

IV. ÉPOCA ROMANA

Roman Period



Proyectiles de catapulta romana procedentes de la fortificación de "La Espina del Gállego" (Cantabria). Estudio y tratamiento de conservación

Roman Ballista catapult from the fortification at "La Espina del Gallego" (Cantabria). Study and Conservation Treatment

Eduardo PERALTA LABRADOR¹

Rubén SÁEZ ABAD²

Carmelo FERNÁNDEZ IBÁÑEZ³

RESUMEN

Este trabajo reúne la información proporcionada por dos puntas de dardo en hierro procedentes de la excavación de la fortificación militar romana de época tardorrepública. La primera parte es el estudio arqueológico. Los objetos que acompañaban a estos hallazgos ilustran su contexto temporal, fechado durante la guerra de conquista contra las poblaciones de los Cantabros. Ambas se identifican como proyectiles utilizados en artillería de torsión (catapulta de tipo *scorpio*), más en concreto con sus dardos (*pila catapultaria*), y cuyo estudio en la bibliografía española es bastante escaso. Finalmente, se detallan todos los pasos dados y los datos obtenidos en el tratamiento de Conservación y Restauración llevado a cabo en una de ellas.

ABSTRACT

This paper draws together the information provided by two iron bolt heads recovered in the excavation of a Roman military fortification of the Late Republican period. The first part is the archaeological study. The objects that accompanied these finds illustrate their chronological context, dated during the war of conquest against the Cantabrian population. They are both identified as projectiles used in torsion artillery (a catapult of the *scorpio* type), more precisely as bolts (*pila catapultaria*), which have been little studied in Spanish literature. Finally, details are given of the steps taken and the data obtained during the Conservation and Restoration procedure carried out on one of the objects.

PALABRAS CLAVE: Artillería romana. Cantabria. Conservación. Hierro. *Militaria*. Tardorrepública. Restauración.

KEY WORDS: Cantabria. Conservation. Iron. Late Republic. *Militaria*. Restoration. Roman artillery.

I. INTRODUCCIÓN

El estudio del Patrimonio es una cuestión poliédrica en su estudio; este artículo es una muestra. A partir de un par de objetos de especial relevancia arqueológica como son las cabezas de proyectil procedentes de las excavaciones realizadas en la fortificación de La Espina del Gállego, hemos elaborado un trabajo articulado en tres grandes apartados que desarrollan otros tantos aspectos sobre tales objetos y relacionados entre sí, cada uno de los cuales con la responsabilidad de los especialistas que lo hemos firmado. No obstante podríamos resumir en dos conceptos los temas aquí tratados: arqueología y conservación.

Resulta evidente desde cualquier punto de vista que sin un correcto tratamiento de Conservación y/o

Restauración de los objetos recuperados con metodología arqueológica, ya bien conocido el precario estado en el que normalmente suelen aparecer (sobre todo si fueron forjados en hierro), no solamente no es posible su conservación al futuro, sino que se pierden multitud de datos ya de por sí menguados. Por lo tanto, sin a una adecuada limpieza que los ponga en evidencia, el conocimiento sobre múltiples aspectos de la antigüedad que nos pueden llegar a proporcionar, por ejemplo estas armas, se puede ver mermado.

Una vez concluida la anterior fase llega la del estudio histórico-arqueológico. A día de hoy no estamos en absoluto sobrados de evidencias materiales sobre poliorcética de época romana. A ello se une el escaso número de hallazgos publicados y aún en contexto, siendo nuestro país un territorio especialmente generoso en evidencias fundamentalmente de época republicana. Menos conocemos aún sobre la maquinaria de guerra altoimperial. La bibliografía es por lo tanto escasa, y nuestro trabajo pretende también aportar un punto más de conocimiento sobre estos temas relacionados con la guerra en la antigüedad. Y más en concreto con el final de la conquista romana de *Hispania*.

1. Instituto de Estudios Prerromanos y de la Antigüedad de Cantabria. Santander.

2. Arqueólogo y Doctor en Historia. Teruel.
Correo electrónico: correo@rubensaez.com

3. Museo de Palencia e Instituto "Sautuola" de Prehistoria y Arqueología (Santander).
Correo electrónico: carmelofdez@ono.com



◀ Figura 1: Situación geográfica del yacimiento de la Espina del Gállego (Cantabria).

II. LOS HALLAZGOS Y SU CONTEXTO ARQUEOLÓGICO E HISTÓRICO

II.1. El castro de la Espina del Gállego

En el año 1996, dentro del proyecto de prospecciones arqueológicas autorizado por la Consejería de Cultura de Cantabria, cuyo objetivo era la búsqueda de emplazamientos castreños de la Edad del Hierro y de otros vestigios relacionables con el período de las Guerras Cántabras, un equipo de investigación procedió a la exploración sistemática de las zonas de altura de los valles del sector central de Cantabria, en especial de los cordales montañosos que dominan las cuencas del Pas y del Besaya⁴. Para ello se desarrolló una intensa labor de prospección sobre el terreno, de revisión de algunas noticias dispersas sobre posibles enclaves arqueológicos insuficientemente estudiados, y se utilizó ampliamente la fotografía aérea disponible sobre las zonas estudiadas (PERALTA, FERNÁNDEZ y AYLLÓN, 2000). La localización de estas estructuras castreñas y campamentales romanas, lo mismo que en nuestros siguientes trabajos arqueológicos sobre las Guerras Cántabras en el Norte de Castilla, o en los posteriores descubrimientos de nuevos enclaves de este período aportados por otros investigadores tanto en Asturias como en Cantabria, se ha debido principalmente a la identificación como estructuras típicas de la castramentación militar romana de las diversas evidencias fortificadas encontradas sobre el terreno en zonas de altura⁵.

4. El equipo estaba formado por Eduardo Peralta Labrador, Federico Fernández Fernández y Roberto Ayllón Martínez.

5. En ningún caso la aparición de estos yacimientos de las Guerras Cántabras se ha debido a la extracción de materiales arqueológicos por el uso del detector y a un posterior apercebimiento de que allí había estructuras, según ha escrito recientemente un autor (MORILLO, 2008: 81), llevadas a cabo por los diferentes arqueólogos e investigadores del *Bellum Cantabricum*, o sobre cómo se localizan los *castra aestiva* de campaña. En primer lugar se han descubierto y confirmado las estructuras campamentales o castreñas, y en una segunda fase de sondeos y excavaciones debidamente autorizadas, la utilización del detector de metales ha ayudado a la localización de material numismático y por lo tanto a la fechación de estos enclaves militares temporales.

