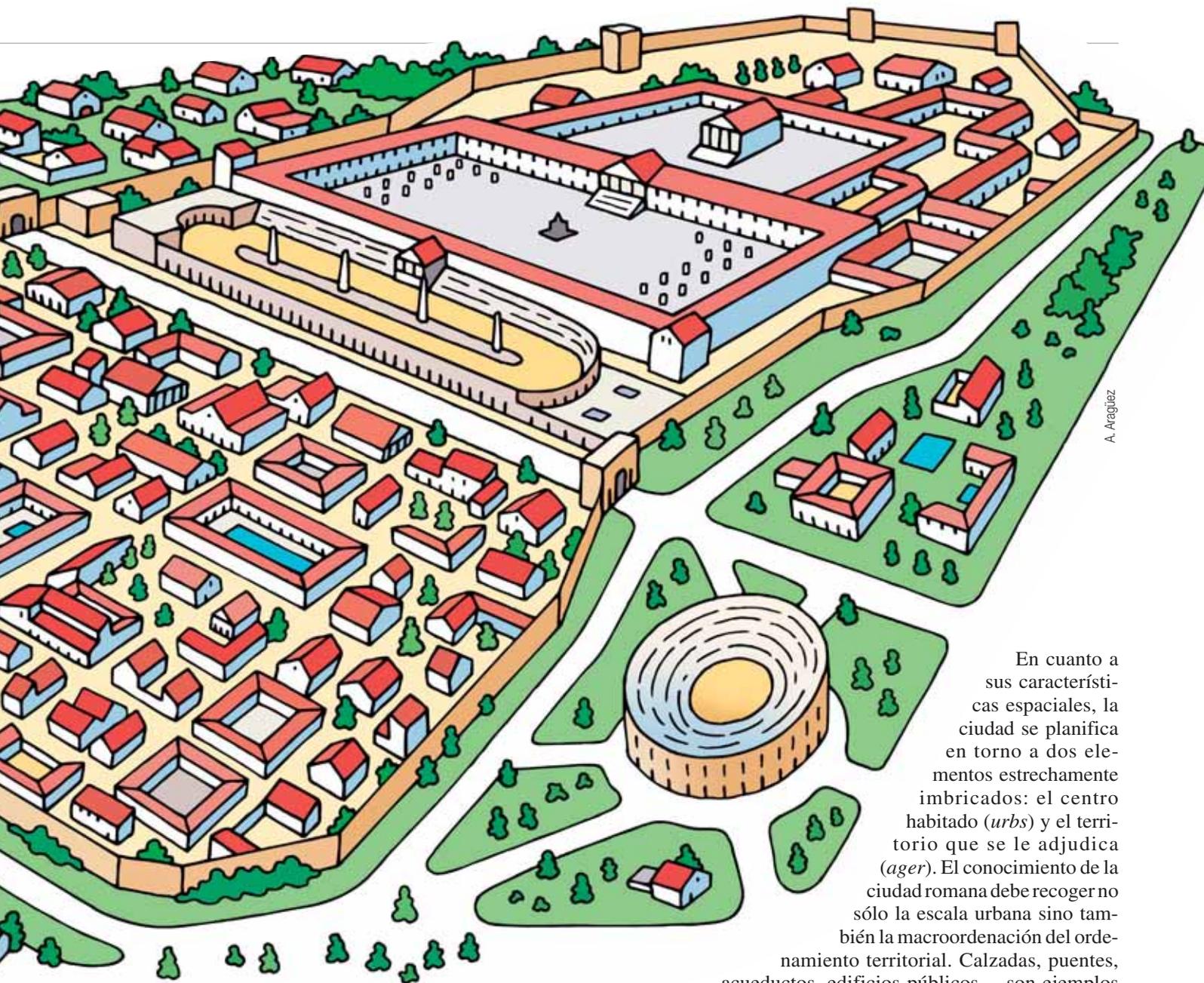
*La civilización romana, eminentemente urbana, ha dejado en España ejemplos magníficos de ciudades que gozaron de protagonismo en el periodo imperial. Urbes emblemáticas cuyos restos podemos hoy contemplar y que siguen siendo objeto de investigación, como Mérida, Tarragona, Lugo, Numancia, Zaragoza, Barcelona, Toledo y tantas otras... Estas ciudades fueron referentes arquitectónicos del vasto imperio, modelos magníficos del urbanismo hispanorromano, que destacó por su monumentalidad, eficacia y sentido práctico.*

M<sup>a</sup> DEL MAR MERINO  
FOTOS: CABALLERO Y M. D. CORDERO  
Y A. RECUERO

**L**a romanización de Hispania, extensa y profunda, trajo consigo la fundación de una importante red de ciudades donde se aplican los conceptos y formas del urbanismo que los romanos difundieron por todo Occidente. La ciudad romana es heredera directa de la griega. Basado en los modelos hipodámicos (plano en cuadrícula), el urbanismo romano se apoya en un trazado ortogonal con dos calles principales que cruzan la ciudad de parte a parte: el *cardo maximus*, con dirección norte-sur,

Derecha, dibujo de la distribución de la ciudad de *Tarraco* en época imperial. Debajo, zona de viviendas de *Clunia* (Coruña del Conde, Burgos) y piso de mosaico de la Casa de Neptuno, una *domus* de *Italica* (Santiponce, Sevilla).





A. Aragüez

En cuanto a sus características espaciales, la ciudad se planifica en torno a dos elementos estrechamente imbricados: el centro habitado (*urbs*) y el territorio que se le adjudica (*ager*). El conocimiento de la ciudad romana debe recoger no sólo la escala urbana sino también la macroordenación del ordenamiento territorial. Calzadas, puentes, acueductos, edificios públicos... son ejemplos del desarrollo urbanístico y arquitectónico que los romanos trasladaron a Hispania, referentes en la transformación del paisaje y territorio al que se enfrentan a su llegada a la Península.

Existían varios tipos de ciudades según su estatus jurídico: colonias, municipios, ciudades aliadas y ciudades sometidas o estipendiarias. Las colonias se fundan desde los primeros tiempos de la conquista y muchas deben su origen a los campamentos militares, como *Italica* o *Carteia*. Colonia especialmente importante fue *Tarraco* (Tarragona), fundada por los Escipiones, importante base militar y capital de la Hispania Citerior, que con Augusto sufrirá profundas transformaciones urbanísticas.

Otras colonias se fundaron con fines comerciales o estratégicos.

y el *decumanus*, con dirección este-oeste. Dentro del plan se encontraban los edificios públicos imprescindibles para la vida ciudadana: el foro –verdadero centro social de la ciudad–, las termas, templos para el culto y construcciones para el ocio, como teatros, anfiteatros y circos.

La clave del funcionamiento imperial romano se fundamenta en el papel que desempeña la ciudad. Incluso Cicerón la define como el eslabón entre la familia y el Estado, donde el Imperio vendría a ser una federación de ciudades-estado autónomas y libres que actúan como canalizador del poder central y del modo de vida romano. La ciudad, pues, fue una parte importante en la articulación de la administración romana, por ejemplo en la recaudación de los impuestos o como centro de reclutamiento de soldados.

**Cabeza de una deidad protectora de Emerita Augusta (Mérida), que fue una de las principales ciudades de Hispania.**





ritorio, que pasa a ser *ager publicus*. Están obligadas a mantener una guarnición romana y sus habitantes a pagar un tributo (*stipendium*) destinado al pago del sueldo a los militares.

Según Plinio, de las 175 ciudades de la provincia Bética, sólo 9 son colonias, frente a 120 estipendiarias. La *Tarraconensis*, la provincia más extensa de Hispania, contaba con 293 *civitates*, de las que 12 eran colonias y 123 ciudades estipendiarias. Finalmente, los datos para la *Lusitania* son parecidos: 37 ciudades estipendiarias y tan sólo cinco colonias.

## Cambios con Augusto

Con la *pax augusta* se producen cambios importantes en la ciudad. A partir de este momento, y especialmente con el *Ius Latii* promulgado por Vespasiano en el año 75, muchas ciudades avanzan en su estatus jurídico al obtener el título de *municipium*, lo que trajo un florecimiento de la vida urbana, una monumentalización importante y un gran perfeccionamiento del urbanismo hispanorromano.

Es el momento en que la mayoría de las ciudades comienzan un proceso de monumentalización y de transformaciones de su estructura física para acometer la creación o reforma de sus espacios públicos, acordes con su nueva situación jurídica. Este proceso, muy significativo en el sur y levante peninsular, no es ajeno a zonas aisladas del interior y norte, pero en estas regiones son menos los núcleos que protagonizan las transformaciones ya que los pueblos del norte fueron menos permeables a la romanización.

Se puede afirmar que casi todos los programas de monumentalización van ligados, de una forma u otra, a los avances en la progresión jurídica de las *civitates* hispanas, y al protagonismo que Roma les cede en la gestión del territorio.

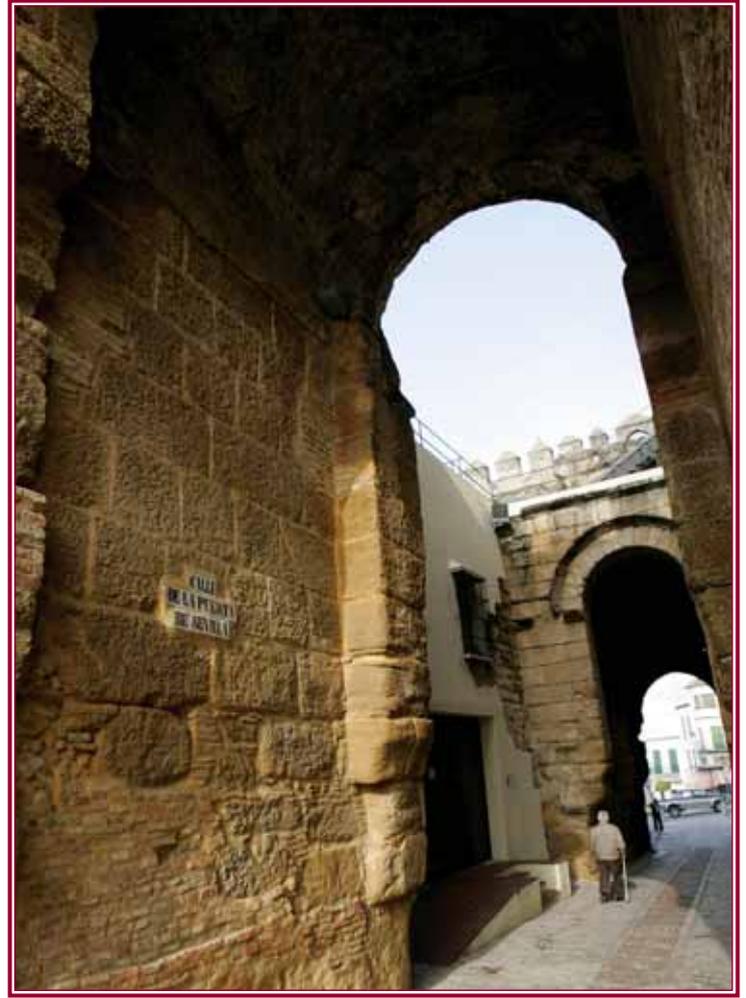
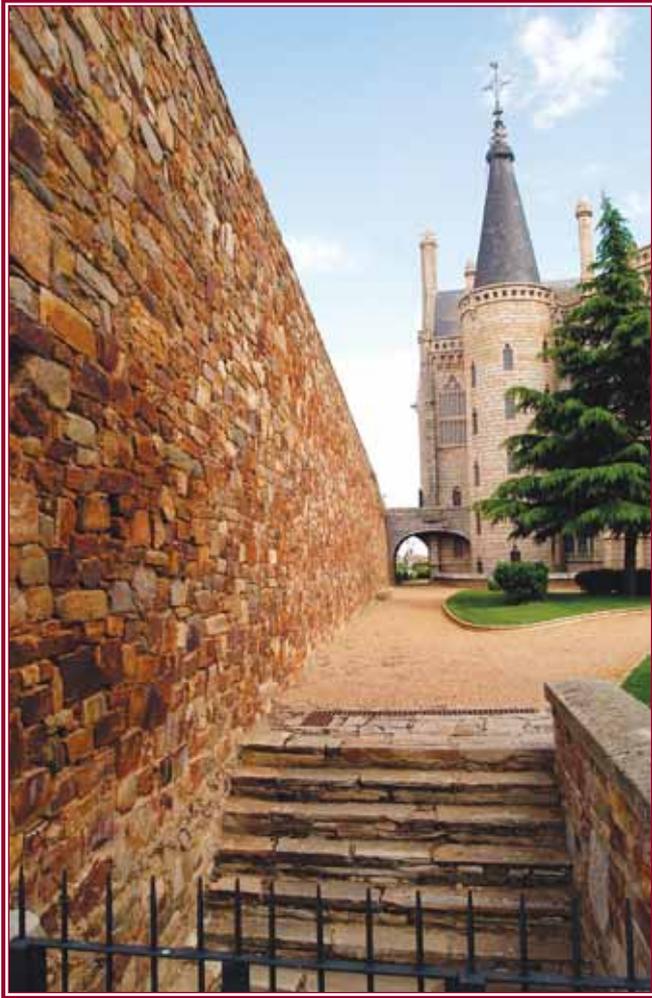
Comienza entonces una carrera contra reloj para la mayoría de las ciudades que se lanzan a embellecer, inaugurar, reformar o ampliar los principales edificios públicos: foros, teatros, termas, anfiteatros... en un afán por ser merecedores de su nuevo estatus. La transformación urbana de estos núcleos se hizo a costa del capital privado de las élites locales. Es lo que se conoce como evergetismo, documentado en varios edificios, como los teatros



gicos, como Palma o *Pollentia* (isla de Mallorca), levantadas en año 123 a. C., con 3.000 colonos para mantener el mar limpio de piratas. *Lucus Augusti* (Lugo) y *Asturica Augusta* (Astorga) fueron importantes colonias augusteas en el norte, fundadas tras las Guerras Cántabras. Y otras se crearon sobre ciudades ya existentes: *Carthago Nova*, *Cor-duba*, *Barcino*, *Tucci*, etc.

Las ciudades sometidas o estipendiarias son las más numerosas en la Hispania romana. Conservaban su organización original, aunque con el tiempo terminaban asimiladas a las ciudades romanas. Son las que, rendidas a la fuerza, estaban sujetas al pago de un tributo. Tras su rendición, pierden su te-

Arriba, restos del foro y columnas del palacio de justicia de *Baelo Claudia* (Bolonia, Cádiz). Debajo, necrópolis de *Carma* (Carmona, Sevilla), con un patio porticado con estanque central y tumba de *Servilia* al fondo, erigida entre los siglos I y II d.C.



de *Baelo Claudia* (Bolonia, Cádiz), *Italica* (Santiponce, Sevilla) o *Emerita Augusta* (Mérida). Este último y el anfiteatro cercano contaron no sólo con esta financiación, sino también con donaciones personales de Augusto y de la familia imperial.

### Arquitectura urbana

Gran constructora de infraestructuras, la civilización romana dedicó esfuerzo considerable a levantar grandes obras civiles como base para el asentamiento de sus poblaciones y potenciación del dominio militar y económico sobre el territorio de su imperio. Dentro del trazado urbanístico ortogonal, el programa monumental mínimo se estructuraba en tres elementos básicos: muralla, foro y edificios para espectáculos.

La muralla delimita el perímetro de la ciudad. Es un elemento clave en toda urbe de nueva planta, pues separa el *ager publicus* y el *territorium* de la ciudad del mundo privado del ciudadano romano. Con la *pax augusta* se redujo la edificación de murallas, reactivándose más ade-

Izquierda, parte interna de la robusta muralla de *Asturica Augusta* (Astorga, León), junto al Palacio Episcopal firmado por Gaudí. Derecha, puerta de Sevilla, de acceso a la ciudad de *Carma*, de origen cartaginés pero reformada por los romanos.

**La ‘pax augusta’ trajo un florecimiento de la vida urbana, con nuevos monumentos y una mejora del urbanismo**

lante, en el siglo III d. C., debido a la presión de los pueblos bárbaros.

Generalmente consistían en dos paramentos paralelos de sillería – en aparejo de *opus quadratum*– de tamaño variable, y entre éstos, un relleno de mortero, piedras e incluso hormigón romano. Los ejemplos que aún quedan en pie en nuestro país, la mayoría de los primeros años de dominación (siglos I y II a. C.), dan una idea de la importancia que este elemento tenía en el mundo romano. Hoy la mayoría de las murallas aparecen restauradas o remodeladas, pues siguieron desempeñando su labor defensiva a lo largo de los siglos.

Ejemplos destacables son la muralla de *Lucus Augusti*, declarada Patrimonio de la Humanidad, o la de *Tarraco*, también excepcional tanto por su construcción –conjunción de formas ibéricas y romanas con aparejos de las dos épocas– como por ser el mejor ejemplo conservado de la época republicana. Ciudades como *Carma* (Carmona), *Barcino* (Barcelona), *Termancia* (Tiermes), Ampurias, *Toletum* (Toledo) o *Gerunda* (Girona) tuvieron poderosas murallas de las que hoy se conservan importantes restos.

La muralla de *Caesaraugusta* (Zaragoza) protegía la ciudad de nueva planta. De perímetro rec-



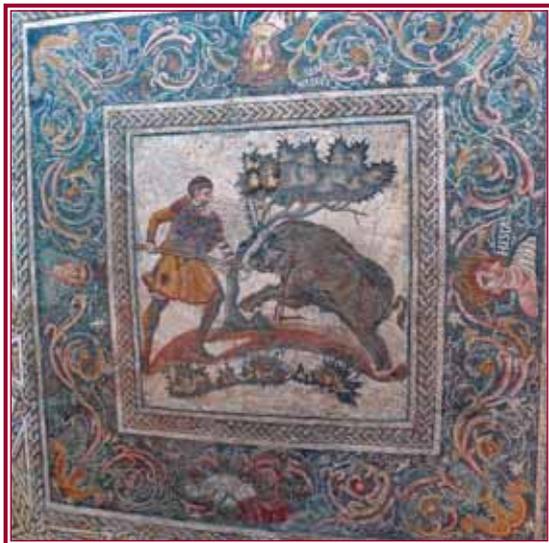
antecedente directo de nuestra plazas mayores, que articula una serie de importantes edificios públicos: la basílica o tribunal de la ciudad, las *tabernae* (tiendas) para el comercio, las escuelas o el templo al culto imperial, que solía situarse en la zona más elevada de este espacio.

Todas las ciudades de Hispania contaban con su foro. Su mayor o menor monumentalidad está en relación con la función y el estatuto jurídico de la ciudad a la que pertenece. Destacan los restos de los foros de *Emerita Augusta*, *Clunia* (Coruña del Conde, Burgos) –de planta rectangular– y *Segobriga*, la que fuera importante ciudad minera y centro cultural y administrativo del centro peninsular. Uno de los mejor conocidos es el de *Baelo Claudia*, cuya promoción a *municipium* trae consigo la construcción de tres templos dedicados a la triada capitolina, y que dominan la totalidad del conjunto urbano. En época flavia el área se completó con la basílica, las *tabernae* y la curia, situada en el extremo occidental de la plaza principal.

Uno de los foros más extensos no sólo de Hispania sino de todo el Imperio fue el foro provincial de *Tarraco*, casi 8 hectáreas dedicadas a un gran centro para la administración social y política. No hay que olvidar que *Tarraco* era la capital de una gran provincia, la *Tarraconensis*, que comprendía más de 300 ciudades. Su construcción se fija hacia el año 70, en época de Vespasiano. Se diseñó adaptándose a la sinuosa topografía de la zona, ocupando dos terrazas. En la superior se alzaba el templo de culto imperial, en el centro de una plaza rodeada por un

Arriba, restos del foro provincial de *Tarraco* (Tarragona), que con casi 8 hectáreas fue uno de los mayores de Hispania. Izda., mosaico con una escena de caza.

Museo Nacional de Arte Romano de Mérida



tangular, se construyó en el siglo I a. C. y fue reforzada en el siglo III ante las invasiones bárbaras. La fábrica original de los muros externos era de sillares colocados a hueso, con núcleo interior de *opus caementicium*.

## El foro, corazón de la urbe

El *forum* (foro) es el corazón de la ciudad romana. Punto de encuentro del espíritu ciudadano, en él se concentran los órganos civiles y religiosos de la colonia. Por lo general se ubicaban en el cruce de las dos grandes calles: *cardo maximus* y *decumanus*. El esquema más frecuente a partir de época augustea se centra en un área cuadrangular, a modo de plaza porticada, en la que muchos ven el

## Las villas romanas

Paralelamente a las ciudades hispanorromanas se desarrolló en el ámbito territorial donde éstas tenían su influencia otro modelo de ocupación del territorio rural: las *villae* (villas), casas de campo destinadas, en principio, a explotar los recursos agrícolas y ganaderos de la zona, aunque en muchas ocasiones se convertían en auténticas mansiones señoriales, palacios campestres donde se aplicaban los lujos y el confort con que se dotaba a las *domus* urbanas.

Las *villae* estaban generalmente dispuestas en dos áreas diferenciadas: la *pars rusticae*, con instalaciones destinadas a la producción –silos, almacenes, talleres...– y que incluía las habitaciones de los trabajadores; y la *pars urbana* o zona residencial, donde vivían los propietarios. Esta área posee generalmente elementos de gran suntuosidad y confort, como pavimentos de mosaico, calefacción, termas, jardines y otras comodidades.

Su distribución arquitectónica es siempre muy similar, ya que están ordenadas en torno a un gran espacio central ajardinado y rodeado de columnas. Este espacio era el auténtico centro de la casa pues proporcionaba luz, aire, agua y sombra a sus habitantes. Su esquema básico sigue las pautas de la *domus* urbana, con un patio porticado central alrededor del cual se distribuyen las diferentes estancias de la casa: el comedor (*triclinum*), la sala de recepciones (*oecus*) y las habitaciones (*cubicula*). Todo ello decorado con elementos de refinamiento y suntuosidad como pavimentos de mosaico, esculturas de mármol, fuentes, columnas con relieves y dibujos...

En nuestro país existen estupendos ejemplos de estas villas residenciales, ubicadas casi siempre cerca de los ríos, que solían contar con espléndidos jardines y vistas.

La villa de El Munts era la gran vivienda señorial de los



Vista aérea del recinto monumental del circo y el *praetorio* de Tarraco, recorrido a lo largo por una galería abovedada. A la derecha se observa parte del graderío escalonado.

**gobernadores de Tarraco.** Situada cerca de esta urbe, posee gran refinamiento, con numerosas habitaciones y dependencias decoradas con mosaicos y mármoles. Tenía un conjunto termal privado que incluía vestuarios y piscinas de agua caliente y fría. Todo ello fabricado en hormigón y solado con mármol. Estuvo ocupada desde el siglo I al siglo V.

Cerca de Tarraco, en Constantí, se encuentra la villa de Centelles, casa de campo romana en la que, en la última etapa de ocupación, ya en época paleocristiana, se levantó el famoso mausoleo, con cuatro nichos semicirculares y cúpula original, caso único en la Península. Conserva en muy buen estado pinturas murales y mosaicos policromos. Los temas decorativos: escenas de caza, de naturaleza (las estaciones del año) y cuatro escenas bíblicas, que constituyen las representaciones cristianas en edificios romanos más antiguas que se conocen. Bajo los

mosaicos se construyó la cripta donde se cree que está enterrado Constantio, hijo de Constantino, muerto en las Galias en el siglo IV.

También hay restos paleocristianos, en concreto una basílica, en la villa Fortunatus (Fraga, Huesca). Ubicada en la ribera del río Cinca, data del siglo II y tenía un gran patio porticado con 22 columnas. Contaba con refinamientos tales como termas, acuarios decorativos y calefacción subterránea.

En tierras palentinas podemos visitar la villa La Olmeda, en Pedrosa de la Vega, donde han aparecido numerosos restos que nos hablan de una vivienda de alto nivel con gran patio porticado, planta cuadrada y cuatro torres, una en cada vértice. Tenía *solarium*, una gran sala de recepción (*oecum*) y termas privadas. Pero lo más destacable son sus espectaculares mosaicos, que cubren casi la totalidad de los suelos de la vivienda.

pórtico de columnas con capiteles compuestos. La terraza inferior albergaba la plaza del foro provincial, que se comunicaba con el templo al norte y con el circo al sur por medio de dos torres que alojaban sendos edificios y que hoy aún se conservan: la antigua audiencia, al oeste, y la situada al este, el *praetorio*, conocido como Torre de Pilatos.

### Edificios para el ocio y la higiene

El programa monumental básico incluye varios edificios relacionados con el ocio y la higiene. Sabemos que la cultura romana rendía culto al cuerpo y, por tanto, a la higiene del mismo. Así pues, las ciudades, e incluso las viviendas de los ciudadanos con más recursos, contaban con otro gran refinamiento técnico: las termas o baños públicos, convertidos en lugares de reunión social y cuyo uso era fomentado por las autoridades, sufragando los gastos para que el acceso a las mismas fuera gratuito para la población. Eran construcciones de notables proporciones que conllevaban grandes inversiones en mantenimiento, sistemas de conducción del agua y mano de obra que mantuviera los complejos siempre a punto.

La estructura básica de la termas incluía un *apodyterium* (vestuario) que también servía de entrada a



las instalaciones. Los baños se distribuían en piscinas calientes (*caldarium*), que eran las más pequeñas. Bajo el suelo de estas salas pasaban una serie de tuberías por donde circulaba el agua caliente. Ésta se calentaba en hornos subterráneos de ladrillos refractarios (*praefurnium*); la pavimentación de las salas se construía en aparejo *opus signinum*, es decir, ladrillo con argamasa, para facilitar la transmisión del calor y convertirlo en suelo radiante.

En la ciudad de *Clunia* se han hallado tres conjuntos termales distintos, todos de gran importancia arqueológica. Siguen un esquema de diseño simétrico, con las salas principales duplicadas y colocadas respecto a un eje longitudinal. Esta duplicidad se debe, probablemente, a que cada una estaba destinada a un sexo: a la derecha los hombres y a la izquierda las mujeres.

Las termas se rodeaban de jardines y edificios accesorios, y las hay que conservan un estado excepcional, estando aún hoy en uso. Tal es el caso de las termas de Alange, a 18 kilómetros de *Emerita Augusta*, a la que acudía la alta sociedad romana. Se trata de un excepcional conjunto termal compues-

Fotos de la izquierda, restos del proscenio y del graderío del teatro de *Acinipo* (Ronda) y sala de termas de *Bilbilis* (cerca de Calatayud, Zaragoza). Derecha, columnas de una *domus* de Mérida.

to por dos cámaras circulares de más de 13 metros de altura, coronadas por una cúpula con *oculus*, apertura superior para ventilación e iluminación. Las piscinas conservan las gradas perimetrales de acceso y asiento.

## **'Panem et circensis'**

Los edificios destinados a espectáculos –teatro, anfiteatro y circo– adquieren gran relevancia en la ciudad, tanto por su grandeza arquitectónica como por su significado ciudadano, pues actúan como lugar de reunión de la comunidad y como vehículo importantísimo de propaganda imperial. Además,

***El uso de las termas públicas, auténticos lugares de reunión social, era fomentado por las autoridades***

los juegos y fiestas públicas estaban muy arraigados en el *modus vivendi* romano y el *panem et circensis* (pan y circo) era algo que no podían descuidar los emperadores si querían gobernar en paz sus vastos territorios.

Estas construcciones eran edificios monumentales preparados técnicamente para albergar a miles de espectadores. Las normas referentes a su diseño arquitectónico, tanto elementos como proporciones, las describió Vitruvio, arquitecto e ingeniero romano de época augustea, en su trascendental obra *De architectura*.

Básicamente son tres –teatro, anfiteatro y circo–, pero sólo las ciudades más importantes, como *Emerita* o *Tarraco*, disponían de los tres. Si bien toda ciudad que se preciara de serlo debía tener al menos un teatro, lugar de ocio y al mismo tiempo de propaganda política. Prueba de ello es la presencia en los escenarios de programas escultóricos que hacen que la población se sienta identificada con el *princeps*. El mayor ejemplo es el de *Emerita Augusta*, cuyo programa iconográfico de la *scenae* representa a Augusto y su familia, e incluso las estatuas de salas posteriores presentaban a Tiberio, mostrando así al pueblo quién sería el sucesor del emperador.

Muchos de estos teatros se levantaron o reformaron a través del evergetismo practicado por la oligarquía local, que pagaba las obras públicas con el fin de conseguir cargos políticos. Existen numerosos ejemplos de construcciones de este tipo. Una de ellas es el teatro de *Italica*, en cuyo proscenio apareció grabada una inscripción con los nombres de los *duoviri* y *pontifex* (alcaldes y pontífices máximos) que sufragaron de su bolsillo las mejoras y ampliación del teatro.

Un ejemplo de que los teatros funcionaban como centros de actividades políticas lo encontramos en *Baelo Claudia*. El teatro de esta ciudad comercial gaditana es una construcción imponente, ubicada dentro del recinto amurallado de la urbe. Teniendo en cuenta que dentro de este recinto apenas se han encontrado casas, ¿cómo es posible que contara con un teatro de tan grandes dimensiones? La hi-



De arriba abajo, proscenio del teatro de Mérida, con columnas de estilo corintio, y restos de una villa romana en Capera (Cáparra, Cáceres). Debajo, reconstrucción del atrium de una casa señorial de Mérida.



Ayuntamiento de Mérida

pótesis del arqueólogo Manuel Bendala es que el edificio se usaba para representaciones políticas en honor del emperador y daba cabida a espectadores que acudían no sólo de la propia ciudad, sino de todo su territorio o *municipium*.

### Construcciones singulares

Los romanos fueron grandes innovadores en arquitectura. El empleo de nuevos materiales como el hormigón y el ladrillo, la aparición del arco y la bóveda o la aplicación de nuevas técnicas constructivas como el *opus caementicium*, permitió construir estos edificios públicos, de grandes dimensiones y cuidado diseño, donde, pese a su monumentalidad, siempre primaba el sentido práctico antes que el estético.

La planta de estos edificios es semicircular y la decoración del conjunto muy lujosa: mármoles, columnas, inscripciones... especialmente en la esce-

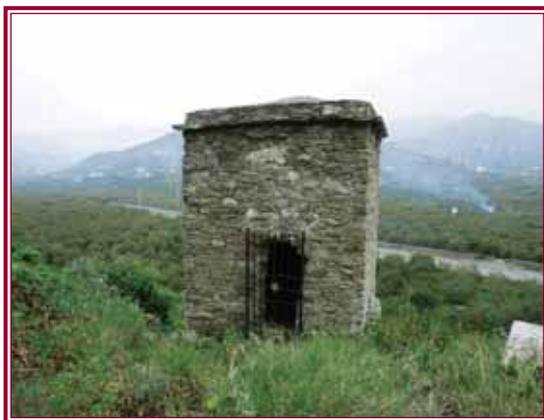


## Rito fundacional

En el mundo romano, la fundación de colonias o nuevas ciudades requería una serie de ritos que hundían sus raíces en la civilización etrusca. Todo comenzaba con la *contemplatio*, elección del lugar para la fundación, siempre en un alto, que era llevada a cabo por un magistrado (*augur*). Los augures dilucidaban allí la idoneidad del lugar observando el vuelo de los pájaros y las entrañas de animales cazados en la zona. Decía Vitruvio: "Si los pulmones e hígado de estos animales están sanos, buenas serán las aguas y los aires del lugar". Después, dibujaban sobre la tierra las dos direcciones principales o ejes de la ciudad. El punto donde se cruzaban pasaba a ser el centro de la ciudad (*templum*). Bajo el mismo se construía una cavidad (*mundus*) para guardar tres cosas: los restos del ave que había traído los buenos augurios, tierra de una ciudad hermana y los restos del héroe fundacional. Sobre el *mundus* se erigía un altar, donde solía encenderse un fuego que pasaba a ser el *focus* de la ciudad.

Los ejes de la ciudad los trazaban los agrimensores, que delineaban el *cardo* y el *decumanus maximus* con el gnomon. El *cardo* seguía una línea norte a sur mientras que el *decumanus* lo hacía en un eje este-oeste. Éstas serían las directrices básicas de las calles principales, aunque siempre podía haber cambios. El perímetro de la ciudad, en forma de cuadrado, se marcaba roturando un surco (*sulcus primigenius*), trazado con un arado de bronce arrastrado por dos reses, sobre el que se construiría la muralla.

Como salidas de la ciudad, el fundador levantaba el arado en las puertas (*de portare*, llevar levantado). El recinto así fijado constituía el *pomerium*. El muro era estrictamente ritual y simbólico. Posteriormente se construían las murallas defensivas.



Arriba, templo de Diana en Mérida, dedicado al culto imperial; fue construido en el siglo I a.C. y restaurado hace algunos años. Izquierda, Torre del Monje, un panteón funerario cerca de Sexi (Almuñécar, Granada). Debajo, fresco con un motivo cinegético de una *domus* de Mérida.

na, donde se aplica todo el diseño de órdenes de los arquitectos romanos.

Solían aprovechar las pendientes del terreno, ubicándose en laderas de montañas o cerros, donde se apoyaba gran parte de la grada. Este graderío semicircular (*cavea*) rodea al espacio central destinado a los coros (*orchestra*) frente al cual se emplaza el escenario, rematado por el *fons scenae*. Tras este escenario se sitúan las áreas destinadas a los actores (*postcaenium*). La entrada y salida de espectadores se realiza a través de un túnel de acceso o vomitorios.

También los teatros eran un reflejo de la proyección social de los ciudadanos. Según documenta Estrabón para el teatro de Gades (Cádiz), la distribución de los asientos del graderío se realiza en función de cri-

terios sociales. Un cierto número de gradas quedaban siempre reservadas para los caballeros y demás élites urbanas.



Museo Nacional de Arte Romano de Mérida

En nuestro país son bastante numerosos los teatros romanos excavados, más de veinte, existiendo trazas de muchos más, desgraciadamente perdidos por la evolución de las ciudades donde se ubican y de los que sólo nos quedan los testimonios epigráficos.

El ejemplo mejor conservado, y el más monumental, es el teatro de *Emerita Augustus*.

ta, aunque son destacables muchos otros: *Tarraco*, *Italica*, *Caesaraugusta*, *Clunia* o *Segobriga*. Algunos de ellos acogen festivales regularmente, por lo que aún siguen cumpliendo con su primitiva función, veinte siglos después de su construcción.

También han existido restauraciones polémicas como la del teatro de Sagunto, realizada entre 1983 y 1993. Se arregló la *cavea* y se edificó de nuevo la *scenae*, e incluso una sentencia judicial obligaba a la demolición del trabajo de reconstrucción y a devolver al teatro las condiciones en las que se encontraba antes de la intervención. No es probable que esta sentencia se lleve a término, pero servirá de ejemplo de cómo no debe realizarse un trabajo de reconstrucción.

## Anfiteatros y circos

Lo que hoy nos parece despiadado y brutal, en el mundo romano era uno de los espectáculos más atractivos de la vida urbana: la lucha de gladiadores. La mayoría de estos hombres eran esclavos que no tenían nada que perder en la despiadada lucha contra animales o cuerpo a cuerpo. Bajaban a la arena por dinero, favores o gloria.

Este espectáculo sangriento tenía lugar en los anfiteatros, construcciones elípticas dedicadas exclusivamente a la lucha. El primer anfiteatro conocido se levantó en Roma, exportándose este modelo a los dominios imperiales. Las estructuras de sustentación se resuelven igual que las de los teatros. En muchas ocasiones parte de la grada se apoya en una ladera y el resto se sustenta sobre una estructura de muros radiales y circulares abovedados. El exterior se compone generalmente de órdenes de pilares o columnas con arcos, en ocasiones ciegos.

En nuestro país se conservan numerosos restos de estos recintos, como los de *Tarraco*, *Emporion* (Ampurias), *Segobriga*, *Italica*, *Carmo* (Carmona)



Ayuntamiento de Mérida

Foto superior, teatro de *Italica* (Santiponce, Sevilla), erigido en tiempos de Augusto y transformado en la época de Tiberio. Podía acoger 3.000 espectadores. Debajo, reproducción de una puerta y el *cardo maximus* de Mérida.

o *Emerita Augusta*, que aparece contiguo al edificio del también monumental teatro.

## Arcos triunfales

En muchas ciudades hispanorromanas o en sus alrededores se levantaron construcciones conmemorativas – especialmente arcos de triunfo y columnas– que recordaban a los habitantes del mundo romanizado que pertenecían a un grandioso imperio. Básicamente evocaban victorias bélicas, hazañas

de césares o emperadores o algún otro evento de importancia. Al tener un marcado significado político y militar, muchas de ellas fueron desmontadas o destruidas una vez que los romanos fueron perdiendo su primacía.

En nuestro país se conservan interesantes ejemplos de arcos de triunfo. Habitualmente se colocaban en el acceso principal de las ciudades, y en ocasiones también servían como delimitación de fronteras provinciales. Los más sencillos en alzado constaban de un vano, un simple arco coronado con entablamento con inscripción y sustentado por columnas. De este tipo es el arco de Cabanas (Castellón), situado en la Vía Augusta, del que sólo nos



quedan las dovelas que sostenían el arquitepe. Más conocido es el de Bará (Tarragona), tal vez el arco de triunfo más famoso de la Península y uno de los más monumentales junto con el de Medinaceli (Soria). Situado a 20 kilómetros de *Tarraco* y al borde la Vía Augusta, se levantó a principios del siglo I para servir de frontera entre los pueblos íberos de la zona. Está construido en aparejo de *opus quadratum* con sillares rectangulares de piedra caliza.

Sobre los dos *podium* se levantan dos grandes pilares con cuatro pilastras adosadas a cada uno. El

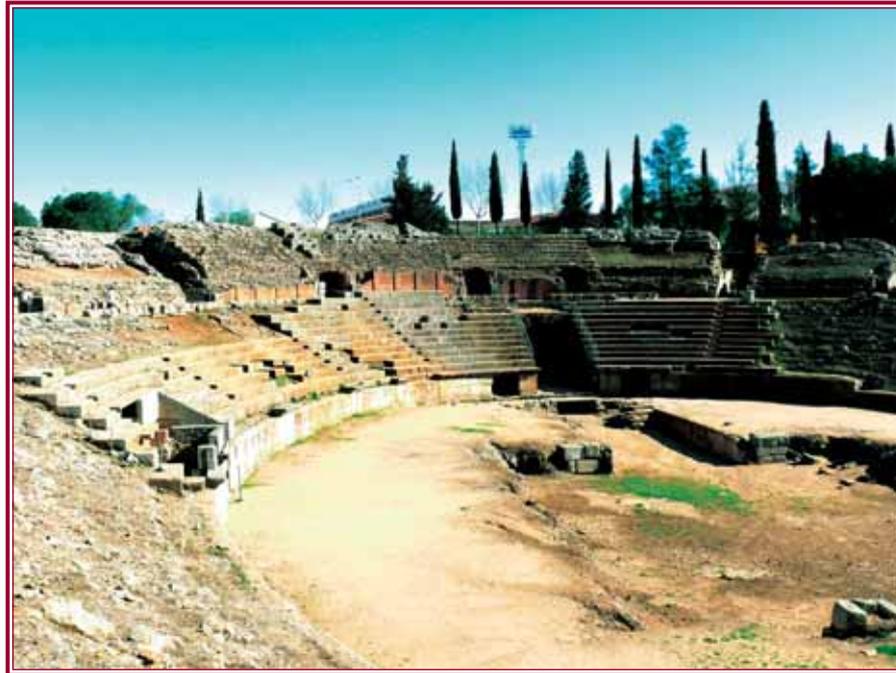
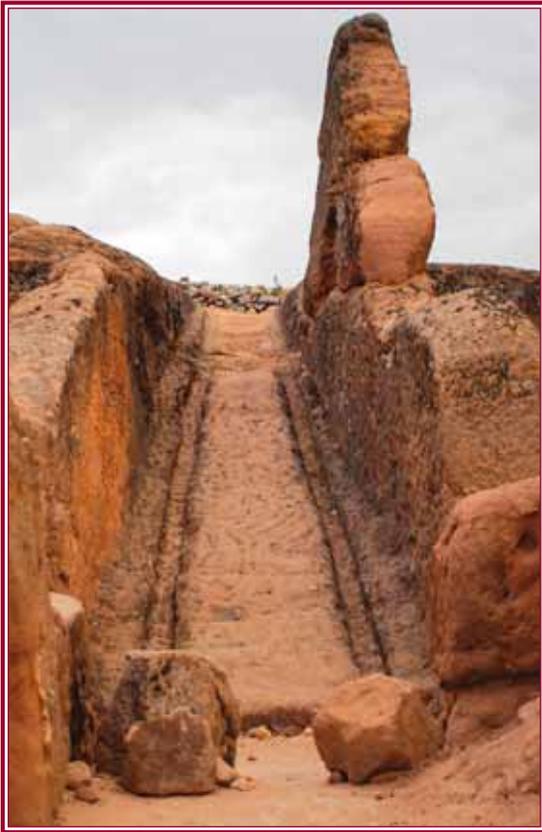
**El impresionante arco de Medinaceli (Soria), con sus característicos tres vanos, fue construido a finales del siglo I de nuestra era. Debajo, arquillos de las termas públicas de Mérida, construidas hacia el siglo II y ubicadas en el foro de la ciudad.**

arco de medio punto se comporta como bóveda al continuar todo el ancho de la construcción. En la parte superior, un entablamento y un friso con una inscripción, que hace referencia a una restauración llevada a cabo en el siglo II. De notables dimensiones – alcanza una altura aproximada de 12 metros – destaca por su sencillez y extrema sobriedad.