De los diversos enclaves arqueológicos descubiertos o confirmados durante dicha campaña de prospecciones los principales corresponden al conjunto militar de las Guerras Cántabras, formado por los campamentos romanos de Cildá, El Cantón o La Redonda y el castro de la Espina del Gállego, todos ellos situados en el interfluvio Pas-Besaya (PERALTA, 1997; 1998; 1999a; 1999b; 2000a; 2000b; 2001s; 2001b; 2002a; 2002b; 2003; 2004a; 2004b; 2006; 2009; PERALTA, FERNÁNDEZ y AYLLÓN, 2000). El último de ellos, el castro de la Espina del Gállego, fue citado por primera vez por Javier González de Riancho en su obra sobre la vía romana de El Escudo (GONZÁLEZ DE RIANCHO, 1988: 55-56, 59-60). Durante las labores de reconocimiento sobre el terreno se comprobó que el estrechamiento de la sierra conocido como la Espina del Gállego está fortificado por varias líneas de muralla de diferente entidad, y que en él eran visibles restos de otras estructuras.

El monte de la Espina del Gállego tiene 968 metros de altitud y es parte de la sierra que forma la divisoria entre los valles de Toranzo e Iguña, en el sector central de la vertiente costera de Cantabria (Figura 1). Sobre él se asienta un castro fortificado que fue ocupado por una guarnición militar romana durante el período de las Guerras Cántabras. El yacimiento se encuentra en terrenos de los ayuntamientos de Corvera de Toranzo, Anievas y Arenas de Iguña.

Se trata de un estratégico enclave que controla la entrada natural por la línea de cumbres que desde el Valle del Ebro y la Sierra del Escudo se interna en dirección Norte hacia la costa y el puerto de Santander. Aprovecha un estrechamiento de la sierra desde el que es fácil impedir cualquier avance por la misma. El sistema de amurallamientos y otras fortificaciones reforzó los puntos más accesibles, principalmente los sectores Sur y Oeste del asentamiento. Desde el castro el dominio visual del territorio de los valles circundantes es completo.

La muralla exterior, de factura romana según se ha comprobado en las excavaciones y de la que se con-

servan importantes vestigios, cierra un recinto de cerca de 3 hectáreas. Alrededor de la cumbre una segunda muralla forma una acrópolis en la que también se aprecian restos de un foso (Lámina I). En esta última obra defensiva se han documentado arreglos y reacondicionamientos de época romana, aunque sobre una estructura que parece más antigua. Por último, en la parte superior dispone de un tercer anillo defensivo de escasa entidad que cierra la acrópolis superior. Se trata de un zócalo de varias hiladas de piedra que sustentaría una estructura defensiva de madera. En esta última línea se ha excavado una puerta con torre y sistema de *clavicula* exterior.



Lámina I: Fotografía mostrando el aérea que ocupa el castro de la Espina del Gállego (Foto: E. Peralta).

En la zona más alta y llana de la acrópolis, desde la mencionada puerta en *clavicula*, se aprecia la existencia de un edificio estrecho y alargado de unos cien metros de largo por casi cinco de anchura. Esta construcción no es completamente rectilínea, sino que su planta es ligeramente quebrada para adaptarse a la zona llana de la parte alta de la acrópolis.

II.2. Cronología y circunstancias del hallazgo

Los trabajos arqueológicos en el castro de la Espina del Gállego han comprobado la existencia de una primera ocupación indígena, a la que corresponden estructuras de cabañas y un edificio rectangular de bloques ciclópeos y cubierta abovedada por aproximación de hiladas, localizados en la ladera Oeste del emplazamiento. También se dispone de una fechación de la segunda mitad del siglo II a.C., obtenida por ^{14}C de restos de madera carbonizada encontrados en un agujero de poste de una construcción antigua situada bajo el barracón romano de la acrópolis⁶.

En una segunda fase esta ocupación indígena fue borrada casi por completo por los trabajos de explotación y reacondicionamiento llevados a cabo por una unidad militar romana, que allanó la cima de la acrópolis (en algunos puntos hasta la roca madre), para instalar en ella un barracón que ocupa longitudinalmente toda la cima en dirección Sur - Noroeste. También se erigen en este momento otras líneas de murallas y sistemas defensivos concretamente las líneas exterior e interior.

II.2.1. Los proyectiles

La primera pieza arqueológica aparecida en la Espina del Gállego se encontró durante las preliminares labores de reconocimiento sobre el terreno del mencionado enclave fortificado en el año 1996. Se trata de una punta de hierro de *pilum catapultarium* piramidal de sección cuadrada y empuñadura tubular. Mide 92 mm de largo por 24 mm de ancho en la base de la punta y 20 mm de diámetro en el empuñadura (Figura 2.1). La pieza, muy deteriorada y deformada por la oxidación, se encontró en superficie medio cubierta por la vegetación entre un pequeño grupo de bloques de piedra de mediano tamaño correspondientes a la cara exterior del zócalo del muro Oeste del barracón militar de la acrópolis, cerca del extremo Norte del edificio (Coordenadas UTM del hallazgo: X: 420735.08. Y: 4781401.47).

Del mismo yacimiento procede otro *pilum catapultarium* de hierro, de sección piramidal triangular y con empuñadura tubular; la pieza mide 85 mm de largo por 26 mm de anchura máxima en la base de la cabeza y 15 mm de anchura máxima en el empuñadura (Figura 2,2). Este segundo ejemplar se encontró durante las campañas de excavación en el sector Sur de la línea defensiva superior, en la base de la cara interna del zócalo de la misma y junto a la entrada en *clavicula* exterior, lugar donde existe un pequeño murete perpendicular al zócalo del amurallamiento (Coordenadas UTM del hallazgo: X: 420776.36. Y: 4781323.46). El *pilum* se encontraba casi en superficie, bajo la capa de césped.

Estos dos ejemplares testimonian la presencia de artillería de torsión (*tormenta*) entre el equipamiento bélico de la guarnición militar romana de la Espina del Gállego. Por las dimensiones de los proyectiles hay que pensar en catapultas de pequeñas dimensiones del tipo *scorpio*, de las que cada centuria disponía de una.

II.2.2. La ocultación numismática

Las excavaciones arqueológicas en este yacimiento a partir de 1997 permitieron confirmar que este edificio es un barracón militar romano construido mediante un zócalo de piedra de tres o cuatro hiladas y pare-

6. NSF-Arizona AMS Laboratory (Universidad de Arizona). Espina del Gállego. Nº de muestra: AA29659. Materia: carbón. Resultado 2.110 ± 60 BP. Calibrado por el método de G. W. Pearson a dos sigmas (σ), el resultado es un intervalo comprendido entre el 367 a.C. y el 10 a.C. con tres intersecciones en la curva, la fecha más probable es 160, 138 y 124 a.C. (PERALTA, 2000b: 367, nota 3).