De tres vanos es el arco de Medinaceli (Soria), único de este tipo que se conserva en España. Es un hecho curioso si se considera que este tipo de arco era el más repetido en del mundo romano. Situado en lo alto de una colina, a 1.200 metros de altura, y dominando el valle del Jalón, está estratégicamente colocado para impresionar a sus habitantes y testimoniar la grandeza y poder imperial. Formaba parte de la muralla que protegía a la ciudad en lo alto de la montaña. Su estado de conservación es deficiente debido a las condiciones climáticas que soporta: vientos, frío, nieve... Este hecho, y la casi desaparición de las inscripciones, ha dificultado su datación, aunque se cree que fue construido en tiempos de Domiciano, a fines del siglo I.

Está construido en *opus quadratum* de tamaño variable, y a soga y tizón. El conjunto mide 13,20 metros de largo, 2,10 de ancho y 9 de altura. Posee





A la izquierda, restos urbanos en *Termancia* (Tiermes, Soria) y ánforas halladas en Mérida. En la foto superior, anfiteatro de Mérida, uno de los mejor conservados de España. Construido en el año 8 a.C, podía albergar hasta 15.000 espectadores.



tres arcos, el central de mayores dimensiones. En su construcción se utilizó la característica arenisca de color amarillento-rojizo de origen local, que abunda en las edificaciones de la comarca. Es, definitivamente, un arco atípico, de evolución a los de un vano. Además de su función conmemorativa, servía como puerta de acceso a la ciudad.

En Cáparra (Oliva de Plasencia, Cáceres) se levanta el arco de *Capera*, único ejemplo ibérico de arco cuadrifonte, de cuatro frentes, el menos común de los arcos romanos. Situado en la Vía de la Plata, estaba ubicado en el cruce del *cardo maximus* y el *decumanus* de *Capera*. La técnica constructiva, con los cuatro arcos de medio punto y las dos bóvedas de cañón perpendiculares, denotan la maestría de los arquitectos y canteros romanos. Su fábrica es de sillares bien rematados y tallados, con núcleo interior de hormigón. Por la inscripción de

## Organización administrativa de la urbe

Para Roma, la ciudad fue el instrumento para organizar los territorios conquistados y el medio de control e integración de los pueblos sometidos. Tenía amplia autonomía y poder de decisiones llevadas a cabo por las élites locales, elegidas por Roma.

Una ciudad del siglo II en Hispania contaba con los siguientes cargos municipales: dos *diunviros* o alcaldes, responsables de la gestión de la vida urbana, y encargados, entre otros asuntos, de convocar y presidir el Senado, dirigir la defensa, evaluar las contrataciones de obras, conceder títulos, etc. Dos ediles, encargados del cuidado y vigilancia de la ciudad, del orden público, del control de pesas y

medidas, etc., y dos cuestores para administrar las finanzas públicas.

Este cuerpo de magistrados municipales, pertenecientes a las oligarquías locales, se responsabilizaba de elaborar los censos y de recaudar los impuestos. También recaudaban los beneficios que generaba el uso de infraestructuras públicas como las vías, puentes, canalizaciones de agua... Antes de ocupar sus cargos, los magistrados municipales debían declarar todos los bienes que poseían. Al final de su mandato, daban cuentas al senado municipal y entregaban una nueva declaración de su fortuna. Podían ser investigados durante los cinco años siguientes al ejercicio de su cargo.

Los gastos de la ciudad eran elevados, y los impuestos recaudados no alcanzaban a sufragarlos. Por ello, las leyes municipales exigían la *operae*, es decir, horas de trabajo que cada ciudadano debía aportar para reparar calles, caminos o vías o para construir alguna obra pública.

En las labores de mantenimiento de la ciudad participan una serie de subalternos, pagados por el municipio: carteros, escribientes, pregoneros... Para la limpieza de calles, atención de las termas y mantenimiento de edificios públicos había una cuadrilla de esclavos. Si éstos eran insuficientes se obligaba a algunas asociaciones privadas a aportar personal propio.



uno de sus pilares sabemos que el cliente que encargó esta obra fue Marcus Fidius Macer, magistrado y *diunviro* de la ciudad. Este arco es el resto más importante de *Capera*, donde las excavaciones sacan a la luz templos, *domus*, foro, anfiteatro... restos que reflejan la importancia de esta ciudad.

## La vivienda urbana

La sociedad romana es básicamente urbana y la ciudad será el mejor reflejo de las personas que habitan en ella. Así, la urbe y los diferentes tipos de viviendas que en ella se integran serán también reflejo de la evolución de la historia de Roma en Hispania desde los primeros tiempos de la conquista hasta los últimos días del Imperio.

La vivienda básica en el mundo romano, la más sencilla y pobre de las utilizadas para vivir, era en sus comienzos de planta circular con cubierta vegetal. Más tarde se mejoró este esquema, pasando a ser de piedra, estructura de madera y planta rectangular, aunque la cubierta aún fuera vegetal.

En el yacimiento arqueológico de Numancia (Garray, Soria) podemos contemplar la reconstrucción de una casa romana básica, levantada sobre una antigua edificación arévaca. Muros de piedra, estructura de madera y cubierta de paja de centeno. Se accede por un patio que dispone de horno y pozo, comunicado con una sala de trabajo (molino) y la cocina al fondo. Desde ésta se llega a las habitaciones. Es curioso observar las calles de esta



De arriba abajo, restos de la parte central del anfiteatro de Tarragona y ruinas consolidadas de viviendas en Ampurias (Girona).

## Ciudades Patrimonio de la Humanidad

En noviembre de 2000, *Tarraco* fue declarada ciudad Patrimonio de la Humanidad por la Unesco. Junto con *Corduba* y *Emerita Augusta*, forma el trío de capitales provinciales hispanas de época romana que hoy ostentan este título, en reconocimiento de su pasado.

De *Tarraco*, primera fundación romana en ultramar, partió la romanización de Hispania, convirtiéndose en la capital de la provincia Citerior. Ciudad administrativa y comercial, fue el centro del culto imperial para las provincias ibéricas. Hoy es una de las ciudades romanas mejor conocidas

tanto en su configuración urbana como en sus monumentos públicos. Conserva hasta 14 monumentos protegidos repartidos por la antigua trama urbana y que responden a fortificaciones, infraestructuras, equipamientos administrativos y edificios monumentales para espectáculos. Destacan, por ejemplo, el foro provincial, el foro de la colonia, las murallas, el circo, el teatro, el anfiteatro, el arco de Bará, las villas de Els Munts (Altafulla) y Centcelles (Constantí), etc.

Dentro de las actuaciones de recuperación de ese patrimonio sobresale la intervención prevista para

el acueducto de Les Ferreres, proyecto cofinanciado por el Ayuntamiento de Tarragona y el Ministerio de Fomento, con una inversión de 6 millones de euros. La intervención afecta al acueducto y a la finca donde se ubica. Gracias a ello se han recuperado 15 canteras romanas y un horno de cal.

Por su parte, *Emerita Augusta* fue la ciudad más suntuosa de la Península y el mejor ejemplo de colonia romana *ex novo*. Fundada en el 25 a. C. por Augusto como retiro para los legionarios, se concibió con planta cuadrada y después de sucesivas ampliaciones ocupó un rectángulo de



Museo Nacional de Arte Romano de Mérida

Arriba, restos consolidados del templo de Augusto en Emporion (Ampurias). A la izquierda, vista de los restos de la puerta romana del Puente, en Mérida.

mítica ciudad. No se instalaron nunca cloacas, con lo que todos los desagües iban a parar directamente a las calles. Éstas se construían ligeramente inclinadas para evacuar las aguas sucias. Por ello, se instalaron las curiosas “pasaderas”, piedras grandes que servían para cruzar las calles sin mojarse.

Otra edificación popular de la que quedan restos es la *insula*, precursora de nuestra tradicional “casa de vecinos”. Esta tipología era más frecuente en las grandes ciudades, donde el espacio era más escaso. Se proyectaron construcciones de hasta cuatro pisos. Los edificios contaban con un patio central comunitario, con fuentes y jardines. La planta

9.400 por 350 metros. Las razones de su fundación fueron varias. La principal era que la colonia debía servir como un enclave estratégico en tierras hostiles de túrdulos, vettones y lusitanos, poco proclives a la romanización. *Emerita Augusta* serviría como modelo para atraer a estos pueblos a la vida ciudadana, ordenada y pacífica. La futura capital de la provincia *Lusitania* fue apoyada desde el principio por la administración romana, que aportó el capital necesario para su construcción. Puentes, presas, acueductos, alcantarillado... infraestructuras que daban servicio a una población

superior a los 50.000 habitantes y que conforman un catálogo de arquitectura pública donde se conjuga el afán de perdurabilidad con el sentido práctico y monumental de la cultura romana. Murallas, foros, teatro, anfiteatro, circo, *domus*, conjuntos termales... *Emerita Augusta* contó con todos los lujos y refinamientos técnicos, a imagen y semejanza de Roma. Todo un despliegue constructivo que contemplamos hoy en un estupendo estado de conservación, formando parte de una ciudad moderna.

La época de los flavios abre un periodo de esplendor para la ciudad extremeña. Es la hora de Hispania, y

*Emerita Augusta*, como otras ciudades de la Península, se beneficia de un ambicioso plan de mejora y rehabilitación urbana. Es en esta época cuando se acometen importantes proyectos de reforma de sus monumentos, especialmente el teatro y el foro municipal. Esta reactivación, sufragada con fondos públicos, tuvo su contrapartida en la iniciativa privada que, al amparo de la boyante situación económica, construyó *domus* para la clase social más pudiente, con gran un lujo y magnificencia, como atestiguan las *domus* de Torre del Agua o la del Mitreo.



## Ciudades del norte

La romanización en el norte de la Península fue lenta y complicada. Los pueblos celtíberos tenían una cultura bien asentada y rechazaron las formas culturales romanas, rechazo que perduraría hasta el siglo 19 a.C. El programa urbanizador de Augusto se basó en utilizar como centros de población la infraestructura de los campamentos militares. Esto se constata al menos en tres *castra* creados por Augusto: *Iuliobriga* (cerca de Reinosa), *Asturica Augusta* (Astorga) y *Lucus Augusti* (Lugo).

*Lucus Augusti* fue elegida por Augusto por su estratégica situación, en el cruce de un tupido sistema de calzadas por las que se accedía con facilidad tanto a la zona costera como a las áreas del interior. También se añadía la existencia de surgencias termales en los alrededores, la abundancia de manantiales y de canteras de piedra para la construcción. Su origen militar se rastrea en la trama urbana regular y en las alineaciones de las calles del actual barrio antiguo. Su paso a núcleo urbano fue fruto de un proyecto de urbanización que implicaba el conocimiento del territorio circundante y que hizo de esta ciudad el epicentro político, económico y administrativo del noroeste. Numerosos restos de edificios (termas y viviendas), conducciones de agua, epígrafes, monedas, esculturas... confirman la vitalidad de este enclave en tiempos altoimperiales.

Las excavaciones han descubierto el lugar donde se levantó el foro y una amplia red de cloacas y termas, así como vestigios de un acueducto. Pero el elemento más singular es la muralla, levantada a fines del siglo III para defender a la ciudad de los pueblos bárbaros. Es el recinto amurallado mejor conservado de la Península, por lo que ha sido incluido por la Unesco en la lista de monumentos que son Patrimonio de la Humanidad.

Puerta de entrada y cubo defensivo de la muralla de *Lucus Augusti* (Lugo), erigida a finales del siglo III de nuestra era a base de bloques de granito y finas lajas de pizarra y equisto.

baja solía tener una zona dedicada a tiendas (*tabernae*) y en las superiores se distribuían las viviendas, de diferentes tamaños. En *Termancia* (Tiermes, Soria) existió una de estas “casas de vecinos” de la que se conserva una pared cortada en la roca, de 25 metros de altura, donde aún pueden verse las marcas de los forjados de los pisos.

### **Domus: la vivienda señorial**

El mundo privado de la ciudadanía romana tiene su mejor exponente en la *domus*, vivienda señorial, ámbito privado de las clases más acomodadas de la ciudadanía y también pieza clave en el planeamiento urbanístico de la ciudad.

En la concepción vitruviana, la *domus* constituye un espejo que delata al propietario; la casa se convierte en la fachada del estatus social de su dueño y así es entendida dentro del plano organizativo de la ciudad.

Los dueños y habitantes de las *domus* suelen pertenecer a la aristocracia local y a esa pequeña burguesía de la más variada

procedencia que puebla las ciudades provinciales: curiales, cargos edilicios, senadores, abogados, grandes comerciantes... pertenecientes a una clase social elevada, que puede hacer fren-

*La vivienda romana solía ser de planta rectangular, con estructura de madera y construida en piedra*

te a los gastos de adquisición del terreno, materiales, construcción, decoración etc..

La *domus* romana tiene una estructura muy definida, basada en la distribución mediante patios porticados. La entrada o fauces da acceso al *vestibulum*, lugar por donde se accede a la vivienda y frontera del ámbito privado con el espacio público. Tiene una función de espera: los visitantes están obligados a aguardar aquí al propietario, que cuidará mucho estéticamente esta área, ya que refleja el prestigio de su dueño.

Tras el *vestibulum* se encuentra el *atrium*, patio parcialmente cubierto donde se instalaba un aljibe para recoger el agua de lluvia (*impluvium*). El *atrium* es el verdadero corazón de la vivienda romana y la parte sobre la que se articula arquitectónicamente la *domus*. Se decora profusamente con columnas, fuentes, estanques, estatuas, etc. que nos hablan del poder económico del propietario. Los suelos estaban ricamente pavimentados con mosaicos y no faltaban las paredes decoradas con pinturas murales de

temas mitológicos, de naturaleza o con complicados motivos geométricos. En las *domus* más señoriales se colocaba también una pequeña capilla para honrar a los lares, los dioses protectores de la familia.

En los laterales de la vivienda era frecuente que aparecieran espacios destinados a tiendas (*tabernae*), que el dueño de la

casa solía alquilar a comerciantes, en una manera de rentabilizar el espacio y sufragar los altos gastos de construcción y mantenimiento que conllevaba una *domus*.

Muy cercano al *atrium* estaba el *tablinum* (salón), y a su lado, el *triclinium* (comedor principal), donde se llevaban a cabo las grandes cenas y celebraciones de la familia.

La parte más noble de la casa se organiza en torno al *peristylum*, gran patio porticado con un jardín central. A su alrededor, los *cubicula* (dormitorios). El *peristylum* es el área más cuidada de la vivienda, donde se refleja el estatus social del propietario. La decoración está muy cuidada, abundan el lujo y los elementos decorativos, siendo la zona reservada al ocio y disfrute de la familia.

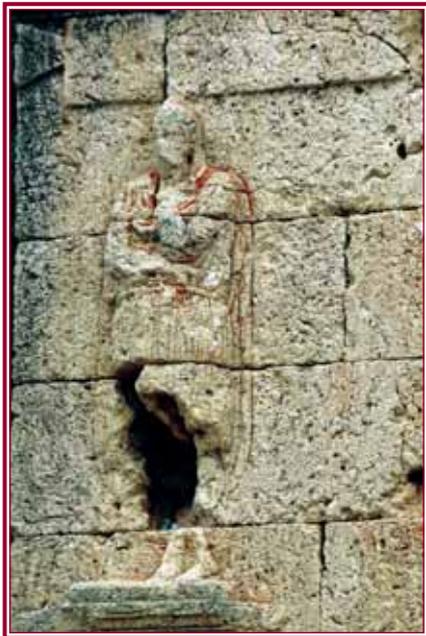


Museo Nacional de Arte Romano de Mérida

Los mosaicos se emplearon habitualmente para decorar las *domus*, pero también aparecen en otros edificios. En estas fotos, mosaico con busto de la galería del anfiteatro de Itálica y detalle de la orla de una cripta en Mérida. A la izquierda, detalle de un relieve de la Torre de los Escipiones, en Tarragona.

Las cocinas y habitaciones de servicio ocupaban siempre zonas marginales de la casa, comunicadas con la calle por postigos para mantener alejados los espacios nobles de sector servil.

En nuestro país, las excavaciones arqueológicas han sacado a la luz restos de interesantes *domus*. En los conjuntos arqueológicos de las primeras ciudades romanas de Hispania, como *Itálica*, *Tarraco*, *Carmo* o *Emerita Augusta*, podemos contemplar algunos de los ejemplos más lujosos, completos y sofisticados de toda la arquitectura doméstica romana. Elementos de un especial interés son los ricos pavimentos de mosaicos, que a partir de la época imperial adquirieron un nivel técnico y estético inigualable. Su aplicación se extendió de





tal forma que puede afirmarse que no hubo *domus* romana o villa donde no hubiese mosaicos.

Baste citar aquí la *domus* de Mítreo, en *Emerita Augusta*, cuyo mosaico cosmológico estás considerado como uno de los de mayor calidad de todo el mundo romano. La Casa de los Pájaros, en *Italica*, dispone también de un buen número de mosaicos de una gran calidad, destacando sobre todos el que le da su nombre. Su organización es la típica de la *domus* romana, y en ella se puede seguir el esquema clásico con absoluta precisión, pues no le falta ningún elemento. Se puede visitar en su totalidad, ya que está restaurada, siendo la primera vivienda totalmente excavada del conjunto arqueológico de *Italica*.

Los mosaicos más espectaculares son los realizados con la técnica del *opus tessellatum*, elaborada a partir de pequeñas piezas de mármol de diferentes colores. Este trabajo requería dominar una cuidada técnica, por lo que los artistas más cualificados eran requeridos de toda Hispania para realizar encargos.

Se cree que los elaborados mosaicos de la *domus* principal de *Lucus Augusti*, donde se plasman motivos florales, peces, animales mitológicos, figuras geométricas, etc., fueron realizados por un equipo que trabajaba en la península Ibérica en el

**Escenario del teatro de Baelo Claudia. Debajo, graderío y fossa bestiaría del anfiteatro de Italica, con capacidad para 25.000 espectadores.**

siglo III d. C., y que fue artífice de los mejores trabajos musivarios hoy conocidos. Las villas de La Olmeda y Quintanilla de la Cueva, en Palencia, muestran trabajos de alta calidad de los mismos artesanos. Todos ellos están catalogados en la cuspide de los realizados en esa época. ■





De los campamentos legionarios a las murallas urbanas

# UN EJÉRCITO CONSTRUCTOR



MACARENA HERRERA LORENZO. FOTOS: CABALLERO Y M. D. CORDERO

*La ingeniería militar romana ha dejado en España buenas muestras de su maestría en la construcción de estructuras defensivas y ofensivas para la conquista y dominación del territorio: desde los campamentos republicanos e imperiales, algunos de los cuales evolucionaron hacia auténticas ciudades, hasta las formidables murallas urbanas erigidas durante el Bajo Imperio. Conocimientos técnicos, dominio de los materiales, abundantes dosis de práctica y estandarización de métodos constructivos y estructuras son algunos de los factores que hicieron de la ingeniería militar romana uno de los pilares sobre los que se asentó la conquista y romanización de España.*



D

urante su permanencia de seis siglos en Hispania, el ejército romano actuó como instrumento de dominación y de control del territorio, ejerciendo un importante papel en el proceso de romanización, pero también tuvo una actuación fundamental en el diseño y construcción de infraestructuras. Este importante papel le vino atribuido, en gran parte, por el carácter estratégico de diversas obras públicas que, sobre todo al principio, tenían una clara función militar: calzadas, puertos, puentes, presas... Los ingenieros militares, por tanto, tu-

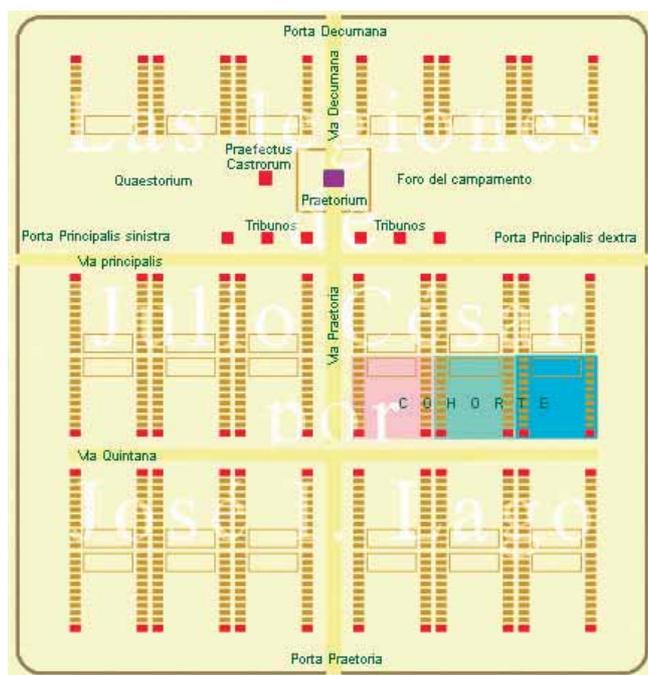
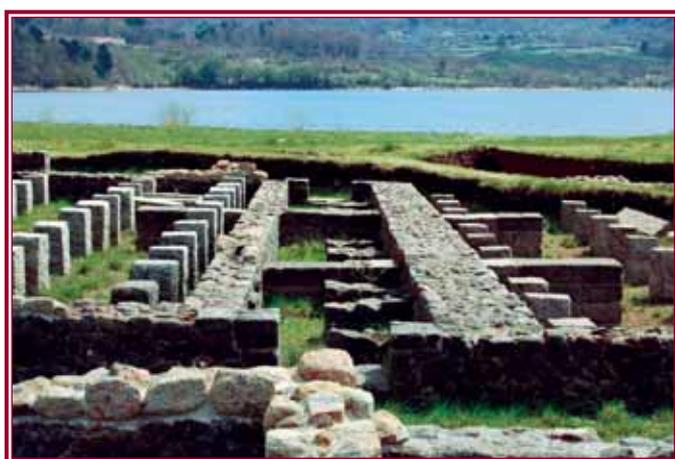
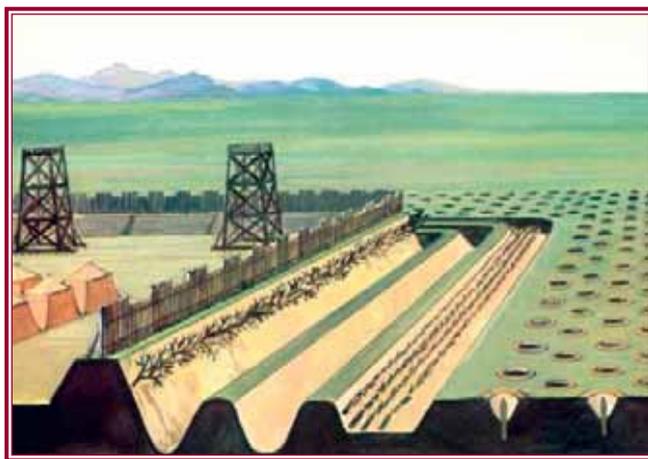
**La muralla de Astorga, con torres circulares situadas cada 15 metros, es uno de los ejemplos más representativos de las murallas romanas erigidas a partir del siglo III.**

vieron una activa participación en la mayoría de las primeras obras públicas, sobre todo allí donde no existían estructuras civiles para ejecutarlas, y los propios legionarios fueron empleados como mano de obra para construir calzadas, tender puentes, construir puertos o edificios públicos, levantar presas o incluso urbanizar ciudades.

Pero los ingenieros militares, con especialidades sobre vías, puentes, hidráulica, edificios y maquinaria militar, de las que nos hablan clásicos como Vitruvio, no se limitaron a la obra pública. Sobre todo actuaron como cuerpo de apoyo en las cam-



Geocities



José I. Lago

pañas legionarias aportando sus conocimientos teóricos y prácticos, los más elevados de la época, en obras de ingeniería puramente militar, desde campamentos y fortificaciones hasta máquinas de guerra, desde puentes de madera hasta ciudades amuralladas. Su legado, pues, abarca todo el ámbito de la ingeniería militar.

## Los campamentos

En los dos siglos que transcurren desde el desembarco de Cneo Escipión en *Emporion* (Ampurias) en el año 218 a. C. para luchar contra los cartagineses hasta la pacificación del año 19 a. C., Hispania fue escenario de una sucesión de guerras (Púnica, Celtibéricas, Lusitanas, Sertoriana, Civil y Cántabras), agrupadas en el periodo republicano, que exigieron un enorme esfuerzo militar de Roma. Las legiones no sólo guerreaban contra cartagineses y celtíberos, o entre sí, sino que, una vez conquistados los nuevos territorios, debían mantener el orden y vigilar las nuevas fronteras (*limes*). En este doble cometido –ocupación y control del territorio– tuvieron un cometido básico los campamentos, que encontramos diseminados por la geografía peninsular, predominando durante la República en la submeseta norte, Extremadura y la costa mediterránea, y durante el Imperio en la zona noroeste.

Fotos superiores, vista aérea y ruinas consolidadas del campamento imperial de *Aquis Querquennis* (Baños de Bande, Ourense), situado junto a un pantano que cubre los restos durante parte del año. Derecha, dibujos de defensas de un campamento republicano y de organización interna del mismo.

El campamento (*castrum*) es un concepto básico en la estrategia romana de dominación territorial. No sólo protegía a las tropas tras su avance, sino que permitía asegurar el control de una zona durante largos periodos. Se dividían en función de su tamaño, duración y hasta de sus materiales de construcción. Los *castra* podían ser *maiora* (para más de una legión, unos 5.000 hombres) o *minora* (para alas o cohortes, unos 500 soldados); podían ser temporales (se erigían en pocas horas o días, a veces bajo el asedio enemigo, y podían servir para uno, dos, tres días, etc., destruyéndose tras su uso) o estables (*stativa*), que a su vez se dividían en *hiberna* (de invierno, periodo en el que no se combatía) o *aestiva* (de verano); se construían, en fin, con materiales perecederos (tierra, madera, adobe, etc.) o duraderos (piedra). En todo caso, el campamento responde siempre a un modelo clásico y a unas técnicas constructivas que son similares en todos los dominios de Roma.



Su emplazamiento, siempre en condiciones óptimas para su defensa, cerca de lugares con agua, madera y forraje, y a veces protegidos en el exterior por *castellum* (fortines), lo decidían los menores (ingenieros o topógrafos de las unidades). El trazado se realizaba mediante la groma, una rudimentaria escuadra de agrimensor que permitía trazar las calles que dividirían el campamento. Su construcción era siempre obra de los legionarios, cuyo equipo incluía pala y pico junto al *pilum* (lanza) y la *gladius* (espada), lo que habla de lo enraizada que estaba la ingeniería militar en la cultura castrense romana.

A continuación se describen los principales campamentos conocidos en Hispania durante la República y el Imperio.

### Campamentos republicanos

En España, el conocimiento de los *castra* de la época republicana (VI a.C. – I a.C.) ha sido, hasta hace pocas décadas, bastante precario. El principal problema es que la mayoría se construyeron con materiales perecederos, como la madera, cuya deficiente conservación complica su localización. Además, las investigaciones se centraron durante años en entornos urbanos más que en zonas rurales, que es donde los romanos emplazaron sus *castra*. Y aunque hubo hallazgos muy relevantes, como los campamentos estables de Renieblas, Numancia (Soria) y Cáceres el Viejo, identificados a principios del siglo XX por el arqueólogo alemán



Reconstrucción en madera de la puerta de acceso y restos de estructuras pétreas del campamento de Petavonium, en Rosinos de Vidriales (Zamora).

Adolf Schulten gracias a los textos clásicos, luego no se profundizó en estos descubrimientos.

En las últimas décadas las cosas han cambiado. Las investigaciones actuales, más que en los textos clásicos, han enfatizado las prospecciones arqueológicas en los recintos identificados, lo que ha permitido ampliar el conocimiento sobre los mismos e incluso corregir errores de interpretación de algunos campamentos numantinos (construidos entre los años 154 y 133 a.C.), así como confirmar arqueológicamente los de *Emporion* y *Tarraco* (de la primera época, 217-195 a.C.). Además, han aparecido nuevos *castra* que aportan más variedad a la



Reconstrucción de una torre de vigilancia del campamento legionario de *Pisoraca*, en Herrera de Pisuerga (Palencia).

## Numancia, el triunfo de la poliorcética

Siracusa, Corinto, Alesia, Uxeloduno, Masada, Jerusalén... Son ejemplos de la maestría romana en el arte de la poliorcética, o, lo que es lo mismo, la disciplina de la ingeniería militar que trata del asedio a ciudades enemigas. Desde las estructuras para ejercer el sitio (campamentos, rampas, muros, fosos, etc.) hasta el armamento utilizado (torres, catapultas, aríetes, etc.), Roma no sólo asimiló con rapidez el legado poliorcético de griegos y cartagineses, sino que realizó importantes aportaciones a esta ciencia.

En España, hablar de poliorcética romana es hablar de Numancia, la población que resistió durante años las acometidas legionarias durante las Guerras Celtibéricas (154-133 a.C.). En el año 135 a.C., Publio Cornelio

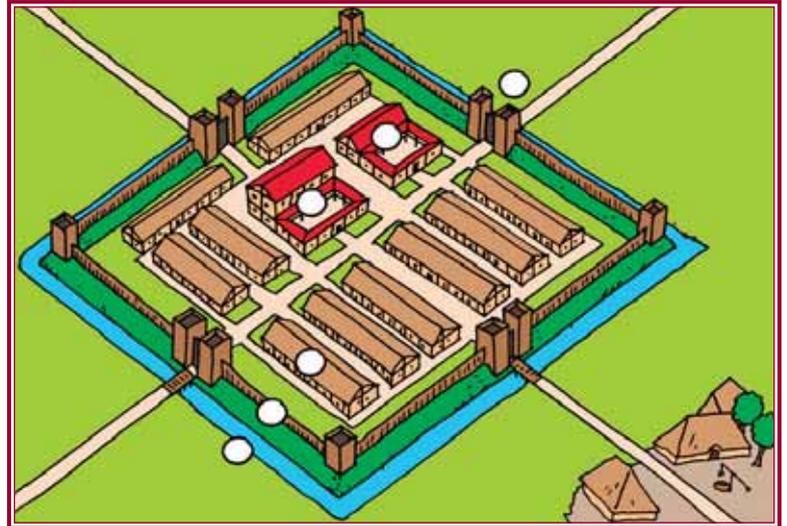
Escipión fue designado para tomar este enclave, ante el que previamente habían fracasado cinco generales. En vez de plantear una lucha abierta, el vencedor de Cartago decidió encerrar a sus pobladores y rendirlos por hambre en un *oppugnatio longinqua* (asedio prolongado), para lo cual diseñó un cerco con campamentos, fuertes y una muralla alrededor de la ciudad. En total, entre 50.000 y 60.000 sitiadores frente a unos 4.000 sitiados. Las noticias de este asedio nos han llegado gracias a Polibio y Apiano, y las primeras evidencias del mismo fueron halladas entre 1906 y 1912 por el arqueólogo alemán Adolf Schulten.

Las primeras construcciones del cerco fueron dos campamentos, Castillejo al norte (ya usado

en asedios anteriores) y Peña Redonda al sur, enclavados en unos cerros sobre Numancia. Eran castra poligonales de 6 hectáreas de superficie, protegidos por murallas dobles de piedra de 5 metros de ancho, con torres defensivas en la puerta decumana y doble foso de 10 metros de ancho. Posteriormente se levantaron siete fuertes más reducidos, probablemente contruidos con tierra, madera y piedra (Travesadas, Valdevorrón, Alto Real, Dehesilla, Valdelillo, Peña Judía y Cañal) y dos castillos de ribera (Vega y Molino) en el punto de encuentro del Duero con los ríos Tera y Merdancho para controlar sus aguas. El dispositivo se completó con una muralla de 9 kilómetros de perímetro alrededor de

Numancia, de 2,4 metros de ancho y 3 de alto, protegida por doble foso, empalizada y con torres de madera cada 30 metros. El cerco, similar al que Julio César establecería en el 52 a.C. en Alesia para doblegar a los galos de Vercingétorix, se prolongó durante once meses, y concluyó en el verano del año 133 a.C. con la rendición de los numantinos. La ciudad fue destruida de raíz.

Las excavaciones de Schulten sacaron a la luz los restos de Numancia, situada en el término de Garray, unos 7 kilómetros al norte de Soria, pero sus conclusiones sobre el asedio han sido reinterpretadas, elevando de 9 a 11 el número de fortificaciones alrededor de la ciudad. Hoy en día apenas queda nada reconocible de estas estructuras,



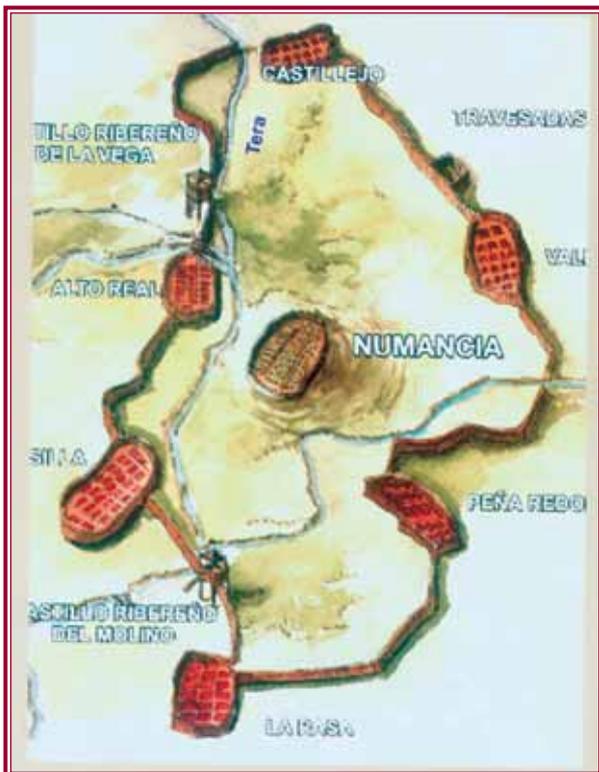
tipología, distribución espacial y cronología de estos recintos durante la República, que es cuando más se construyeron. Especialmente importantes han sido los recientes hallazgos de dos *castra* en la desembocadura del Ebro correspondientes a la Segunda Guerra Púnica (218-206 a.C.) –los primeros documentados de este conflicto–, y de otros *castra* y *castellum* en Andagoste (Álava), Puebla de Don Fadrique (Granada), Casas de Reina (Badajoz), Archivel (Murcia), Burgo de Ebro (Zaragoza) y Vilaioiosa (Alicante). Y se trabaja en la identificación de otra media docena en España y Portugal.

Por su antigüedad, los más importantes son los de *Emporion* y *Tarraco* (217-195 a.C.), los primeros asentamientos militares de Roma en Hispania. El de *Tarraco*, erigido donde ahora se alza la ciudad, fue primero un pequeño fuerte, de 5 hectáreas y un muro con torres, con la categoría de *hiberna* para albergar a las tropas en invierno. Más adelante fue ampliado con una muralla más alta y rellena con adobe, de la que quedan restos. Del de

Izquierda, ruinas de un recinto militar romano en *Uxama* (Burgo de Osma, Soria). Derecha, dibujo con la organización interna de un *castrum* republicano.

*Emporion*, otro *castra hiberna*, apenas quedan evidencias. Hay referencias clásicas a otros campamentos de la primera época, como los de *Carthago Nova*, *Ilipa*, *Carmo*, *Castulo*, *Corduba*, los de la Turdetania o los de la campaña de Catón (195 a.C.) –periodo en el que se levantaron buen número de *castra*–, pero no han sido confirmados arqueológicamente. Excepciones a esta regla son los de Aguilar de Anguita (Guadalajara) y Almenara (Sagunto, Valencia).

Los recintos que aportan más datos sobre el periodo republicano, gracias a que se erigieron en piedra, son los de Renieblas (dos de los cinco levantados en La Gran Atalaya para el primer cerco numantino), Numancia y Almazán, construidos



Asociación de Amigos del Museo Numantino. Junta de Castilla y León

consideradas como una de las cumbres de la poliorcética romana.

Numancia fue el más famoso sitio romano en Hispania, pero no el único. Los nombres de *Segestica*, *Carthago Nova*, *Calagurris*, *Azaila*, *Contrebia Leukade*, *Ilerda* o el monte Medulio forman parte de la historia de la poliorcética romana en tierras hispanas. El último gran hallazgo se ha producido en la zona central de Cantabria, donde los arqueólogos trabajan en un campo de operaciones de montaña, perteneciente a las Guerras Cántabras (29-19 a.C.), con tres campamentos romanos (Cildá, Campo de las Cercas y El Cantón) y otras fortificaciones en piedra para asediar un castro situado en el alto de Espina del Gallego. Los *castra maiora*, Cildá y Campo de

las Cercas, de 25 y 18 hectáreas de superficie respectivamente, albergaron cada uno una legión (casi 5.000 hombres). Eran recintos rectangulares y de esquinas redondeadas, con los elementos típicos de la castramentación de montaña: *agger* de tierra y piedra, foso, empalizada, puertas en clavícula... El Cantón, de apenas 1 hectárea y circular, poseía una estructura defensiva similar y albergó un ala o cohorte de tropas auxiliares.

Otras evidencias de los asedios romanos en esta guerra montañosa se han encontrado en los yacimientos de La Loma (Santibáñez de la Peña) y Pomar de Valdivia, en Palencia; El Cincho (Campoo de Yuso) y Peña Cutral (Enmedio), en Cantabria; y La Muela, en Burgos.

## León, de *castrum* a *civitas*

León es probablemente el mejor ejemplo en España del proceso de transformación de un campamento en una ciudad, proceso seguido por Tarragona, Ampurias y Astorga, entre otras. En torno al año 15 a.C., la legión *VI Victrix*, que luchó en las Guerras Cántabras, construyó en la zona donde hoy se sitúa León un campamento rodeado por muros de madera y tierra y protegido por defensas. Esta

unidad, encargada de vigilar a los pueblos astures, permaneció allí hasta el año 70 d.C., cuando marchó a Germania. En el año 74-75 se estableció en el viejo recinto una nueva legión, la *VII Gemina*, que estaría acantonada allí hasta el final del Imperio. La muralla sufrió varias transformaciones –se levantó una de madera en el siglo I y luego otra de piedra–, pero el perímetro del *castrum* apenas varió. En su interior se erigieron las edificaciones típicas de una ciudad romana, que en el siglo III quedó rodeada por la muralla de cubos que ahora conocemos. Ese perímetro rectangular, a partir del cual la urbe se expandió, es el que hoy corresponde al casco viejo de la ciudad, delimitado por la muralla bajoimperial. Los cuatro siglos de permanencia legionaria dejaron como legado no sólo las murallas y la urbe, sino también el propio nombre de la ciudad, ya que León procede de la palabra *legio* (legión).

durante las Guerras Celtibéricas (155-133 a.C.), y el de Cáceres el Viejo (identificado frecuentemente con *Castra Caecilia*), erigido por Quinto Metelio durante la Guerra Sertoriana (82-72 a.C.), otro periodo de gran actividad constructiva. En este último se han identificado hasta 13 edificios (casas de tribunos, *tabernae*, *praetorium* y *horreum*). Todos estos campamentos de campaña, que son el mejor ejemplo de la castramentación republicana en España, reflejan una gran homogeneidad, con planta poligonal (rectangular en Cáceres el Viejo y en dos de Renieblas) y superficies variables según la tropa a albergar: desde las 67 hectáreas de Renieblas V o las 39 del *castra aestiva* de Almazán hasta las 12 de Aguilar de Anguita.

Sus muros están generalmente formados por doble paramento de piedras o sillarejo unido mediante la técnica del *emplecton* (núcleo interior de guijarros y tierra), de un grosor de 2 o más metros (4 metros en Cáceres el Viejo), protegido a menudo por torres cuadrangulares (Tarraco, Renieblas III y V, Aguilar de Anguita y Numancia). Su sistema defensivo suele estar formado por un foso perimetral exterior (*fossa*) simple o doble, a veces en V (*fastigata*), de anchuras y profundidades variables, con un terraplén de tierra (*agger*) encima del cual se construía el muro (*vallum*), de piedra en los campamentos estables y de madera y tierra en los temporales. En el interior del recinto había un corredor libre junto a la muralla, el *intervallum*, para limitar los efectos de un ataque con proyectiles. A veces se construían a extramuros pequeños fortines o *castellum* (Almazán, Cáceres el Viejo).