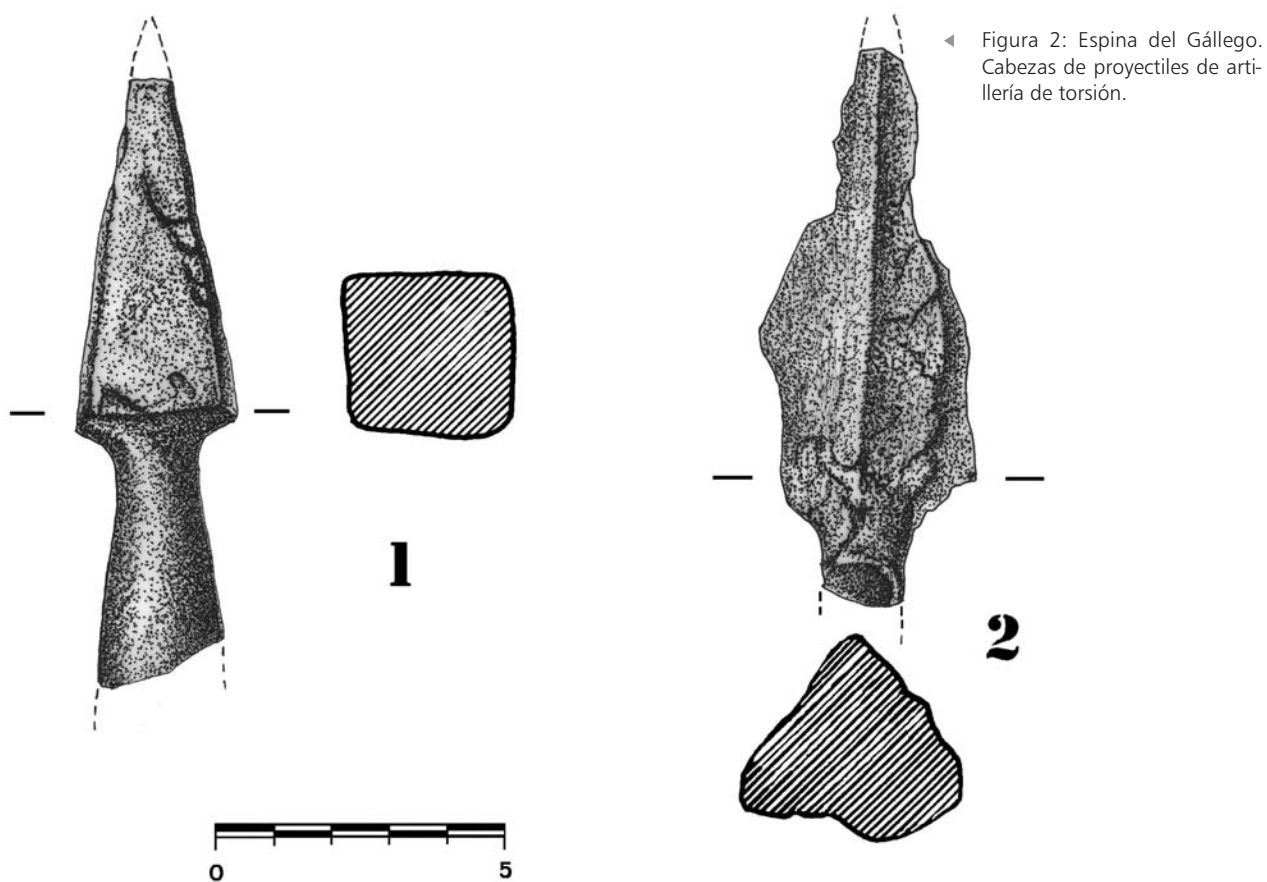


Lámina II: Acrópolis de la Espina del Gállego (Foto: E. Peralta): 1.- Lugar de procedencia del tesoriillo, 2.- Lugar donde fue hallado el primer *pilum catapultarium*, 3.- Lugar donde fue hallado el entalle, 4.- Lugar donde fue hallado el segundo *pilum catapultarium*.



Lámina III: Puerta con *clavicula* exterior y torre del amurallamiento superior de la Espina del Gállego. En círculo indica el lugar donde fue exhumado el segundo *pilum catapultarium* (Foto: E. Peralta).

des y techumbre a dos aguas a base de tablazón de madera. Entre los materiales más destacables aparecidos en el interior del edificio, que dispone de subdivisiones internas relacionables con los *cubicula* de los *contubernia* y con otras dependencias destinadas a labores de fundición de hierro, se encuentran los característicos *clavis caligae* romanos y un conjunto numismático de nueve denarios republicanos encuadrables entre 133 a.C. y 42 a.C. (Láminas III a V). Este tesoro apareció sobre el encanchado interno del extremo Norte del barracón (alrededor de las siguientes coordenadas UTM: X: 420736.14. Y: 4781408.34), cerca del lugar donde se encontró el primer *pilum*.

Son las siguientes acuñaciones:

1.- Denario de FONTEIA:

Vs. Cabeza janiforme laureada de de los Dióscuros o de Fontvs, hijo de Jano, y marcas de valor. Gráfica punteada.
Rs. C. FONT. ROMA, galera con piloto y tres remeros. Gráfica punteada.
Ceca: Roma.
Ag. D. 18 mm. 3,13 g. Cuños 8H.
D Crawford: 133/114 a.C. (CRAWFORD, 1974: 290: 1, Pl. XL: 5, pág. 304), Grueber: 91/89 a.C. (GRUEBER, 1970: 597-616, Pl. XCIV, pág. 292.295, vol. I).

2.- Denario de VOLTEIA:

Vs. Cabeza de Baco a derecha coronado de yedra y de uvas. Gráfica punteada.
Rs. M. VOLTEI.M.F. (exergo), Ceres en biga tirada por serpientes. Gráfica punteada.
Ceca: Roma.

Ag. D. 17,5 mm. 2,87 g. Cuños 7H.
D Crawford: 78 a.C. (CRAWFORD, 1974: 385: 3, Pl. XLIX: 6, pág. 399), Grueber: ca. 78 a.C. (GRUEBER, 1970: 3160-3178, Pl. XLII: 3, pág. 389-390, vol. I).

3.- Denario de CAECILIA:

Vs. Cabeza de Pietas con diadema a derecha y cigüeña. Gráfica punteada.
Rs. Q.C.M.P.I. (exergo), elefante hacia la derecha.
Ceca: norte de Italia o Hispania.
Ag. D. 14 mm. 2,55 g. Cuños 7H.
D Crawford: 81 a.C. (CRAWFORD, 1974: 374: 1. Pl. XLVIII: 7, pág. 390), Grueber: ca. 79/77 a.C. (CRAWFORD, 1974: 374: 1. Pl. XLVIII: 7, pág. 390).