Interiormente, el modelo de campamento republicano sigue los tratados de castramentación de

Lienzo de la muralla urbana de León. Abajo, los romanos construyeron sus estructuras defensivas aprovechando obras anteriores. En la foto, foso cartaginés-romano en Carmona (Sevilla).





Polibio y otros clásicos. Se organizan por medio de una calle transversal, la *via principalis* o *cardo máximo*, que unía las dos puertas laterales (*principalis dextra* y *principalis sinistra*), y que era cruzada por otra calle, el *decumanus máximo*, que unía la *puerta praetoria* (principal) y la *decumana*. La arquitectura interior, allí donde no había tiendas o barracones de madera, constaba de edificios contruidos con sillarejo. Un campamento estable solía constar de *praetorium* (residencia del comandante), *principia* (cuartel general), *forum* (foro), *quaestorio* (tesorería), tribunal (para realizar los augurios), *aedes* (edificio religioso) y *valetudinarium* (hospital). Al otro lado de la *vía principalis* se instalaban *contubernio* (barracanes de tropa), *fabricae* (talleres), *horreum* (almacén de víveres), cuerdas y hasta termas. Esta distribución fue prácticamente común a los *castra* estables en Hispania y en otros territorios conquistados por las legiones.

### Campamentos imperiales

El conocimiento sobre los campamentos del Imperio (I a C-V d.C.) es mayor que el de los republicanos, por su mejor localización y conservación. Tras las Guerras Cántabras (29-19 a.C.), último gran esfuerzo militar de Roma en la Península, Augusto reorganiza administrativamente la pacificada Hispania y replantea el carácter de ocupación del ejército, que reduce sus efectivos. Por ello, disminuye drásticamente la construcción de fortificaciones, que quedan localizadas en la zona noroeste peninsular.

Arriba, murallas de Lugo, con sus inconfundibles cubos defensivos y su característico color oscuro. Derecha, adarve de la muralla de Mérida, con torres defensivas rectangulares.



A. Recuero

De las siete legiones que tomaron parte en las Guerras Cántabras, sólo tres permanecen de forma estable en la Península: la *III Macedonica*, estacionada primero en *Pisoraca* (Herrera de Pisuerga, Palencia) y luego en *Iuliobriga* (cerca de Reinosa, Cantabria), para controlar a los pueblos cántabros; la *VI Victrix*, con guarnición en *Legio* (León), y la *X Gemina*, acantonada primero en *Asturica Au-*

# INGENIERÍA MILITAR



A. Recuero

A Ciudadela (Sobrado dos Monxes, A Coruña), *Aquis Querquennis* (Baños de Bande, Ourense) y otra población de la *Gallaecia* sin determinar. Todas estas unidades se citan en la *Notitia Dignitatum*, un documento sobre la organización administrativa del Imperio, lo que ha facilitado la identificación de los *castra* hallados. La arqueología moderna, apoyada en técnicas como la fotografía aérea, ha añadido a la lista el hallazgo de otros recintos imperiales en Castrocalbón (León), Valdemeda (León) y Villalazán (Zamora), así como media docena de *castra aestiva* en Cantabria y en el norte de Palencia y Burgos.

En los últimos años, los investigadores han realizado un enorme esfuerzo en el trabajo de campo de estos recintos, con campañas de excavación en León –donde se hallaron restos de dos campamentos, León I y León II, ocupados por la *VI Victrix* y la *X Gemina* desde el año 15 a.C. hasta el siglo V–, Herrera de Pisuerga, Rosinos de Vidriales, A Ciudadela y *Aquis Querquennis*, así como nuevas aportaciones sobre los *castra aestiva* de los últimos años de las Guerras Cántabras en Cantabria y norte de Castilla y León. Aún queda mucho por excavar, pero lo que ha salido a la luz permite dar una idea aproximada sobre la vida en estos recintos.

Por regla general, estos campamentos repiten el esquema morfológico y la distribución interna de los republicanos. Domina la planta rectangular, con superficies que, nuevamente, oscilan según alberguen a una legión (20 hectáreas en León II o 17 en Rosinos de Vidriales) o a una unidad menor (2,5 hectáreas de A Ciudadela o *Aquis Querquennis*). Como rasgo acusado, todos presentan las equinas del recinto redondeadas, lo que facilita su defensa.

Quando se levantaron estos recintos, poco antes del cambio de era, todavía se construían algunas estructuras de madera (empalizada de León I o barracones de *Pisoraca*), pero poco a poco se generaliza el empleo de la piedra para defensas y edificios, coincidiendo con el proceso de “petrificación” campamental en el resto del Imperio. Este cambio se advierte sobre todo en las murallas, que dejan de ser empalizadas de madera para convertirse en muros pétreos. Suelen estar formados por dos paramentos de piedra unidos por un núcleo de *opus caementicium*, el cemento romano, elaborado a base de guijarros, arena y cal. Sus anchuras oscilan entre 1,50 y 3 metros y sus alturas suelen ser de



*gusta* (Astorga) y luego en *Petavonium* (Rosinos de Vidriales, Zamora) y *Legio*, para vigilar a los pueblos astures. A partir del año 63, *Legio* será el único campamento estable en Hispania, ocupado por la *VII Gemina*, que se encargará del control de las riquezas mineras de la zona.

En todos estos lugares se erigieron, durante las dinastías augustea y julio-claudia, campamentos estables para las legiones. A esto se añadieron los campamentos de unidades auxiliares, establecidas en *Veleia* (cerca de Vitoria), *Lucus Augusti* (Lugo),

**Murallas romanas de dos épocas distintas. En Mérida (imagen superior) se construyó a base de sillares en *opus quadratum e incertum*. La de Ampurias (debajo), una de las primeras de Hispania, refleja una mayor tosquedad en su elaboración.**



más de 2 metros en los lienzos hallados. Torres cuadradas junto a las puertas, *intervallum* y fosos simples o dobles completan el sistema defensivo. En los *castra aestiva* de las Guerras Cántabras es característica la *porta claviculae*, que supone retrasar la puerta hacia el interior del campamento, facilitando su defensa.

En el interior, la distribución conocida de la época republicana permanece casi igual durante el periodo imperial, con edificios rectangulares o cuadrados a base de sillares o sillarejo en diversos aparejos (*opus quadratum*, *opus vitatum*, etc.). Como novedades, desaparece el foro, se generalizan las termas y se amplían algunas construcciones, como las puertas (las halladas en *Aquis Querquennis* son enormes). El *principia* descubierto en 2004 en León II, construido con muros de sillería, que incluye un gran patio, hall, habitaciones y hasta capilla, se extiende a lo largo de 7.000 m<sup>2</sup> (tres campos de fútbol), lo que refleja su importancia. En otros *castra* se han hallado desde una gran cisterna, graneros y cocinas (Rosinos de Vidriales) hasta restos de un acueducto subterráneo, edificios y una puerta *principalis sinistra* (León II), pasando por *contubernia* (*Aquis Querquennis*), termas o *praetorium* (A Ciudadela).

**Los campamentos de la época imperial incorporan la piedra como elemento básico de sus muros defensivos**

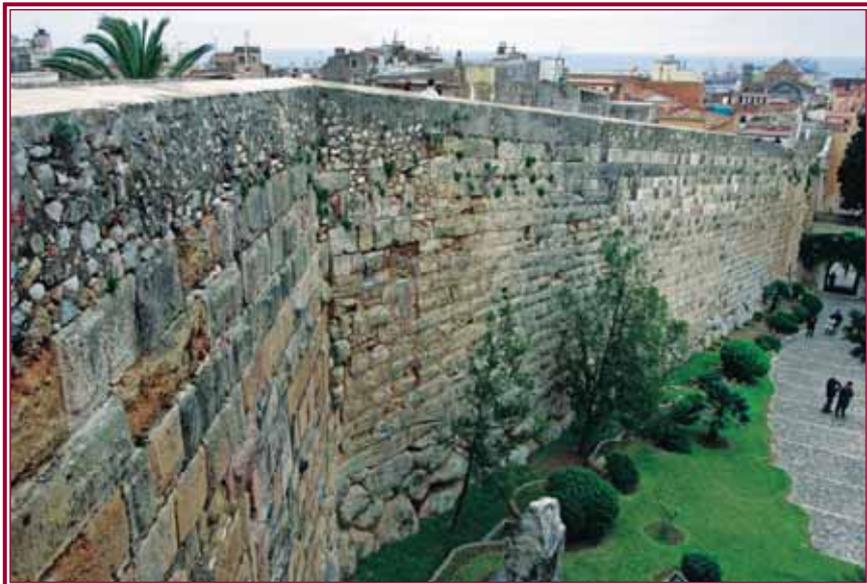


Izquierda, una de los 46 torres semicirculares de la muralla de Lugo. Derecha, torre de Minerva, cuadrangular, con base megalítica y muros de sillares, perteneciente a la muralla de Tarragona.

En el exterior de varios recintos también se han encontrado importantes restos de *canabae*, la zona a extramuros donde se instalaban comerciantes, artesanos y familiares de soldados, que fueron admitidos junto a las unidades militares y que, con el paso del tiempo, acabaron fusionándose para dar lugar, a partir del siglo III, a núcleos urbanos.

### Ciudades amuralladas

Como se ha visto, la labor de los ingenieros militares durante los primeros siglos de Roma en Hispania fue ingente, con una participación muy activa en la conquista, pero estas actuaciones son hoy poco visibles, tanto por su estado de conservación como por hallarse muchas de ellas en zonas rurales. Más visible es otra vertiente de la ingeniería militar romana que ha influido decisivamente en el urbanismo de varias ciudades y que incluso las ha vestido exteriormente hasta nuestros días. Se trata, claro está, de las murallas que circundan varias urbes y que, en casos como Lugo, Astorga o Zaragoza, son hoy, más de quince siglos después de su construcción, verdaderos iconos de esas ciudades.



La muralla de Tarragona es la mejor conservada de toda España de la época republicana. Debajo, puerta y muralla de Medinaceli.



## Máquinas para la guerra

Una importante rama de la ingeniería militar romana estaba dedicada a la invención de máquinas de guerra para los asedios a ciudades. Bajo la dirección de los ingenieros, eran fabricados siguiendo modelos estándar por los carpinteros y albañiles de cada legión. Arietes para derribar muros, torres móviles de asedio, escalas de madera e ingenios como el *pluteo*, la *vinea* o la tortuga para llegar hasta las murallas enemigas eran algunos de los artilugios ofensivos más comunes. En sistemas artilleros, los romanos adaptaron modelos clásicos de catapultas para lanzar piedras y usaron con profusión armas como la *ballista* y el *scorpio* para arrojar flechas y lanzas y, más adelante, el *onager* y la *carroballista*, ya en los últimos siglos del Imperio. En España, donde los romanos protagonizaron numerosos asedios a oppidum o castros cartagineses, celtíberos o cántabros, se conoce el empleo de estas máquinas ofensivas por autores clásicos como Apiano, que cita un gigantesco ariete para el asedio de *Carthago Nova*. Entre las evidencias arqueológicas, se han hallado balas de catapulta en varios yacimientos, una rampa de ataque de tierra para acceder a la población sertoriana de Azaila (Teruel) y restos fragmentados de la estructura metálica de dos *scorpio* en La Caridad (Caminreal, Teruel) y en Ampurias (Girona), así como otra en Azaila.

Hay que destacar, no obstante, que muchas de las murallas romanas han sufrido, especialmente durante el dominio musulmán, modificaciones o reconstrucciones que han impedido que llegaran hasta nuestros días con su forma original.

Prácticamente desde que las legiones pusieron el pie en Hispania, los ingenieros militares procuraron protección para los primeros núcleos urbanos establecidos en la franja mediterránea. A finales del siglo III a.C., sobre los *castra* de *Tarraco* y *Emporion* se erigieron urbes de nueva planta, en un proceso urbanístico repetido luego en otros lugares.

*Tarraco*, capital de la Hispania Citerior, alzó su primera muralla con un motivo defensivo. Esta primera muralla, a base de grandes bloques con sillares en *opus silicium* y relleno de *emplecton*, con una anchura de 4,5 metros y una altura de 6 metros, se reforzó a mediados del siglo II a C, cuando el perímetro de la ciudad se amplió. La nueva muralla conserva un tercio de su longitud original (unos 4.000 metros, que rodeaban 50 hectáreas) y su tipología es distinta. En este caso se construyeron dos muros paralelos, separados unos 4,5 metros entre sí con relleno de *opus caementicum*, apoyados en zócalos megalíticos de unos 2 metros de alto sobre los que se apoyan sillares más pequeños, bien trabajados (almohadillados), dispuestos en *opus quadratum*.

La altura del conjunto se elevó hasta los 12 metros, la más elevada del periodo republicano. Gracias a su buen estado, se pueden admirar cinco puertas y tres torres, de planta cuadrangular, entre las que destaca, por ser de la primera muralla y por sus alardes de cantería, la de Minerva.

El amurallamiento de *Tarraco* y *Emporion* fue imitado en el siglo II a.C. en otros núcleos a medida que la conquista progresaba. *Saguntum*, *Gerunda* (Girona), *Baetulo* (Badalona), *Valentia* (Valencia), *Lucentum* (Alicante), *Carteia* (San Roque), *Carmo* (Carmona) o Medinaceli son ejemplos de ciudades o colonias que levantaron sus murallas para responder no sólo a una necesidad defensiva, sino también para dar respuesta a un tradicional concepto urbanístico romano en el que la muralla

*Una treintena de ciudades de Hispania erigieron a su alrededor altas murallas de piedra entre los siglos III y IV*

Puerta Miñá o del Carmen, con base de sillares y lajas de pizarra, es la única que mantiene la fábrica romana de la muralla de Lugo. Debajo, arco del Planillo de San Andrés, una de las entradas a la Calahorra romana.

define conceptualmente a la ciudad, ejerciendo como una línea mágica entre el *ager* (territorio) y la *urbs* (urbe), en cuyo interior se realiza la vida ciudadana. Por regla general, en estas murallas se empleó la técnica del doble paramento de sillares con relleno interior de mortero, piedras y hormigón romano. La muralla de esta época que hoy es más visible es la de *Corduba* (Córdoba), primero colonia, luego capital de la Hispania Ulterior y siempre una importante base militar, que conserva un buen trocho de sus lienzos, contruidos a base de paramentos con grandes sillares almohadillados en *opus quadratum* y torres cuadradas y semicirculares.

A partir del siglo I a.C., numerosas ciudades, ya existentes o de nueva planta, como las colonias, también se protegieron con murallas en un periodo en el que Hispania aún estaba envuelta en guerras civiles entre romanos. En ocasiones fueron los legionarios retirados a las colonias los que colaboraron en esta tarea. De esta época datan las murallas de *Barcino* (Barcelona), *Italica* (Santiponce, Sevilla), *Segobriga* (Saelices, Cuenca), *Hispalis* (Sevilla), *Castulo* (Linares, Jaén), *Augustobriga* (Muro de Ólvega, Soria) y *Norba Caesarina* (Cáceres), que seguían el mismo modelo y técnicas constructivas del siglo anterior. En *Emerita Augusta* (Mérida), capital de la Lusitania, se erigió en tiempos de Augusto una muralla pétreo de 3 metros de ancho y aparejos en *opus quadratum e incertum* de la que quedan restos de lienzos, 5 puertas y 7 torres. Más visibles aún son los lienzos de muralla de *Caesaraugusta* (Zaragoza) que, aunque data de esta época, exhibe hoy el resultado de su reforma realizada durante el Alto Imperio, con sillares colocados a hueso sobre un fuerte núcleo de *opus caementicium*.

## Murallas tardorromanas

Con la *pax romana*, que abarcaría casi dos siglos hasta el año 180 d.C., y hasta las décadas finales del Alto Imperio (que terminó el 284 d.C.), Hispania vivió sin sobresaltos un intenso proceso de romanización. El ejército, sin amenazas a la vista, ejerció un nuevo papel de control de las calzadas y de las riquezas auríferas del noroeste, con participación de sus ingenieros allí donde se necesitaba. De acuerdo a la *Notitia Dignitatum*, su despliegue durante el Alto y Bajo Imperio es casi el mismo que conocemos de la época julio-claudia, con una legión permanente en *Legio* (la *VII Gemina*) y cinco cohortes en *Petavonium*, *Lucus Augusti*, *Brigantium*, *Iuliobriga* y otro lugar indeterminado, todas en la provincia *Gallaecia*, además de otra cohorte en *Veleia* (Iruña, Álava), en la Tarraconense. En estos y en otros lugares el proceso de fusión de los campamentos con la *canabae* exterior acabó originando núcleos urba-





nos en cuyo interior se acuarteló el ejército.

Es a partir de finales del siglo III cuando en estas y otras ciudades se produce un proceso de fortificación urbana que tendrá en las nuevas murallas la que es la mayor obra de ingeniería militar romana en Hispania. Las causas de este fenómeno son todavía debatidas. Tradicionalmente se ha entendido que la erección de altas murallas obedecía al temor a las invasiones de los bárbaros, que entre los años 260 y 284 sembraron el pánico en el este y sur peninsular. Pero en las últimas

## Lugo, 17 siglos después

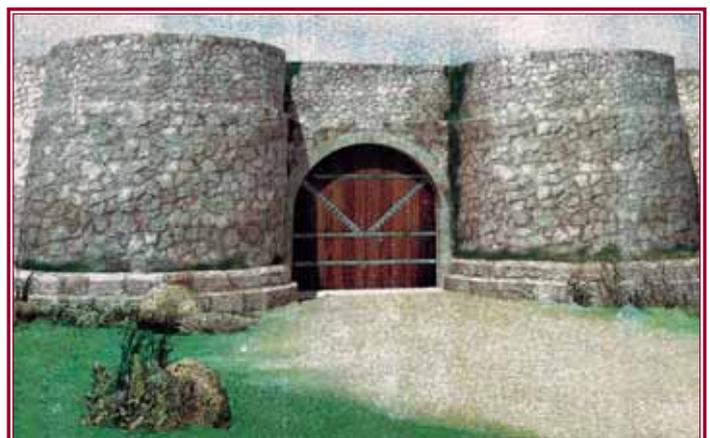
Aunque la ciudad data del 14 a.C., con un probable origen campamental, *Lucus Augusti* no erigió su muralla hasta finales del siglo III como respuesta a la importancia que la ciudad había adquirido como encrucijada de caminos y como destacado centro comercial y administrativo del noroeste peninsular. La función defensiva frente al peligro bárbaro no parece haber sido el motivo básico para erigir la muralla, como refleja el hecho de que parte de la ciudad quedara a extramuros mientras se fortificaba la parte que daba a terrenos descampados y se reforzaban las defensas y torres en la zona donde la muralla se enfrentaba a esos barrios. Hay teorías que afirman que la muralla se erigió como barrera frente a la amenaza de disturbios sociales originados por el cierre de las minas de oro de la región, que llevó a *Lucus Augusti* a miles de desheredados. Sea como fuere, lo cierto es que en esa época se construyó una muralla que cerraba una superficie cuadrangular de 34 hectáreas, con paramentos de bloques de granito y lajas de pizarra de 4 a 7 metros de espesor y 8 a 12 metros de alto, con diez puertas, esquinas redondeadas y unas 86 torres semicirculares de dos pisos colocadas a corta distancia, así como foso e *intervallum*. Su aspecto actual, 17 siglos después de su construcción, responde en casi su totalidad a su configuración original, siendo el recinto mejor conservado de la Península. Fue incluido en el año 2000 por la Unesco en la lista de monumentos que forman parte del Patrimonio de la Humanidad.

Arriba, la muralla de Lugo conserva completas 46 de las 86 torres circulares o cubos que tenía originalmente. Debajo, dibujo de la puerta de la ciudad de Cáparra (Cáceres).

décadas han surgido nuevas explicaciones, como la existencia de un programa regional de fortificaciones relacionado con cambios geoestratégicos en el Bajo Imperio y nuevas funciones para las provincias hispánicas, entre ellas la de garantizar el control de las calzadas para asegurar el comercio hacia la Galia y Germania. También se ha dicho que se levantaron como símbolo de prestigio de ciudades que querían alardear de su riqueza, e incluso que se erigieron contra eventuales revueltas tras el abandono del patrón oro y el éxodo a la ciudad de miles de trabajadores afectados por el cierre de las minas auríferas.

Sea como fuere, lo cierto es que entre finales del siglo III y principios del IV se erigieron altas mu-

Museo de Cáparra. Junta de Extremadura



rallas—en ocasiones sobre las ya existentes— en torno a varias ciudades, sobre todo en la zona noroeste, como *Lucus Augusta* (Lugo), *Asturica Augusta* (Astorga), *Legio* (León), *Bergidum* (Cacabelos), *Veleia* (Iruñea), *Gigia* (Gijón), *Braca* (Braga) y *Acquae Flaviae* (Chaves); también en la provincia Lusitania, como *Norba Caesarina* (Cáceres), *Salmantica* (Salamanca), *Capera* (Cáparra), *Caurium* (Coria), *Aeminium* (Coimbra), *Conimbriga* (Condeixa-a-Velha) y *Ebora* (Évora); y en otros lugares, como *Barcino* (Barcelona), *Gerunda* (Girona), *Terminus* (Tiermes), *Ilici* (Elche), *Caesaraugusta* (Zaragoza), *Contrebia Leukade* (Inestrillas), *Uxama* (Burgo de Osma) y *Pollentia* (Alcudia), entre otras, todas ellas emplazadas en las principales

vías de comunicación de Hispania. Esta magna obra de fortificación requería de conocimientos técnicos, recursos financieros y mano de obra que, en la mayoría de los casos, sólo estaba en grado de proporcionar el ejército.

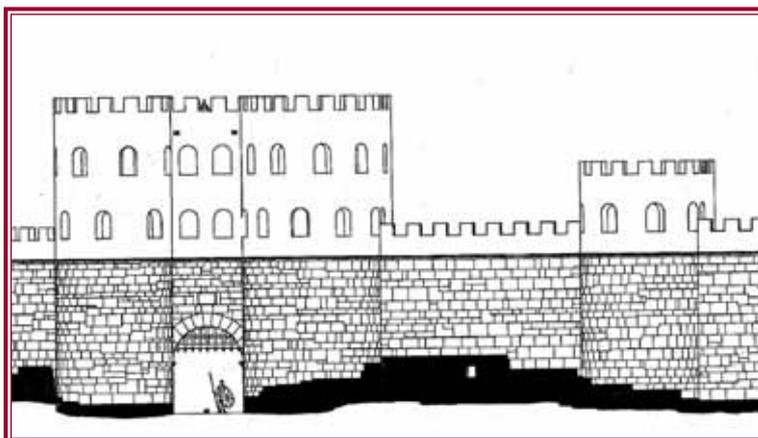
Algunas de estas murallas se pueden analizar de forma conjunta, como las del noroeste, con rasgos constructivos que las encuadran en una tipología común. Se trata, en general, de un doble paramento de sillares y sillarejos bien escuadrados y unidos a un núcleo de *opus caementicium*. Los lienzos se elevan hasta alturas considerables (más de 12 metros en Lugo, 10 en León y Astorga o 9 en Barcelona) y se ensanchan (entre 4 y 8 metros) para fa-



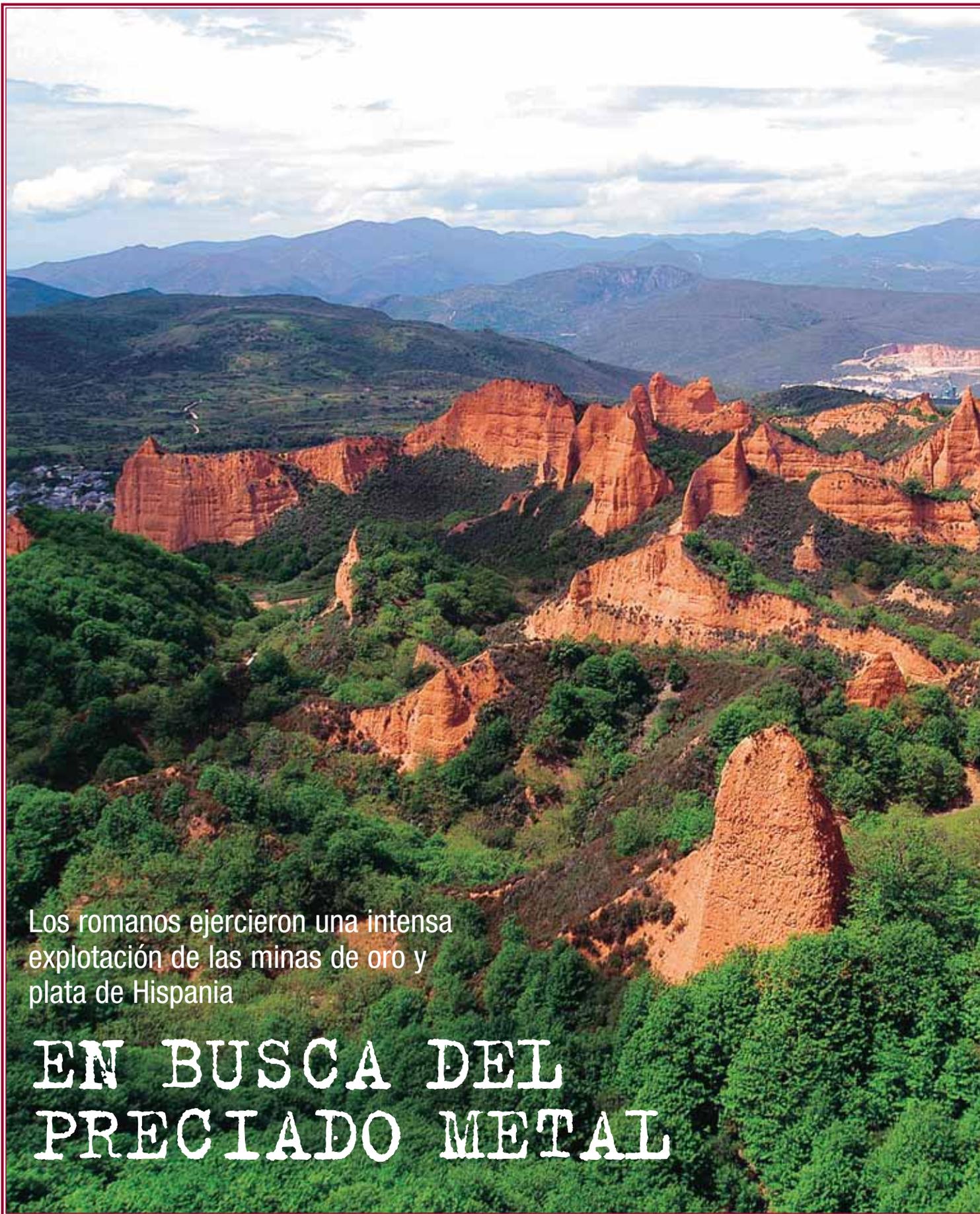
Arriba, Zaragoza conserva en buen estado algunos lienzos de muralla con torreones circulares. Debajo, interpretación de la muralla de Veleia (Iruña, Álava).

cilitar la defensa. Predominan las torres circulares (cubos) o semicirculares en resalte (Lugo, Astorga, León, Gijón o Zaragoza), que se sitúan a distancias muy cortas, entre 6 y 15 metros, lo que constituye una rareza. También se refuerzan los sistemas defensivos en las puertas, que reducen su tamaño, y en el exterior de la ciudad.

Los restos que quedan de estas murallas no reflejan su majestuosidad original. La mejor conservada, sin duda, es la de Lugo, cuyo casco urbano está rodeado en buena parte por 2 kilómetros de lienzos amurallados con 46 torres enteras y 39 parciales, la mayoría circulares, y una de sus diez puertas de fábrica original (Miñá o del Carmen). La muralla destaca por su mezcla de bloques de granito y finas lajas de pizarra y equisto, que le dan su típico tono negruzco. Astorga, una encrucijada de caminos en el noroeste peninsular, también mantiene parte de sus lienzos en buen estado, con 27 cubos circulares y una puerta original (Romana o del Hierro), igual que Braga en Portugal. Y en León, Gijón, Veleia, Cacabelos, Zaragoza y Barcelona se pueden admirar importantes restos de murallas, torres y puertas de origen romano. En estas y en otras ciudades se han realizado, o se realizan, programas de excavación y de conservación para tratar de preservar los recintos murados del Bajo Imperio, sin duda uno de los grandes legados de la ingeniería militar romana en España. ■



Altorriarte



Los romanos ejercieron una intensa explotación de las minas de oro y plata de Hispania

# EN BUSCA DEL PRECIADO METAL



A. C. Lapis Specularis



La explotación aurífera de Las Médulas, en León (foto principal), es el ejemplo más representativo de la minería romana a cielo abierto. Derecha, galería en una mina de *lapis specularis*.

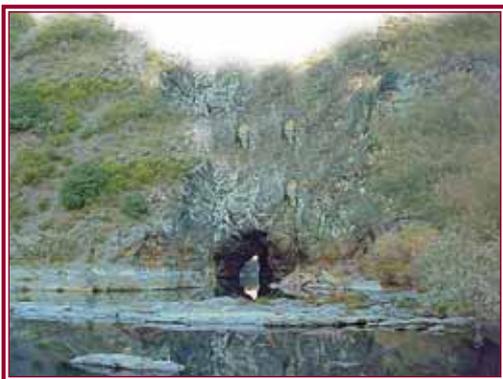
PEPA MARTÍN.

FOTOS: CABALLERO Y M. D. CORDERO

***En busca de oro, plata, cobre, plomo, sal o 'lapis specularis', un mineral utilizado para fabricar cristal, los romanos abrieron explotaciones mineras en varios lugares de Hispania mientras duró el Imperio. Las Médulas (León) o Río Tinto (Huelva) son algunos de los vestigios más importantes de la actividad minera romana en la Península.***



Las riquezas minerales de la península Ibérica —oro, cobre, plata o estaño— eran ya de sobra conocidas por los comerciantes fenicios hacia el siglo VII a.C. Griegos y cartagineses les sucedieron en su trasiego comercial desde los puertos mediterráneos y hasta la desembocadura del Tajo. En el siglo III a.C. el despuntar de la hegemonía romana en todos los territorios ribereños del *mare Nostrum* encuentra sólo la oposición de los cartagineses, otro pueblo cuyo desarrollo se fundamenta también en el de una gran metrópoli en el norte del continente africano. Para el naciente imperio surgido a las orillas del Tíber, el control de las colonias y ciudades portuarias cartaginesas en Iberia empieza a antojarse como pieza clave obligatoria. Especialmente durante la Segunda Guerra Púnica, cuando Aníbal decide la invasión por tierra de la península Itálica a partir del apoyo humano y logístico encontrado en las ciudades costeras desde *Gades* a *Tarraco*. En el 218 a.C., los escipiones Cneo y Publio desembarcan en Ampurias al frente de un poderoso ejército que comienza la conquis-



Arriba, los romanos explotaron diversas canteras de granito (en la foto, una cantera en Tarragona) para extraer el material necesario para sus grandes obras públicas. Debajo, túnel del monte Furado, utilizado para canalizar el agua del río hacia el yacimiento de Las Médulas.

ta de los reductos fieles a Cartago en Iberia, y el hijo del segundo, Publio Cornelio, culmina las campañas con un avance imparable hasta el corazón del imperio cartaginés en el norte de África, decidiendo fundar en Hispania la ciudad de *Italica* (Santiponce, Sevilla) hacia el año 200 a.C. como lugar de acogida y descanso para sus legiones. Ese hecho marcará también el devenir de Hispania como provincia romana. Desde entonces los asentamientos romanos a lo largo y ancho del país se diseminarán en gran medida siguiendo la distribución territorial de las grandes fuentes de riquezas naturales y, de manera singular, los recursos minerales.

Las cuencas fluviales del Guadalquivir y Guadiana y las sierras que las flanquean, ricas en yacimientos de plata, cobre, plomo y mercurio, serán algunas de las primeras zonas en ser exploradas en

busca de oro y donde en su lugar, la extracción de los metales antes mencionados comenzará a cobrar un carácter más sistemático, con técnicas y métodos ingenieriles. Plata, plomo y cobre serán los metales con mayor rendimiento en las sierras del sureste: desde las estribaciones de Sierra Nevada a los montes de Cartagena. Hacia el suroeste, los conocidos yacimientos de Río Tinto y Tharsis, en torno al antiguo reino de Tartessos, rico no sólo en cobre sino por entonces también en plata y oro, serán otro de los territorios en los que el trasiego minero propiciará un potente desarrollo urbano. Pero es en la franja noroccidental —montes de León, valles del Sil y Asturias— donde la búsqueda del preciado metal dejará mayor huella.

El oro se utilizaba desde principios del Imperio para acuñar monedas, de ahí el gran interés de los romanos por obtener la mayor cantidad posible del preciado metal. Durante dos siglos sacaron de las minas de Hispania buena parte del oro necesario para acuñar el áureo, que era la moneda más valiosa del sistema monetario, seguida del denario, de plata, y de otras de bronce o cobre, de menor

valor. Además de para comprar, las monedas eran útiles como medio de propaganda de los éxitos del emperador. En el siglo III cambiaron de valor y las minas de oro dejaron de funcionar, aunque entre los expertos circulan recientemente nuevas versiones sobre este hecho que apuntan que la causa real fue el agotamiento del oro.

Plinio, que en su juventud fue administrador de Las Médulas (León), una de las mayores explotaciones mineras de la Península, cuenta en sus relatos que se extraían al año 20.000 libras de oro con el trabajo de 60.000 obreros. Se calcula que en 250 años de explotación dieron cinco millones de libras, lo que equivale a 1.635.000 kilos de oro.

Las campañas de conquista pusieron en manos de Roma el control de zonas de gran tradición minera, entrando en contacto con una mano de obra

indígena muy preparada y experimentada, con muchos años de experiencia. Además, la aplicación de los avances conseguidos en áreas como la topografía, la agricultura, la hidráulica o la arquitectura permitió acometer trabajos de gran envergadura desconocidos hasta la época.

El nivel de conocimientos adquirido respecto a las mineralizaciones era muy elevado, un dato que se desprende del notable grado de planificación en la ejecución de todos los trabajos de ingeniería realizados bajo dirección romana y que se mantuvieron activos durante decenios e incluso siglos. Esto fue posible por la transmisión de los conocimientos de ingeniería minera y por la supervisión directa de auténticos ingenieros.

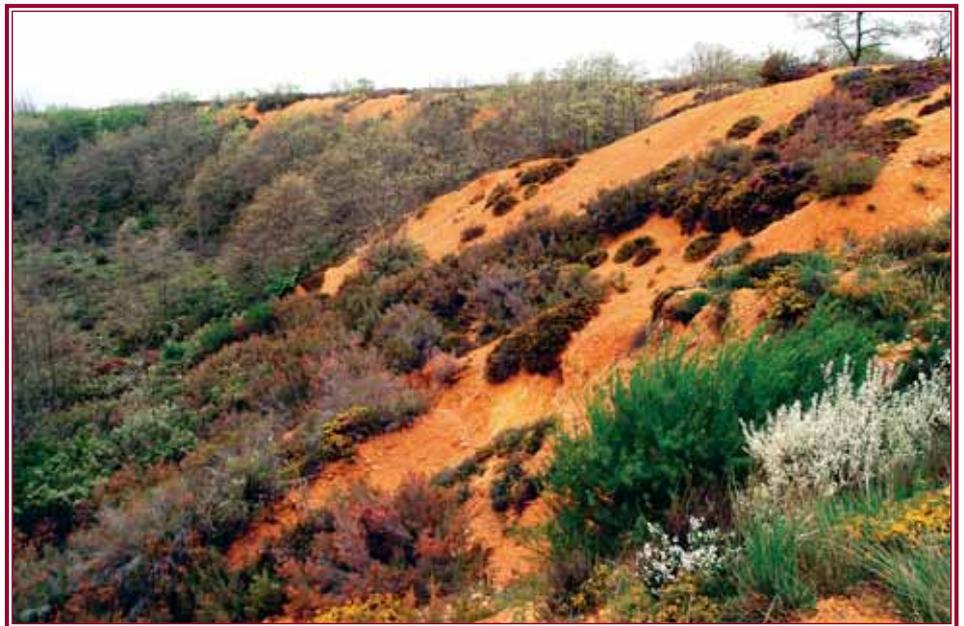
Río Tinto (Huelva), Cerro Muriano (Córdoba), Cartagena-Mazarrón (Murcia), Almadén (Ciudad Real) y los yacimientos de oro del noroeste, como Las Médulas o Llamas de Cabrera (ambos en León), las minas de plata en Arditurri (Guipúzcoa) o las de *lapis specularis* son algunas de las explotaciones que recabaron recursos técnicos y económicos necesarios por parte de Roma para acometer unas obras mineras de gran envergadura.

### El recurso a la técnica

Las explotaciones mineras bajo los romanos suponen en todo caso un antes y un después en cuanto al nivel tecnológico alcanzado, lo que hace que pueda considerarse esta época como la del nacimiento de la ingeniería de minas. Las técnicas romanas se distinguen de las de otras civilizaciones precedentes por el alto grado de planificación y estructuración de los trabajos de explotación en grandes yacimientos, una novedad en la que tiene mucho que ver que la dirección de los trabajos, y frecuentemente la realización de los mismos, se confíe a mano de obra muy preparada, a la que se otorgan incentivos de participación regulados por Derecho y con celoso seguimiento por parte de la administración imperial.

Si con anterioridad, y por lo que hace al caso de nuestra Península, lo común era una minería pri-

***Roma extrajo durante dos siglos de Hispania buena parte del oro necesario para acuñar el áureo, su principal moneda***



De arriba abajo, detalle de una cantera levantina ya explotada en época romana y paisaje del yacimiento aurífero de La Fucarona (Rabanal del Camino, León).

mitiva basada en el lavado artesanal de las arenas auríferas por parte de la población autóctona, a la llegada de los romanos se ponen en producción la práctica totalidad de los yacimientos auríferos del territorio peninsular.

Cuando los yacimientos eran conocidos se limitaron a racionalizar las estructuras de las explotaciones para su profundización, o a introducir cambios en el tratamiento metalúrgico del mineral para obtener mayor rendimiento. En el caso de los descubrimientos de nuevas mineralizaciones, se debieron a una sistemática exploración aplicando criterios de prospección. Precisamente, donde más desarrollo alcanzaron los romanos en esta materia fue en la localización de los yacimientos de oro, una tarea difícil porque este metal se manifiesta tras un cuidadoso y delicado proceso de lavado y con-



centración, siendo extremadamente raros los casos en que puede apreciarse a simple vista.

Hay quien cree que los romanos aplicaban criterios de prospección empíricos, como el bateo de las arenas de los ríos, remontando su curso hasta dar con los yacimientos primarios. Pero este método por sí solo no es suficiente, por lo que es posible que, una vez que se localizaba el oro, se aplicaran otros estudios y observaciones, e incluso pequeñas calas sobre el terreno, que permitieran determinar a ciencia cierta la conveniencia de construir las complejas y costosas obras de infraestructura hidráulica que se acometieron.

Viviendas del poblado de Orellán (León), cercano a una brecha ferruginosa de la que los romanos extraían hierro para fundirlo y fraguar con él útiles de trabajo para la extracción de oro. Debajo, dibujo alusivo a la fabricación de útiles de cocina en Orellán.

Si tenemos en cuenta la enorme extensión geográfica en la que se encuentran los yacimientos de oro explotados en el cuadrante noroeste de la península Ibérica, parece acertado pensar que se tuvieron en cuenta además criterios geológicos de prospección, como la configuración y características de los yacimientos, que presentan unos rasgos comunes dentro de ciertas áreas en cuanto a morfología, los tipos de terrenos y las rocas asociadas.

## Bajo tierra

La profundización de pozos, el sostenimiento de zonas inestables, la extracción del mineral o la construcción de desagües de ventilación son de por sí actividades de gran riesgo, más aún cuando a medida que se profundiza empieza a ser cada vez más desconocida la naturaleza geológica del terreno. Los romanos resolvieron con éxito el principal problema de la minería subterránea primitiva, como era la existencia de agua en el terreno, ya fuera por las lluvias o por la circulación natural de las aguas subterráneas. Hay que tener en cuenta que para mantener los niveles de producción en todas las explotaciones se debe profundizar continuamente, con lo cual a medida que se avanza hay mayor cantidad de agua. La solución la encontraron en las galerías de desagüe en aquellos lugares donde era topográficamente posible. También utilizaron sistemas escalonados de elevación de agua, como la noria o el tornillo de Arquímedes, e incluso sistemas mecánicos más complejos, como la bomba de Ctesibio.



Vista de las minas de Río Tinto (arriba) y Tharsis, en Huelva, explotadas por cartagineses y romanos en busca de plata y cobre.