4.- Denario de CALPVURNIA (forrado):

Vs. Cabeza de Apolo a derecha con diadema. Marca de ceca (LXXI).
Rs. C.PISO.L.F.FR, jinete con palma hacia la derecha.
Ceca: Roma.
Ag. D. 17,9 mm. 2,22 g (fractura con pérdida de material). Cuños 5H.
D Crawford: 67 a.C. (CRAWFORD, 1974: 408: 1 b, Pl. L: 19, pág. 435), Grueber: 64 a.C. (GRUEBER, 1970: 367, pág. 453, vol. I).

5.- Denario de FVRIA:

Vs. III VIR BROCCHI, cabeza de Ceres hacia la derecha y espiga de trigo. Gráfica punteada.
Rs. L.FVRI CN.F, silla curul y *fasces* a los lados. Gráfica punteada.
Ceca: Roma.
Ag. D. 17,5 mm. 2,6 g (presenta fractura con 1/6 de pérdida). Cuños 6H.
D Crawford: 63 a.C. (CRAWFORD, 1974: 414: 1, Pl. LI: 2, pág. 440), Grueber: 55 a.C. (GRUEBER, 1970: 3896, Pl. XLVIII: 19, pág. 486, vol. I).

6.- Denario de SCRIBONIA (forrado):

Vs. LIBO / BON.EVENTI, cabeza de Bonus Eventus a derecha. Gráfica punteada.
Rs. PVTEAL SCRIBON, puteal *Scribonianum* con guirnalda, dos liras y un martillo en la base. Gráfica punteada.
Ceca: Roma.
Ag. D. 18,6 mm. 2,6 g (presenta fractura con pérdida de material). Cuños 6H.
D Crawford: 62 a.C. (CRAWFORD, 1974: 416: 1 a, Pl. LI: 4, pág. 441), Grueber: 71/54 a.C. (GRUEBER, 1970: 3377, pág. 419, vol. I).



Lámina IV: Tesorillo de la Espina del Gállego. Anversos (Foto: E. Peralta).



Lámina V: Tesorillo de la Espina del Gállego. Reversos (Foto: E. Peralta).

7.- Denario de IVLIA:

Vs. Cabeza de Venus con diadema a derecha. Gráfica punteada.

Rs. CAESAR, Eneas portando el *palladium* y a Anquises. Gráfica punteada.

Ceca: África o alguna provincia de Oriente tras la batalla de Farsalia.

Ag. D(¿F?). 17,5 mm. 2,55 g. Cuños 6H.

D Crawford: 47/46 a.C. (CRAWFORD, 1974: 458: 1, Pl. LIV: 10, pág. 471), Grueber: 48 a.C. (GRUEBER, 1970: 31, Pl. CX: 20, pág. 469, vol. II).

8.- Denario de VALERIA (forrado):

Vs. ACISCVLVS, cabeza de Apolo con diadema a derecha, estrella encima y martillo o pico detrás de Apolo. Gráfica punteada.

Rs. L. VALERIVS, Europa sobre toro y sosteniendo un chal. Gráfica punteada.

Ceca: Roma.

Ag. D. 19 mm. 2,25 g. Cuños 6H.

D Crawford: 45 a.C. (CRAWFORD, 1974: 474: 1 a., pág. 483), Grueber: ca. 45 a.C. (GRUEBER, 1970: 4099, Pl. LIII, 1, pág. 534, vol. I).

9.- Denario de MUSSIDIA IVLIA:

Vs. Cabeza de Julio César con corona de laurel a derecha. Gráfica punteada.

Rs. L.MVSSIDIVS.LONGVS, cornucopia, globo celeste, timón, caduceo o *apex*. Gráfica punteada.

Ceca: Roma.

Ag. D(¿F?). 18,7 mm. 2,5 g. Cuños 4H.

D Crawford: 42 a.C. (CRAWFORD, 1974: 494: 39 a, pág. 508), Grueber: 39 a.C. (GRUEBER, 1970: 4238, Pl. LVI: 19, pág. 577, vol. I).

La ausencia de acuñaciones del triunvirato o de época augustea ha llevado a García-Bellido a fechar el momento de la pérdida del conjunto numismático entre el 42 a.C. y mediados del decenio siguiente, negando la cronología de las Guerras Cántabras en la que hemos encuadrado por nuestra parte la ocupación militar del castro de la Espina del Gállego (GARCÍA-BELLIDO, 2004: 79; 2006-II: 669). Difícilmente puede aceptarse esta propuesta cronológica de García-Bellido para el lote y el yacimiento porque supondría una temprana e impensable penetración del ejército romano en el corazón de la vertiente costera de Cantabria muchos años antes de las guerras de conquista del territorio de los cántabros (29-16 a.C.). No disponemos de datos en las fuentes grecolatinas o en la arqueología que apoyen tal control militar romano antes del *Bellum Cantanbricum*, y menos sobre la presencia de guarniciones semiestables como la que se asentó en la Espina del Gállego. La llegada del ejército romano a la vertiente costera de Cantabria, según el texto de Orosio (*Hist. adversum paganos*, VI, 21, 6), se produjo durante la campaña de Antistio y continuó con la de Furnio, legados imperiales de la Tarraconense que, de acuerdo al testimonio de Dión Casio (*Historia romana*, LIII, 25, 7; LIV, 5, 1), actuaron respectivamente en los años 25 y 22 a.C.

La ausencia de emisiones triunvirales o augusteas en el pequeño conjunto al que nos referimos puede ser algo puramente fortuito. Sabemos a este respecto

por los otros campamentos de las Guerras Cántabras excavados que la circulación monetaria de acuñaciones republicanas preaugusteas era común y abundante en los asentamientos militares de este período. El ejemplo más cercano lo tenemos en el campamento romano del Campo de las Cercas (Puente Viesgo y San Felices de Buelna, Cantabria), algunos kilómetros al Norte de la Espina del Gállego y relacionable con la penetración romana por este mismo cordal montañoso: en él han aparecido tanto emisiones hispanas de cronología republicana como materiales augusteos (PERALTA, 2001: 36). El campamento de El Cincho (La Población, Cantabria), al Sur, en el inicio de la misma vía de penetración por este cordal montañoso, ha suministrado igualmente materiales numismáticos republicanos y augusteos (GARCÍA ALONSO, 2002; 2003; 2006). Lo mismo se constata en los campamentos del *Bellum Cantabricum* de La Poza (Campoo de Enmedio, Cantabria), La Muela (Sotoscueva, Burgos), Castillejo (Pomar de Valdivia, Palencia), La Loma (Santibáñez de la Peña, Palencia) y La Carisa (Asturias) (CAMINO, ESTRADA, y VINIEGRA, 2006; CAMINO, VINIEGRA y ESTRADA, 2005. CEPEDA, 2006a; 2006b; PERALTA, 2001b; 2006a; 2006b).