Con respecto a la ejecución del trabajo, los romanos desarrollan una sistemática muy depurada y con equipamientos cada vez más estudiados: para iluminar los frentes de laboreo y avanzar en la construcción de galerías o pozos se utilizaban lámparas de aceite (lucernas) de distintos tamaños. Se fabricaban con arcilla cocida, similares a las empleadas a escala doméstica, y se colocaban en pequeñas oquedades excavadas denominadas lucernarios.

Como útiles de arranque se hizo extensivo el uso de piquetas y mazas de hierro. Este hecho redundó en una mejora sustancial de los rendimientos por trabajador. Para romper las rocas más duras se siguió utilizando el fuego y el agua alternativamente, tanto para el avance de galerías como para el abatimiento de masas de roca mineralizada. En cuanto al transporte del mineral o acarreo de desechos hacia el exterior de la mina, se recurre a cajones y serones grandes de cuatro o más porteadores cuando la anchura de las galerías lo permite, e incluso a caballerías. Para el izado en vertical se usaban poleas y, en algún caso, tornos y quizá también sistemas combinados de ambos.

La seguridad de los trabajos mineros en el interior radica en bue-



## Norias, tornillos y bombas para la minería

Entre la maquinaria utilizada en la minería romana destacan las norias, el tornillo de Arquímedes o las bombas de doble efecto, todas ellas de uso agrícola pero que se adaptaron para su uso en el interior de las minas. Para ello se tuvieron que realizar obras de infraestructura nada corrientes para la época, en las que fue precisa la aplicación de una serie de técnicas topográficas adecuadas para realizar los trabajos de orientación y nivelación necesarios.

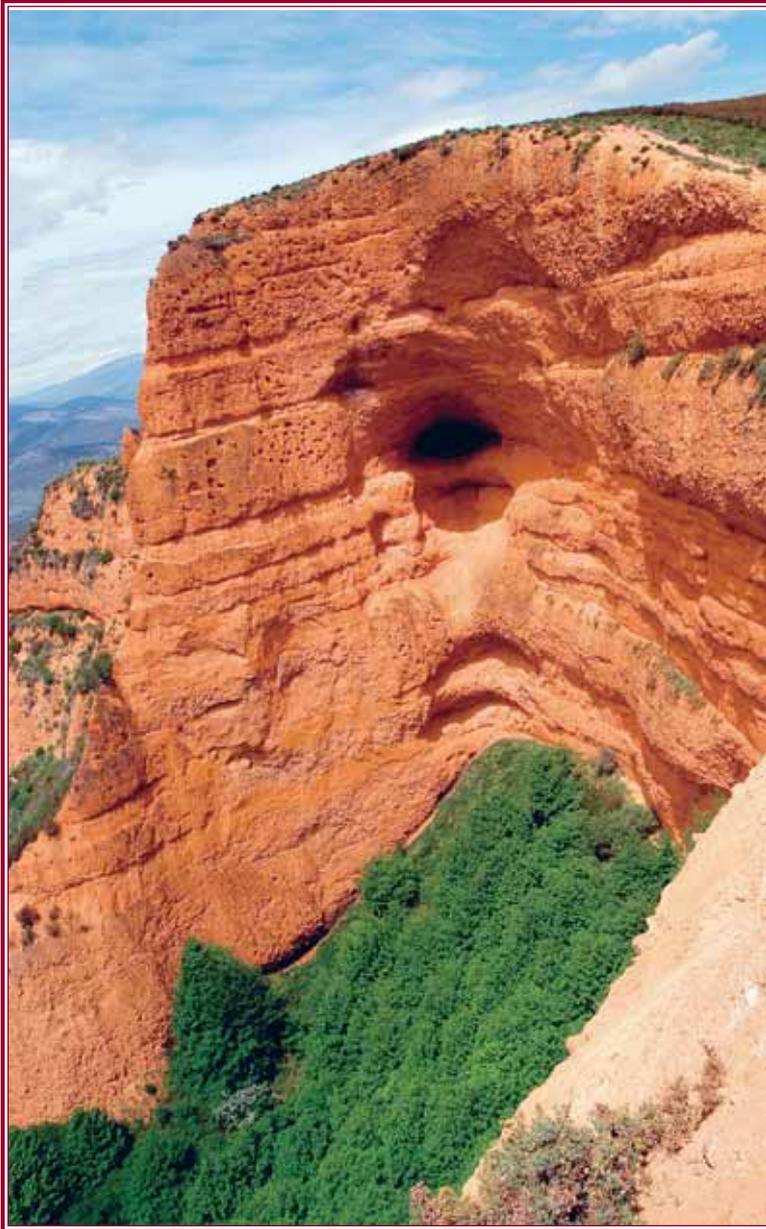
El uso de la noria estuvo muy extendido en la época imperial. Se han hallado restos en las grandes minas del suroeste peninsular, como en Río Tinto, Tharsis y Lagunazo, así como en

el sureste, como Cabezo Rajado y Murcia. Se accionaban mediante fuerza humana pisando en una serie de travesaños situados en su parte exterior. Para la elevación del material y el agua, las norias eran habitualmente superpuestas una encima de otra.

El tornillo de Arquímedes, un invento del siglo III a.C., también se empleó con profusión en las minas romanas. Se accionaba mediante la fuerza humana aplicada en el extremo del cilindro interior con las manos o con los pies. Se ha documentado su uso en las minas de Santa Bárbara, en Posadas (Córdoba), y en El Centinello (Jaén), donde se encontró un tornillo

completo por debajo de los 200 metros de profundidad.

Las bombas de doble efecto, bombas de pistones de una gran precisión cuyas piezas se fabricaban en fundición de bronce, también se utilizaron habitualmente en la minería romana. Los pistones y cilindros se sometían a un cuidadoso tratamiento de rectificación y pulido para asegurar su encaje. Los dos cilindros que alojan los pistones están comunicados por medio de una cámara de válvulas. Accionando alternativamente los pistones mediante una palanca manual el agua ascendía por uno u otro pistón, saliendo posteriormente a presión por un conducto común.



Arriba, el método de explotación de Las Médulas ha dejado un peculiar paisaje con barrancos verticales de más de 100 metros de altura. Abajo, mina de hierro de Sotiel Coronado (Huelva).



na medida en el afianzamiento de las galerías. Como sistema de sostenimiento y entibación de labores mineras los romanos confiaron en la madera, un material abundante y fácil de trabajar, aunque requería el mantenimiento constante. No fueron raras, no obstante, las galerías reforzadas con muros de mampostería en seco y arcos o bóvedas de piedra, usando para su construcción el material procedente de la propia mina, que a veces también se utiliza para el relleno de zonas trabajadas, evitando así su transporte hacia el exterior y estabilizando los huecos dejados por el mineral extraído.

De todas las estructuras, una de las que implica mayor riesgo son los pozos verticales, desde los que se efectúan diversas tareas de apoyo pero de gran necesidad dentro de la explotación: accesos, ventilación, acarreo y evacuación de mineral y agua. Los pozos podían ser más o menos profundos en función de las características del terreno, que también determinaba el tipo de sección: cuadrada o circular, cuando eran capas más inestables. Los romanos construyeron pozos para comunicar las labores subterráneas con el exterior y entre los diferentes niveles de la mina.

Las galerías para avanzar hacia las vetas así como los pozos se realizaron intencionadamente en las rocas del encajante del yacimiento, a suficiente distancia para no verse influidas por los trabajos de explotación y para garantizar un servicio prolongado.

**Para resolver el problema del anegamiento, los romanos diseñaron extensas galerías de drenaje**

Para resolver las dificultades provocadas por anegamientos, los romanos fueron hábiles en el diseño de galerías de drenaje que podían alcanzar longitudes de más de un kilómetro. De las diferentes minas peninsulares estudiadas, Roberto Matías, en su ponencia *Ingeniería minera romana* (Congreso Europeo "Las obras Públicas Romanas"), da cuenta del caso de la situada en el área de Cartagena-Mazarrón, en el Coto Fortuna, donde se hacía circular el agua por una galería de 1,8 kilómetros de longitud y 1,30 x 2 metros de sección, a unos 70 metros de profundidad.

### Testimonio intacto

Descubierto en julio de 2002, el complejo minero subterráneo explotado por los romanos en Llamas de Cabrera (León) es un caso muy singular y digno de estudio pues se ha conservado casi tal como fue abandonado por los romanos, según refiere Roberto Matías en su ponencia antes citada, lo que

ha permitido conocer con bastante detalle cuáles fueron las prácticas y técnicas de explotación subterráneas allí utilizadas.

El complejo de La Cabrera leonesa revela la utilización de recursos hidráulicos en superficie para sacar a la luz las primeras capas ricas en mineral, tras lo cual debió ser necesario además acometer grandes trabajos de minería subterránea. La aplicación de ambas técnicas indica que los romanos tenían conocimientos muy precisos de la configuración del yacimiento, obtenidos no sólo de sus evidencias superficiales, sino también de un seguimiento puntual de la productividad del proceso de extracción.

Los trabajos en la superficie se realizaron utilizando una técnica de minería hidráulica conocida como arrugia, utilizada por los romanos sobre todo en laderas y fondos de valle con arrastres erosivos ricos en filones de cuarzo aurífero. En cuanto al dispositivo hidráulico, el estudio del lugar permite deducir que constaba por lo menos de nueve depósitos de almacenamiento y distribución de



Arriba, torre de hornos cerca de la mina de plata de Hiendelaencina (Guadalajara), que alcanzó un gran desarrollo en época romana. Debajo, galería excavada en Tiernes (Soria).

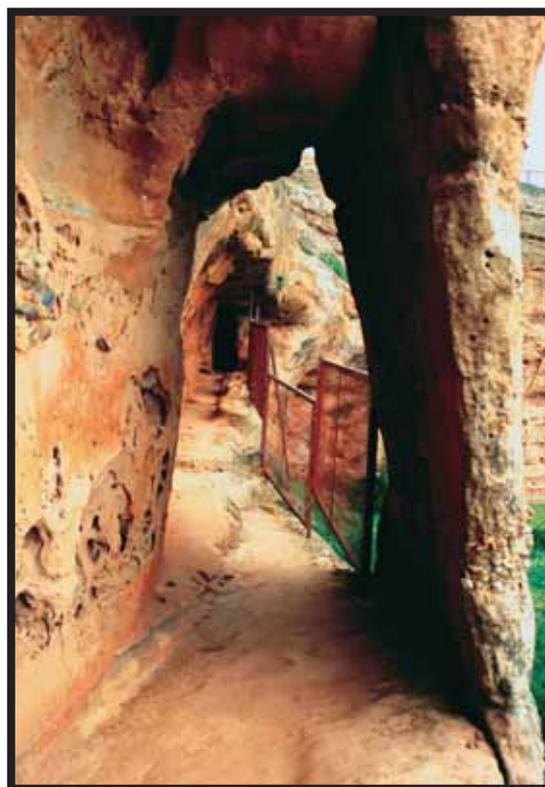
agua, además de seis canalizaciones propias con más de 26 kilómetros de recorrido, en estrecha relación con la red de canales de Las Médulas, que debió verse afectada por los grandes requerimientos de caudal de la explotación de Llamas.

Después de las excavaciones a cielo abierto, en las que se debió remover más del millón de metros

## Participación directa del Estado

La minería romana estaba sometida al poder público. Dada la participación directa del Estado en las grandes explotaciones, éstas pasaban a formar parte del *ager público*, pudiendo arbitrar los sistemas de explotación y gestión que considerase más adecuados. Los gobernadores provinciales fueron quienes primero se responsabilizaron de las explotaciones mineras en Hispania, pero hacia el año 180 a.C. se empiezan a arrendar a publicanos o a sociedades de publicanos. A partir de Augusto, la responsabilidad recae directamente sobre el Senado o el fisco romano, en función de la categoría de las provincias, encargándose el control de las explotaciones al procurador metallorum.

Al final de la dinastía julio-claudia, hacia el 68 d.C., las minas de cierta entidad estaban controladas por la administración financiera imperial, el fisco, quien decidía los modos de explotación, bien en régimen de arrendamiento a particulares o mediante explotación directa gestionada por el ejército.





*montium*, que dejó en el lugar unos peculiares barrancos verticales de más de 100 metros de altura.

No era el único sistema que utilizaron los romanos, pero sí el más laborioso. Para conseguir el oro tenían que ir devastando partes de una montaña de una sola vez con la fuerza del agua canalizada adecuadamente, al tiempo que se lavaba y cribaba la tierra hasta separar el metal. Los picos que quedaron son los restos de las distintas fases de la explotación.

Precisamente, el paisaje tan espectacular que ha dejado la actividad minera fue incluido en 1997 en la lista de Patrimonio Mundial de la Unesco por tratarse de un lugar espe-

cúbicos de tierra, llevadas a cabo con el método de arrugia, los romanos procedieron a la extracción subterránea para la cual debieron excavar una tupida red de galerías subterráneas.

Otros yacimientos que demuestran el nivel alcanzado por los romanos son las explotaciones auríferas de la *Gallaecia* lusa: Tres Minas, Jales y Valongo. En Asturias y en Lugo se localizan también algunas galerías sobre yacimientos primarios.

Detalle de una cantera de piedra de El Medol (Tarragona). Debajo, entrada a una mina aurífera asturiana explotada en tiempos de Roma.

cialmente representativo de la historia de la Humanidad, por lo que además de estar protegido tiene la condición de paisaje cultural, es decir, que se ha formado por la acción del hombre sobre la naturaleza a lo largo del tiempo.



## Las Médulas

La explotación aurífera de Las Médulas (León) está considerado como la mejor ilustración posible del uso del agua por los romanos para rentabilizar una explotación aurífera a cielo abierto. Se ha calculado que allí se removieron varios cientos de millones de toneladas de aluviones en la búsqueda de oro. El método empleado es el denominado *ruina*

## Los romanos y la sal en Hispania

La romanización de Hispania trajo consigo una nueva fase en la explotación de los recursos minerales de la Península, en particular de la sal, que en aquella época tenía un valor extraordinario y era objeto de una intensa comercialización. No sólo tenía múltiples usos industriales, farmacéuticos y hasta artesanales, sino que, sobre todo, era el principal conservante de los alimentos, por lo que en algunos momentos se convirtió en un valor de cambio tan preciado como el oro. De su importancia habla el término latino *salarium*, referido a una parte de la paga de los soldados destinada a la compra de sal o abonada en este especie, de la que deriva el actual salario.

Como se trataba de un recurso de primera necesidad, con categoría de estratégico (los gobernantes llegaron a jugar políticamente con su precio cuando la coyuntura lo exigía), los romanos hicieron de su extracción y comercialización un factor básico para su economía, sobre todo para la pujante industria de salazones, por lo que en Hispania se lanzaron a una explotación intensiva de las minas de sal gema y de los ríos y manantiales salobres.

En Hispania tuvieron fama las minas de *Egelasta* (cerca de Linares, en Sierra Morena), de donde se extraía una sal en bloques casi traslúcida, así como las de *Segobriga* (Saelices, Cuenca), *Cardona* (Barcelona) y

**Cabezón de la Sal (Cantabria).** En las costas, los romanos aprovecharon las condiciones del litoral mediterráneo para instalar una completa red de salinas para obtener sal por medio de la evaporación del agua de mar —numerosos puntos del litoral levantino, andaluz y balear mantienen restos de esta actividad—. También la extrajeron de los manantiales salinos del interior, aplicando novedades técnicas como la rueda hidráulica a una actividad con procedimientos extractivos inmutables desde antes de la romanización. Así lo atestiguan las salinas de *Añana* (Álava), *Imón* (Guadalajara) y *Poza de la Sal* (Burgos), entre otros.

Por la altura a la que está, casi más de 100 metros respecto a los ríos cercanos de los que se tomó el agua, la explotación del yacimiento leonés sólo resultó factible gracias a que se construyó la mayor red hidráulica de abastecimiento de agua que se conoce para una explotación minera, con canales cuya longitud total se acerca a los 600 kilómetros. Los canales se abrieron a pico y pala o cortados en roca con una anchura media cercana al metro y medio y parten desde los filones hasta los cauces –ríos Eria, Oza, Cabrera– con unos gradientes de pendiente asombrosamente constantes.

La explotación de Las Médulas, según los distintos estudios desarrollados por expertos, se debió acometer en distintas fases. En la primera, y para las zonas próximas a Carucedo, cercanas al río, se practicó el método de arrugia. En la segunda, a más altura, se intenta captar aguas del arroyo de Valdecorrales en Llamas de Cabrera, algo que finalmente se debió descartar. Se decidió atacar entonces el núcleo principal del yacimiento de Las Médulas por el procedimiento de *ruina montium*, para lo que se incrementó el aporte de agua con más canales. En la etapa final, en Las Médulas y Orellán, se volvió a la explotación a cotas más bajas llevando el agua por zanjas. Sus restos hoy son las galerías y los depósitos de la ladera llamada Jardines del Rey. El agotamiento de los filones, coincidente para algunos estudiosos con el descubrimiento alternativo del de Llamas de Cabrera, debió de precipitar el abandono de Las Médulas.

Las labores a cielo abierto también pueden dejar sobre el terreno huellas en forma de hondonadas que en ocasiones pueden alcanzar varios kilómetros de extensión. En la zona sur de la península Ibérica destacan poderosamente algunas labores de este tipo sobre filones, que se conocen con el nombre de “rafas”. Se realizaron sobre filones de plomo-plata que podían llegar a alcanzar mediante minería subterránea profundidades superiores a los 100 metros. Algunos ejemplos de ello son las minas de La Loba (Córdoba), con 2 kilómetros por 100 de profundidad, o la de Los Escoriales (Jaén), sobre un campo filoniano de 10 kilómetros que alcanza en su sector central una profundidad de hasta 160 metros, o la mina Diógenes (Ciudad Real), que también fue explotada superficialmente mediante “rafas”.

Sin embargo, las minas de Río Tinto (Huelva) pasan por ser las más grandes del mundo, con una profundidad de roca de 350 metros. El paisaje que ha quedado tras siglos de explotación tiene una gama cromática infinita y unos contrastes que se acentúan gracias a los colores que la naturaleza ofrece tanto en las rocas como en los ríos de la zona.

## Minas de plata

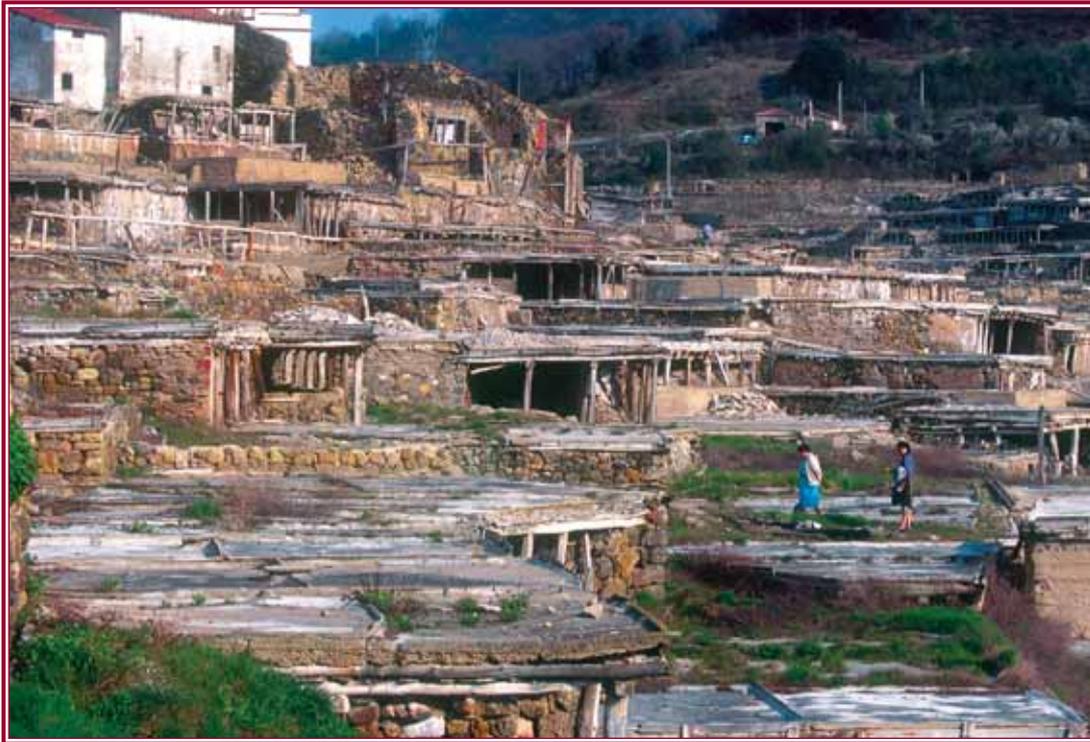
La extracción de plata también estuvo entre los objetivos de la minería romana, y de hecho fue también una actividad muy intensa en Hispania durante la época imperial. Los testimonios arqueológicos



Arriba, herramientas de minería romana. Debajo, oro, plata y cobre fueron minerales empleados por los romanos en la acuñación de monedas. Museo Romano de Ampurias.

cos indican que en la zona de Arditurri, en Oiartzun (Guipúzcoa) y en el entorno desde Bera de Bidasoa a Irún se practicó un intenso laboreo; también se trabajó en otros yacimientos menores en los alrededores del macizo de Cinco Villas o de Uda-la para extraer el metal.