Dado que las fuentes precisan que la penetración romana hacia la costa avanzando desde el Sur se produjo en el año 25 a.C. (campaña de Cayo Antistio), la guarnición dejada en la Espina del Gállego para controlar esta vía de penetración tiene que ser ligeramente posterior a esa campaña del 25 a.C. y, en consecuencia, corresponde plenamente al período de las Guerras Cántabras y, posiblemente también, a los años inmediatamente posteriores a las mismas, en los que el ejército romano tuvo que seguir ejerciendo un control directo del territorio mediante guarniciones dejadas en enclaves como la Espina del Gállego o en la cercana cumbre de Cildá, donde también existe un campamento semiestable de pequeñas dimensiones construido a su vez sobre un gran campamento temporal de campaña anterior tipo *castra aestiva*.

II.2.3. El entalle

De la misma zona donde se encontró el primer *pilum catapultarium* se dispone de otra pieza que nos permite una aproximación cronológica algo más imprecisa a la fase de la ocupación militar romana del yacimiento. A pocos metros del muro Oeste del barracón y fuera de este edificio, en la campaña arqueológica de 1998 se encontró un entalle romano de cornalina naranja junto a los restos de un horno de fundición de hierro (Coordenadas UTM del hallazgo: X: 420725.49. Y: 4781394.36). El entalle de anillo es de forma ovalada y plano por ambas caras, con un corte o rebaje en el canto. Apareció fracturado en dos partes, por lo que le falta un pequeño fragmento del extremo superior derecho. Dimensiones: 12,2 x 9,8 x 2,9 mm (Figura 3).

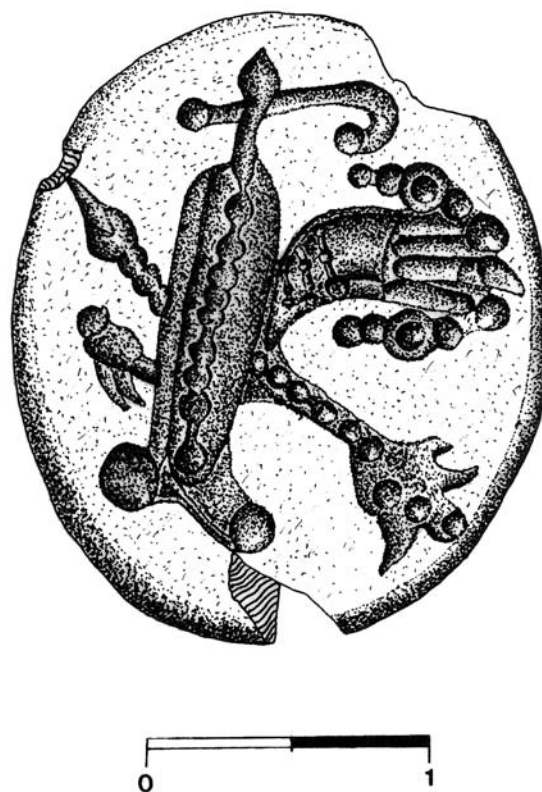


Figura 3: Espina del Gállego. Entalle de cornalina.

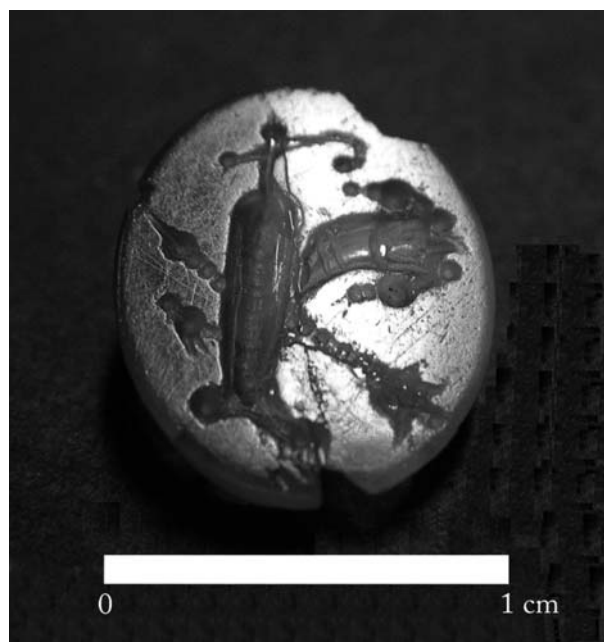


Lámina VI: Entalle de cornalina de la Espina del Gállego (Foto: Eva M^ª Pereda, Museo Regional de Prehistoria y Arqueología -Santander-).

Pese a la fractura el tema representado está completo. Lleva grabado en negativo un motivo alegórico formado en primer término por un timón de barco con eje central de esferas. Sobre el borde del anterior se posa lo que parece una pequeña ave esquemáticamente diseñada. Detrás, cruzados, una cornucopia de la diosa Fortuna y un cetro, este último con la barra

en línea de esferas. La pieza ha sido realizada con taladro de ruedas, y, en los detalles, con taladro redondo que produce las típicas esferas-bolitas del estilo *peillet*. Dicha técnica de bolitas es característica de la glíptica tardorrepublicana desde el siglo II a.C. hasta la época de Augusto (CASAL, 1990: I, 51).

Por lo que se refiere a la temática, los entalles con la cornucopia de la diosa Fortuna son bastante comunes y se fechan generalmente entre época de César y de Augusto (CARUANA, 2001: 152). Puede citarse un caso de un entalle procedente de Ensérune (Hérault, Francia) que lleva casi la misma composición que la pieza de la Espina (cornucopia, timón y tirso o cetro con barra de bolitas), pieza que se fecha hacia mediados del siglo I a.C. (GIRAUD, 1988: 183, n° 843 y lám. LVI, n° 843; Id., 1996: 52: n° 29a). La composición de los entalles de la Espina del Gállego y de Ensérune se repite casi idénticamente (salvo por la presencia de un globo terráqueo, *apex*, de un caduceo en vez de cetro, y por la ausencia del ave) en una moneda de la familia *Mussidia Iulia* (42 ó 39 a.C.), un ejemplar de la cual apareció en el tesoro de este mismo yacimiento (Láminas IV y V). Otro denario de la misma época (42 a.C.) acuñado por *T. Carisius* lleva similares motivos. Es reseñable que los timones y caduceos de ambas acuñaciones exhiben bolitas como las que se aprecian en el eje del timón y en la barra del cetro del entalle que nos ocupa⁷ (CARUANA, 2001: 150-151; SEAR, 2000: 157-n° 448, 272-n° 1426).

A partir de César toda esta simbología de las monedas romanas en la que aparecen juntos el globo terráqueo abrazado por el Cuerno de la Abundancia, y acompañados por el timón (el de la Fortuna Directora: *Fortuna gubernans*), a veces por la corona triunfal y el cetro, o por el caduceo, que significa la prosperidad en los intercambios, están vinculados a la ideología del político salvador y bienhechor que, como "dios entre los hombres", ordena la tierra y promueve una paz triunfante y fecunda (BAYET, 1984: 194-195). Son temas que los sucesores de César siguieron utilizando en su propaganda política.

Las fechas que nos proporcionan por ello los motivos asociados en las mencionadas monedas apuntan para el posible momento de fabricación del entalle una cronología alrededor de finales de los años 40 o comienzos de la siguiente década del siglo I a.C. No obstante, el uso de este tipo de valiosas gemas podía alargarse mucho en el tiempo porque lo normal era que siguiesen durante muchos años en posesión de los miem-



Lámina VII: Restos arqueológicos de la catapulta tipo *scorio* de Caminreal (Teruel) en el momento de ser hallada (VICENTE *et alii*, 1997).

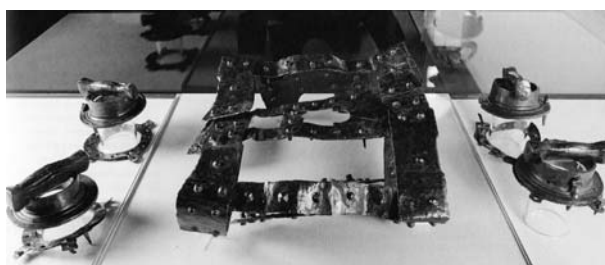


Lámina VIII: Catapulta tipo *scorio* de Caminreal (Teruel) una vez restaurada (VICENTE *et alii*, 1997).

bros de una familia, entre los que se transmitía como pieza de valor y de recuerdo. Por el carácter suntuoso de la misma posiblemente perteneció a un militar de cierto rango, que la perdió del engarce de su anillo durante su estancia en la Espina del Gállego. La fecha de la pérdida habría que situarla desde el 25 a.C. (llegada del ejército romano a la vertiente costera) y en los sucesivos años de ocupación de Cantabria por guarniciones militares, incluso después de las guerras de conquista.

II.3. Conclusiones

De acuerdo a lo datos de que disponemos, los *pila catapultaria* de la acrópolis de la Espina del Gállego han de relacionarse con el destacamento militar romano (¿auxiliares o legionarios?) que quedó de guarnición semiestable (barracón y estructuras defensivas de piedra) en este estratégico enclave para controlar la vía natural de penetración hacia la costa por la que anteriormente había avanzado un considerable contingente militar para dominar los valles septentrionales. La presencia de este ejército de conquista (¿una o dos legiones? y sus auxiliares) queda evidenciada por los tres grandes *castra aestiva* temporales de campaña (El Cincho, Cildá y Campo de las Cercas) que jalonan su avance por este cordal montañoso desde el Sur en dirección a los puertos del sector central del litoral cántabro: los que posteriormente serían conocidos como *Portus Blendium* (Suances) y *Portus Victoriae Iuliobrigensium* (Santander).

7. Fotos detalladas de estas acuñaciones en: coinarchives.com (buscar *T. Carisius* y *Mussidius Longus*).

Desconocemos por el momento por cuánto tiempo permanecieron estas guarniciones romanas controlando el territorio cántabro conquistado una vez que terminaron las guerras, pero parece evidente que tuvieron que desempeñar un papel de cierta importancia durante las sublevaciones que se produjeron tras la campaña del 25 a.C. y que llegaron hasta el 16 a.C. (Dión Casio, LIV, 20, 2).

IV. POLIORCÉTICA

IV.1. Orígenes de la artillería romana republicana

La artillería empleada por el ejército romano recibía el nombre de “neurobalística” (SÁEZ ABAD, 2005), puesto que la energía proporcionada para su funcionamiento la proporcionaba la torsión de haces de cuerdas en torno a un bastidor. El material empleado para la construcción de los cordajes eran los tendones de animales, componente caracterizado por su enorme resistencia y elasticidad. A partir del término torsión derivaría el nombre de “tormenta”, con el que también eran conocidas estas piezas de artillería.

El origen de las primeras máquinas de torsión se remonta hasta el reinado de Filipo II de Macedonia. El cuerpo de ingenieros de este monarca, partiendo como base de los primeros ejemplares de catapulta, fue el primero en desarrollar esta nueva forma tecnológica, que pasaría a sustituir a la tecnología de tensión vigente hasta ese momento. Así, cuando Alejandro Magno inició su campaña por territorio asiático, ya disponía de un tren de artillería de torsión de la suficiente entidad como para colaborar activamente en las operaciones poliorcéticas.

Hasta las Guerras Púnicas el ejército romano no dispuso de artillería propia. Las máquinas necesarias para cada campaña las obtenía a través de diferentes fuentes de abastecimiento. En primer lugar, podía proceder a la requisita de las piezas de artillería de algunas ciudades ocupadas o bien solicitar su préstamo a las ciudades griegas aliadas, que sí disponían de grandes arsenales. En este último caso, junto a las máquinas se trasladaban con ellas los artilleros profesionales encargados de su manejo. De ahí que, el número de piezas a disponer en las primeras campañas resultara más anecdótico que real.

Hasta fechas muy tardías, las ciudades italianas no dispusieron de arsenales de entidad, al estilo de los existentes en muchas urbes de raigambre griega, como Pérgamo, Rodas o Alejandría. La asimilación de estos territorios por Roma llevó a que su tradición artillera terminara en poder de los conquistadores, que de este modo dispusieron de la tecnología y de los técnicos necesarios para la construcción de las piezas de ar-

tillería que debían surtir a sus legiones. Aprendiendo sus conocimientos de los técnicos helenos, los ingenieros romanos fueron capaces de construir sus propias piezas de artillería, lo que les permitió alcanzar una total independencia respecto a sus maestros.

La disponibilidad eventual de piezas de artillería cambió radicalmente a partir de César, con la instauración de una provisión de máquinas armadas de forma estable. Este general sería el primero en llevar catapultas de pequeño calibre de forma permanente con su ejército, casi con toda probabilidad del tipo *scorpio*. Las transportaba preparadas para entrar en acción de forma rápida, extrayendo de ellas todo su potencial durante la Guerra de las Galias.