Por los restos encontrados por arqueólogos e historiadores, se estima que estas explotaciones co-



menzaron en la época de Augusto y continuaron durante todo el siglo I de nuestra era. Posteriormente es posible que cayera la producción o que se abandonara debido a la competencia de otros focos más productivos. Así quedaron olvidadas hasta que a finales del siglo XVIII fueron redescubiertas por un ingeniero alemán, Juan Guillermo Thalacker, que fue llamado por la familia Sein de Oiartzun para poner nuevamente en marcha las minas de Arditurri.

Conocedor de buena parte de las minas romanas peninsulares, elaboró un informe en el año 1804 en el que describía las características de las galerías. Fue utilizado entonces para solicitar concesiones mineras a finales del siglo XIX, ya que identificando los trabajos romanos se llegaba a filones que no habían sido agotados y que se podían poner de nuevo en explotación. Desgraciadamente, para ello hubo que ampliar las galerías, destruyendo de esta forma los vestigios antiguos y pulverizando un legado arqueológico tal y como fue concebido en época romana.

En esa época se calculó que fueron necesarios más de 400 hombres durante 200 años para abrir los 15 kilómetros existentes en la zona de Arditurri, que es la más investigada. La minería romana presenta aquí unas características particulares, con galerías estrechas de formas

Los romanos atribuían un elevado valor a la sal, que se usaba como moneda de cambio, por lo que su extracción fue una actividad destacada en Hispania. En la imagen, poblado salinero de Peralta de la Sal (Huesca). Abajo, veta del valioso *lapis specularis*.

## *La búsqueda del 'lapis specularis', mineral para fabricar cristal, fue una de las grandes empresas mineras romanas en Hispania*

abovedadas, paredes rematadas con un fino trabajo de pico y cada cierto trecho con un hueco en el que depositar las lámparas de iluminación. Los suelos están bien tallados y en las zonas de pendientes para facilitar los recorridos.

Para localizar los filones de plata, los mineros romanos, además de observar la vegetación y la superficie, se valían de galerías que cruzaban los estratos superficiales hasta encontrar la deseada veta. Cuando la alcanzaban, se abría otra galería de trazado horizontal por la que extraían el mineral y

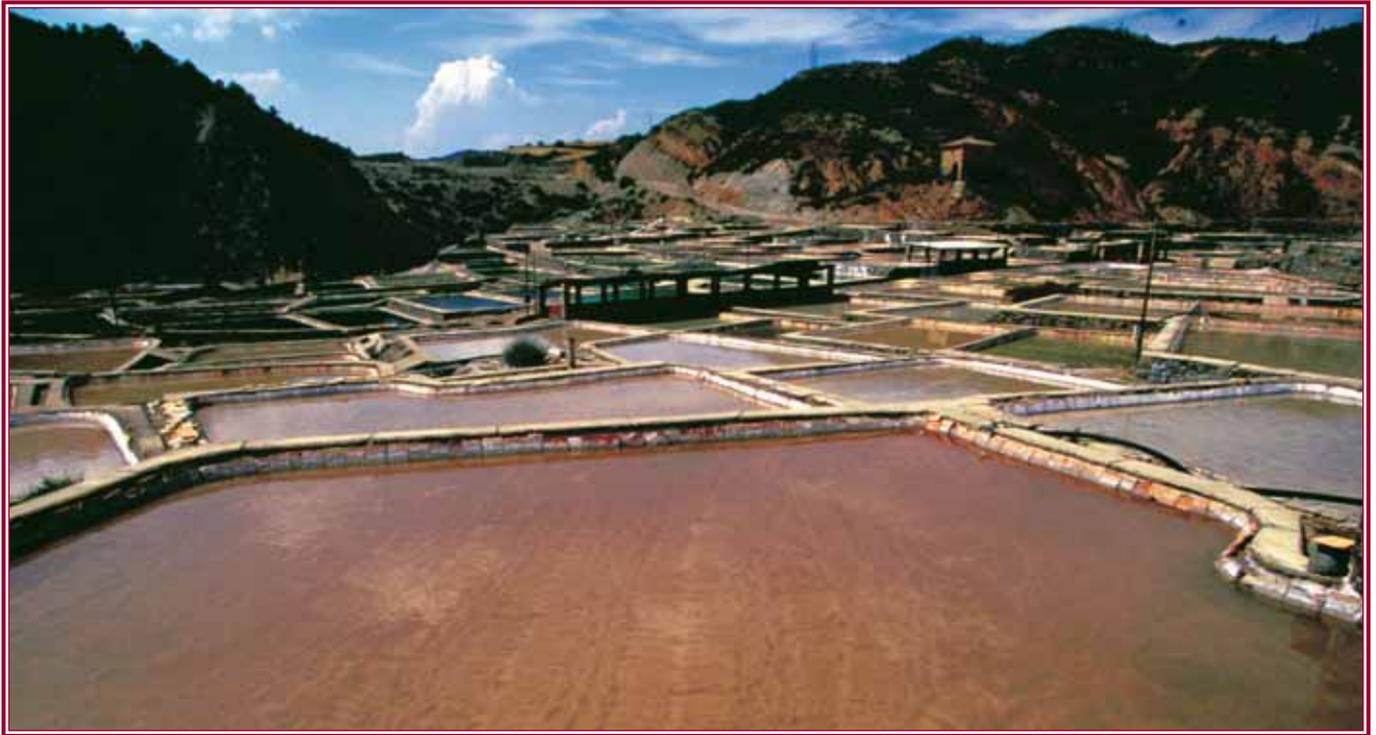
lo sacaban al exterior. Según las características del filón, podían abrirse varias galerías de explotación, evitando en lo posible las entibaciones, ya que les obligaba a dejar partes sin aprovechar.

Para abrir las galerías utilizaban un método que ha sido bastante corriente hasta la aplicación de los explosivos, que se conoce como torrefacción. Este método consiste básicamente en hacer fuegos con madera junto a la roca y dejar que se caliente para que se resquebraje y acabe saltando en pedazos. Luego se trabaja con el pico minero rematando la forma de las galerías.

El mineral se limpiaba de impurezas y se trituraba para seleccionar las partículas de mayor pureza, para luego decantarlo en piletas con agua y fundirlo cerca de la mina. Cuando se encontraba mucha galena (el plomo con alto contenido en plata), la primera fundición daba como resultado un producto en el que ambos metales aparecían mezclados.



A. C. Lapis Specularis



Entonces había que realizar una segunda operación, denominada copelación, con la que se separaba la plata del plomo.

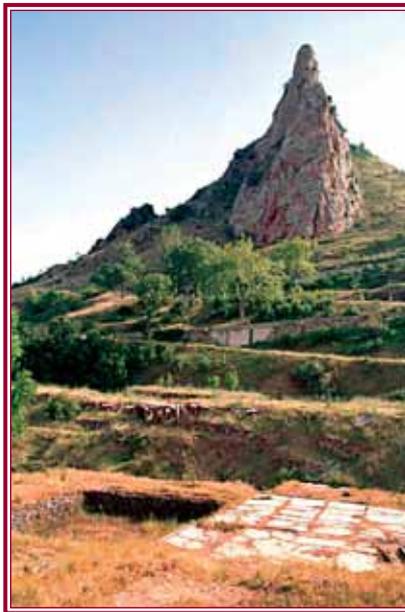
### Preciado cristal

Los romanos explotaron también en la Península durante los siglos I y II d. C. minas del codiciado *lapis specularis*, un yeso selenítico que filtra la luz y puede cortarse con serrucho con facilidad y en finas capas. Aunque lo encontraron en otros lugares del Imperio, como Chipre, Sicilia, Capadocia e incluso África, el de mayor calidad era precisamente el de Hispania, que se extraía de pozos profundos cerca de *Segobriga* (Saelices, Cuenca).

Este material se encuentra bajo tierra encajado en la piedra, por lo que hay que extraerlo y separarlo de ella. En su mayor parte es una piedra fósil que forma un bloque compacto a modo de cemento. Plinio, en sus crónicas, afirma que lo hay negro y blanco, siendo este último más común, y que su carácter excepcional reside en que, a pesar de su fragilidad, resiste el calor y el frío sin deteriorarse.

Durante la época imperial se utilizó como sistema de acristalamiento montado en bastidores ajustables al tamaño de los vanos de las edificaciones. El ensamblaje de placas de espejuelo permitía cubrir espacios tan amplios como se necesitara, ya que los bastidores eran armazones de listones en los que se fijaban las láminas de espejillo. Se podían construir desde grandes ventanales hasta invernaderos.

Se utilizó también como elemento decorativo y estético para revestimiento de edificios, en pavimentos en forma de virutas y láminas, como por



El salinar de Peralta de la Sal (Huesca), aún en funcionamiento, fue explotado por los romanos desde el siglo I de nuestra era.

ejemplo, para recubrir el circo máximo durante los espectáculos. También se utilizó para la calcinación de las placas, como escayola, yeso para molduras, vaciados y enyesado de paredes.

El modelo básico de explotación romana en las minas fue el de cámaras y pilares, muy evidente en las minas que se han conservado en torno a *Segobriga* (Cuenca), como las de Torrejoncillo del Rey o Huete (Cuenca).

Dichas minas abarcan en ocasiones diversos pisos, y se han encontrado hasta de cinco niveles de profundidad. Los pozos que se construyen suelen tener una forma rectangular o cua-

drada, y alcanzan gran profundidad, conectando incluso los diferentes pisos entre sí. Su funcionalidad es múltiple, ya que además de su uso para la extracción del *lapis specularis* sirven tanto para acceder al minado como para iluminar el interior con luz natural. Así se aprecia en la mina “La Terrorífica”, en Huete-Palomares del Campo (Cuenca).

Para comunicar los distintos niveles y pisos de las explotaciones, los mineros romanos esculpieron en la roca una serie de escalones para ascender o descender con más facilidad a las zonas de labores. Estos peldaños tallados aún se encuentran en algunas minas de Osa de la Vega (Cuenca), como en “La Condenada”. ■

- **Adam, Jean-Pierre.** La construcción romana. Materiales y técnicas. Editorial de los Oficios. León, 1996.
- **Alonso Sánchez, M<sup>a</sup> Ángeles.** Fortificaciones romanas en Extremadura. Defensa del territorio. Universidad de Extremadura.
- **Álvarez Ezquerro, Jaime.** La navegación prerromana en la península Ibérica.
- **Arboli Martínez, Félix.** Caminos de la mar: apuntes históricos.
- **Arce, Javier.** El último siglo de la España romana (284-409). Alianza Universidad. Madrid, 1994.
- **Arenillas Parra, Miguel.** Presas romanas en España. Ingeniería y Territorio, n<sup>o</sup> 62, 2003.
- **Blázquez, José María.** Los pueblos de España y el Mediterráneo en la Antigüedad. Ediciones Cátedra. Madrid, 2000.
- **Blázquez, José María y otros.** Historia de España antigua. Editorial Cátedra. Madrid, 1995.
- **Bravo Jiménez, Salvador.** La vivienda como reflejo de la sociedad urbana hispanorromana, en *Scripta Nova*, Revista Electrónica de Geografía y Ciencias Sociales. Vol. VII, número 146. Universidad de Barcelona. Barcelona, 1993.
- **Carreras y Candi, Francisco.** La navegación en el río Ebro (notas históricas). Editorial La Hormiga de Oro. Barcelona, 1940.
- **Carretero, Santiago.** Los campamentos romanos de Petavonium. Fundación Rei Afonso, 1996.
- **Casson, Lionel.** Ships and seamanship in the ancient world. John Hopkins Univ. Press. Baltimore, 1995.
- **Casson, Lionel.** Los antiguos marinos: navegantes y guerreros del mar Mediterráneo en la Antigüedad. Buenos Aires, 1969.
- **Chatterton, E. Feble.** Ships and ways of other days. Ed. Sidgwick&Jackson. Londres, 1913.
- **Choisy, Auguste.** El arte de construir en Roma. Ministerio de Fomento. Centro de Publicaciones. Madrid, 2005.
- **Chueca Goitia, Fernando.** Breve historia del urbanismo. Alianza Editorial. Madrid, 1993.
- **Cotogno, Ottavio.** Nuovo itinerario delle poste pertutto il mondo, D'Ottavio Cotogno luogotenente del corriere maggiore del presente stato di Milano. Milán, 1616.
- **Cotter, Charles H.** A history of the navigator's sextant. Brown Son&Ferguson. Glasgow, 1983.
- **Fernández Casado, Carlos.** Ingeniería hidráulica romana. Colegio ICCP. Madrid, 1985
- **García Bellido, Antonio.** El ejército romano en Hispania, en Archivo Español de Arqueología (semestral), vol. 49, n<sup>o</sup> 133-134 de 1976. Pags.: 59-102.
- **García Franco, Salvador.** Historia del arte y ciencia de navegar. Instituto Histórico de Marina. Madrid, 1947.
- **González Tascón, Ignacio y Velázquez, Isabel.** Ingeniería romana en Hispania. Historia y técnicas constructivas. Fundación Juanelo Turriano. Madrid, 2004.
- **Hansen, Hans Jürgen.** El arte de la navegación y su historia: arte y artesanía de los marinos y de los constructores de navíos. Ediciones Larrainza. Pamplona, 1974.
- **Ibarra Grasso, Dick Edgard.** Breve historia de la navegación primitiva. Ed. Doxa. Buenos Aires, 1955.
- **Laguardia Trías, Ronaldo A.** Las más antiguas determinaciones de latitud en el Atlántico y el Índico.
- **Lewis M.J.T.** Surveying instruments of Greece and Rome. Cambridge University. 2001.
- **Malissard, Alain.** Los romanos y el agua. Herder Editorial. Barcelona, 2001.
- **Meneses, Alonso de.** Repertorio de caminos ordenado por Alonso de Meneses Correo. Añadido el Camino de Madrid a Roma. Con un memorial de muchas cosas sucedidas en España. Y con el Repertorio de cuentas, conforme a la nueva premática. 1576. Madrid, 1976.
- **Ministerio de Cultura.** La ciudad hispanorromana. Ministerio de Cultura. Barcelona, 1993.
- **Ministerio de Obras Públicas y Transportes.** El camino de Andalucía. Itinerarios históricos entre la Meseta y el valle del Guadalquivir. Madrid, 1993.
- **Montanelli, Indro.** Historia de Roma. Plaza y Janés. Barcelona, 1963.
- **Montañés Caballero, Salvador.** Ingeniería hidráulica romana en Medina Sidonia. *Revista de Arqueología*, n<sup>o</sup> 146, 1993.
- **Moreno Gallo, Isaac.** Topografía romana, publicado en *Elementos de ingeniería romana*, libro de ponencias del congreso europeo "Las obras públicas romanas". Tarragona, 2004.
- **Moreno Gallo, Isaac.** Vías romanas. Ingeniería y técnica constructiva. Cedex-Cehopu, Ministerio de Fomento. Madrid, 2006
- **Morillo Cerdán, Ángel (coord.).** Arquitectura militar romana en Hispania. CSIC.
- **Morillo, Ángel y Aurrecochea, Joaquín (eds.).** The roman army in Hispania. An archaeological guide. Univ. de León. León, 2006.
- **Morillo, Ángel; Cadiou, François y Hourcade, David.** Defensa y territorio en Hispania. De los Escipiones a Augusto. Actas del coloquio celebrado en la Casa de Velázquez en marzo de 2001. Ed. Universidad de León /Casa de Velázquez.
- **Peñalosa, Javier de Juan y Fernández Giménez, Santiago.** Historia de la navegación. Ed. Urbión. Madrid, 1980.
- **Plinio el Viejo.** Historia natural. Editorial Gredos.
- **Ponz, Antonio.** Viaje de España. 1725-1792, tomo VII.
- **Raya Retamero, Salvador.** Andalucía en 1599 vista por Diego Cuelvis. Caligrama Ediciones. Málaga, 2002.
- **Resina Sola, P.** Función y técnica de la agrimensura en Roma. Colegio de Ingenieros Técnicos en Topografía, 1990.
- **Rodríguez Neila, Juan Francisco.** Aqua pública y política municipal romana. Madrid, 1988.
- **Steinitz, Francis.** The ship, its origin and progress. Ed. Wim. H. Allen. Londres, 1849.
- **Ventura Villanueva, Ángel.** El abastecimiento de agua a la Córdoba romana. Publicaciones de la Universidad de Córdoba. Córdoba, 1996.
- **Vigueras, Modesto.** Introducción al estudio de la tecnología de la construcción de las vías romanas (una investigación previa). Ministerio de Fomento. Madrid, 2004.
- **Varios autores.** Aqua romana: técnica humana y fuerza divina. Barcelona, 2004.
- **VV AA.** Hispania. El legado de Roma. Catálogo de la exposición celebrada en La Lonja de Zaragoza entre septiembre y noviembre de 1998. Ministerio de Educación y Cultura, Ayuntamiento de Zaragoza e Ibercaja. Zaragoza, 1998.
- **VV AA.** Historia de España. Edad Antigua. Alianza. Madrid, 1976.
- **VV AA (Matías Rodríguez, Roberto; Sánchez-Palencia, F. Javier; Orejas, Almudena; Sastre, Inés; Pérez, Luis Carlos).** Nuevos elementos de ingeniería romana. III Congreso Europeo Obras Públicas romanas. Editado por la Junta de Castilla y León y el Colegio de Ingenieros Técnicos de Obras Públicas. Valladolid, 2006.
- **VV AA (Bernárdez Gómez, María José y Guisado di Montí, Juan Carlos).** Artifex: Ingeniería romana en España. Madrid, 2002.
- **VV AA.** I Congreso Europeo Obras Públicas romanas. Mérida, 2002.
- **VV AA.** La gestió de l'aigua a les ciutats romanes d'Hispania. Empúries, n<sup>o</sup> 53, 2002.
- **VV AA.** Numancia. Guía del yacimiento. Asociación de Amigos del Museo Numantino. Consejería de Cultura de la Junta de Castilla y León. Soria, 2002.
- **Vitruvio, Marco.** Los 10 libros de arquitectura. Alianza Editorial.

## PORTALES Y PÁGINAS WEB

- **Biblioteca virtual Miguel de Cervantes** ([cervantesvirtual.com/portal/Antigua/hispania.romana.shtml](http://cervantesvirtual.com/portal/Antigua/hispania.romana.shtml)).
- **Fundación Las Médulas** ([fundacionlasmedulas.com](http://fundacionlasmedulas.com)).
- **Gipuzkoakultura** ([Gipuzkoakultura.net](http://Gipuzkoakultura.net)), Bertan 17, La época romana: minería.
- **Lapis Specularis** ([lapisspecularis.org](http://lapisspecularis.org)).
- **Traianvs** ([traianvs.rediris.es](http://traianvs.rediris.es)).

## Agradecimientos

**José María Álvarez Martínez, director del Museo Nacional de Arte Romano de Mérida; Germán Garbarino de la Rosa, gerente de Alavista Monumentos en Cádiz; Museo de Arqueología de Cataluña, sección Ampurias; Consejería de Cultura del Ayuntamiento de Tarragona; y Asociación de Amigos del Museo Numantino.**

Centro virtual de publicaciones del Ministerio de Fomento:

[www.fomento.gob.es](http://www.fomento.gob.es)

Catálogo de publicaciones de la Administración General del Estado:

<http://publicacionesoficiales.boe.es>

Título de la obra: **Revista del Ministerio de Fomento, Extra nº 564, julio-agosto 2007**  
**INGENIERÍA ROMANA EN ESPAÑA..**

Año de edición: **Agosto 2007**

Edición digital:

1ª edición electrónica: **Octubre 2013**

Formato: **PDF**

Tamaño: **95 MB**

NIPO: 161-13-158-5

I.S.S.N.: 1577-4929

P.V.P. (IVA incluido): 1,50 €

Edita:

Centro de Publicaciones  
Secretaría General Técnica  
Ministerio de Fomento©

**Aviso Legal:** Todos los derechos reservados. Esta publicación no podrá ser reproducida ni en todo, ni en parte, ni transmitida por sistema de recuperación de información en ninguna forma ni en ningún medio, sea mecánico, fotoquímico, electrónico o cualquier otro.