Por tanto, todas las tipologías de piezas de artillería empleadas durante el periodo republicano romano derivaban de las existentes ya a mediados del siglo IV a.C. Los tipos más comunes de ellas eran la *ballista* y la *catapulta* (dentro de la que estacaban diferentes modelos como la *scorpio*). Las *ballistae*, originariamente, eran las máquinas diseñadas para arrojar proyectiles de piedra, mientras que con el término *catapulta* se aludía a los ejemplares empleados para lanzar flechas (*Katapeltai* significa literalmente atraviesa-escudos). Sin embargo, durante los siglos II ó III d.C. se produjo una inversión terminológica, que condujo al error actual en su denominación (MARS DEN, 1969).

Ya estuvieran diseñadas para lanzar flechas o piedras, el núcleo de las máquinas de torsión era un bastidor de madera de forma rectangular con dos largueros y cuatro postes, alrededor del que se enrollaba la cuerda de tendón (Figura 4). Hoy en día es muy difícil saber qué clase de tendones y de qué animales eran los más fuertes y elásticos para su empleo, aunque se piensa que se debían utilizar mezclados con pelo animal o humano para darle cohesión al conjunto.

Junto a cada extremidad de los largueros se ubicaba un orificio (*foramen*), tanto en la parte inferior como en la superior, que servía para alojar los dos muelles de cuerda. En cada uno de esos orificios se situaba un *modiolus* (cojinete cilíndrico y hueco construido en bronce) con un *epizygis* (pequeña barrita de hierro), que lo atravesaba diagonalmente y que se encajaba en las muescas de su parte superior. En el centro de cada uno de los muelles se insertaba un brazo de madera rígido (Lámina IX).

En cuanto al resto de elementos de las piezas de artillería, entre los dos postes del bastidor y de forma perpendicular, se situaba la caña. Consistía en una pieza de madera con una ranura longitudinal de sección en cola de milano en su cara superior. En esa ranura se encajaba otra pieza móvil conocida como corredera que, justo encima, poseía un rebaje destinado a guiar la dirección de la flecha.

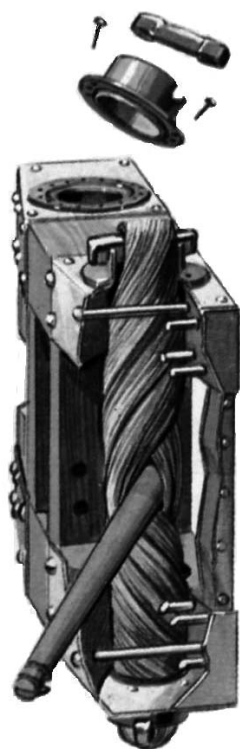


Figura 4: Despiece de un marco *euthytonon* (CONNOLLY, 1998).



Lámina IX: Reconstrucción de una catapulta tipo *scorpio* de Rubén Sáez.

En la parte posterior de la caña se disponían los sistemas de gatillo y el torno. El gatillo tenía un dispositivo de balancín con una garra de pestillo bífido. En cuanto al torno, constaba de una rueda dentada, que era recorrida con la ayuda de palos. Por último, disponía de una base con un sistema de junta universal, que permitía disparar en un ángulo de 45° hacia arriba y otros 45° hacia abajo, al mismo tiempo que facilitaba que girara 360° en la horizontal.

Para poder armar las piezas de torsión se llevaba la corredera hacia delante, de modo que la garra pudiera atrapar la cuerda inmovilizando el gatillo. Después,

se volvía la corredera hasta la posición retraída con la ayuda del torno y se lograban tensar los brazos. Al soltar el gatillo, la cuerda se liberaba e impulsaba la flecha por el canal de la corredera.

La *catapulta* tipo *scorpio* suponía la artillería básica de campaña, a causa de su reducido tamaño. Los proyectiles disparados por ella oscilaban entre los 70 y los 90 centímetros, estando contruidos en madera con una extremidad de hierro muy afilada. La precisión de la máquina era tal que podía acertar a una distancia de 350 metros sobre blancos individuales. El poder de penetración de estos proyectiles les permitía atravesar chapas metálicas de 1,5 centímetros, por lo que las corazas y los escudos pasaron a resultar insuficientes frente a su aparición.

IV.2. España: un terreno óptimo para la investigación. Evidencias de catapultas en la Península

Tras el hallazgo en 1912 de los primeros restos de catapulta en las ruinas de Ampurias (BOSCH GIMPERA, 1913-14), han sido muchos los hallazgos que han convertido al territorio español, y con mucha diferencia, en el más prolífico de todo el Mediterráneo en cuanto a evidencias, por encima de Grecia o Italia, cuna de estas máquinas.

Actualmente, en territorio español se disponen de restos de cuatro catapultas, dos de ellas con su bastidor prácticamente completo, además de evidencias parciales de otras dos. Si tenemos en cuenta el hallazgo de un total de veinte piezas en el amplio territorio ocupado por la civilización romana, el valor de los restos peninsulares se acrecienta notablemente. A causa de la escasez de hallazgos y de su excesiva fragmentación, el material hispano resulta muy valioso por su concentración en el espacio y en el tiempo.

Los restos hallados en Ampurias no tardaron en verse acrecentados con el hallazgo de nuevos materiales, como los pertenecientes a las dos catapultas de Azaila (GARCÍA DÍEZ, 2002). Una parte significativa de los elementos pertenecientes a estas dos armas se perdieron durante la Guerra Civil, sin que se conozca su ubicación actual. Las piezas restantes fueron depositadas en el Museo Arqueológico Nacional como un único bloque en los años cuarenta del pasado siglo XX, por lo que es imposible separar los materiales que corresponderían a las dos máquinas.

Hoy en día se conservan más de doscientos fragmentos pertenecientes a las dos catapultas. La mayoría de estos restos corresponden a láminas, pletinas y placas de diferente grosor. Todos estos elementos servirían como elementos de refuerzo y sujeción para las

estructuras de madera situadas en los cabezales. En algunos casos las placas aparecen unidas entre sí por medio de clavos, dejando el hueco correspondiente a la madera perdida.

Otras piezas de gran importancia, aunque se hallan fragmentarias y a la espera de restauración, y de las que no se han encontrado paralelos, serían un fragmento del engranaje del torno y parte de los brazos de ese torno. Adoptan la forma cuadrangular como ya apuntaba Heron (GARCÍA DÍEZ, 2002). Los restos de mayores dimensiones y más interesantes conservados hoy en día son un *modiolus*, un anillo de hierro así como fragmentos de otros.

Pero, si los hallazgos de Ampurias y Azaila resultaban de gran importancia para nuestra investigación, mucho más trascendental habría de resultar el descubrimiento del material de Caminreal (Lámina - VII). Desde su hallazgo (VICENTE *et alii*, 1997) pasó a constituir el bastidor metálico mejor conservado de los que se han encontrado hasta hoy en todo el territorio de la Antigüedad, por lo que he centrado en ellos gran parte de mi investigación.

La pieza hallada está formada por placas de hierro, encontrándose ligeramente deformada a causa de un fuerte impacto recibido, así como su choque posterior contra el suelo. El hecho de que los *modioli* se encontraran en su situación original, se deduce que la catapulta se encontraba montada con los haces en tensión en el momento de ser destruida. Los elementos conservados que compondrían el *capitulum* de esta máquina serían (Lámina - VIII):

- 2 placas de hierro destinadas al refuerzo de la *tabula superior*.
- 2 placas de hierro correspondientes a la *tabula inferior*.
- 1 placa central rectangular para proteger la columna central (*parastas media*). Adherida a esta lámina hay otra con escotadura central y dos clavos para la corredera de la catapulta.
- 2 placas de hierro para las columnas laterales (*parastatica*), cada una contando con tres elementos que presentan resalte semicircular.
- 4 anillos de hierro con 12 perforaciones y 4 aletas de sujeción a la *tabula*.
- 4 *modioli* de bronce con sus clavijas de ajuste.
- 4 palancas de hierro (*epyzigis*), asociadas a los *modioli*. Se hallan estranguladas en los extremos, de modo que evitan el deslizamiento lateral de las fi-

bras y poseen un estrechamiento en su base para encajar las ranuras de los *modioli*.

- Clavos, clavijas, pasadores, junto a elementos de unión a las placas del armazón de madera.
- 2 piezas cónicas con una anilla en el extremo, que podrían corresponder a refuerzos del arco de la catapulta.

Con respecto al resto de los elementos de la catapulta, como eran los dispositivos de disparo o elementos de la base, no se halló ninguna evidencia. En función de los diversos objetos se pueden extraer con bastante precisión las fechas de fundación y destrucción del yacimiento. Los orígenes del yacimiento se remontarían a finales del siglo II a.C. y su destrucción y abandono total en torno al 80-72 a.C., probablemente como consecuencia del conflicto sertoriano.

IV.3. Una nueva forma de acercarse a la historia. Propuesta de reconstrucción de la catapulta tipo *scorpio* de Caminreal

Gracias al buen estado de conservación en el que se halló el bastidor de la catapulta de Caminreal, se ha optado por seleccionar esta pieza para su intento de reconstrucción (VICENTE REDÓN *et alii*, 1997). El magnífico hallazgo ha hecho posible la restitución minuciosa e integral de las dimensiones del *capitulum*. En función de los restos hallados, sabemos que estaba formado por placas de hierro para reforzar la *tabula superior*, para la *tabula inferior*, para placas centrales de la *parastas media* y seis placas de hierro para las *parastatica* laterales. A través del material arqueológico, excepcionalmente bien conservado, ha sido posible contar con las claves necesarias para restituir el cabezal de la máquina; daba comienzo el proceso de reconstrucción a escala real de una catapulta de principios del siglo I a.C. (Lámina IX).

Una vez se había procedido al modelado en madera del *capitulum*, cuya horma precisa había dejado la estructura metálica, se revistió toda la estructura con las placas de metal de refuerzo, cuyas dimensiones exactas se conservaban presentes en los restos arqueológicos. De forma similar a la del resto de catapultas romana, el sistema de torsión de la catapulta de Caminreal también estaba constituido por cuatro arandelas, cuatro *modioli* y cuatro *epyzigis*. Todos estos elementos fueron hallados en las excavaciones, lo que ha permitido su reproducción con plena exactitud. Los *modioli* se han construido en bronce, a partir de las medidas obtenidas del estudio del material arqueológico, mientras el resto de piezas lo hacían en hierro.

A pesar de que en los cuatro *modioli* conservados, el foramen para alojar los resortes de cuerda oscilaba

entre los 82 y 84 mm, se ha tomado la decisión de equiparar todas las piezas a una medida estándar de 84 mm. En el mundo romano, las máquinas se construían siguiendo un determinado calibre, por lo que los cuatro *modioli* de una misma máquina, necesariamente deberían ser iguales.

Casi con toda seguridad, el hecho de haber encontrado piezas de diferentes medidas en el hallazgo de Caminreal, puede responder a la reutilización de piezas de diferentes máquinas en las labores de reparación. También es posible que se debiera a defectos en el proceso de fundición. Sin embargo, las diferencias resultaban tan leves, desde el punto de vista operativo, que no debieron afectar en ningún caso al funcionamiento de la máquina en combate.

Otro aspecto significativo, a tener en cuenta, reside en el hecho de que el *capitulum* de Caminreal estaba diseñado para que, cuando la corredera quedara alineada con los brazos, éstos últimos adoptaran una posición ligeramente apuntada hacia arriba. Esto que, a priori, podría parecer que introduce un inconveniente en cuanto a su funcionamiento, en realidad dota a la máquina de una mayor potencia de fuego, ya que los brazos pasan a trabajar en dos direcciones: la horizontal y la vertical.

Una de las principales novedades a señalar en este artículo es la resolución práctica de uno de los grandes enigmas que rodeaban a los restos hallados en Caminreal. Ese problema residía en dotar de alguna utilidad el agujero inferior del frontal metálico. Si bien, el superior no presentaba ninguna duda, al servir para permitir que la flecha saliera a través de él, una vez fuera empujada por la cuerda, el inferior planteaba importantes dudas a causa de su ubicación con respecto al bastidor.

La principal utilidad de este agujero, necesariamente, debía residir en facilitar la sujeción de la caña al *capitulum*. Para ello emplearía una pieza metálica con un pasador móvil, que haría las funciones de tope e impediría la separación de las dos piezas. Con este sistema, y gracias al pasador y a la junta universal que unía la base con la caña, la catapulta podría desmontarse en tres piezas bien diferenciadas (*capitulum*, caña - corredera y base). Este hecho simplificaría, notablemente, las tareas de montaje y desmontaje de la máquina, que se podrían completar en menos de un minuto. De este modo, proporcionaba una enorme versatilidad a la catapulta, permitiendo que la pieza pudiera ser empleada como artillería de campaña.

Para el material de las cuerdas empleadas en la catapulta, tanto para los resortes como para el torno y el arco, ha sido elegido el cáñamo. A pesar de que se han hecho pruebas con cuerda de polipropileno, se ha op-

tado por el cáñamo, por tratarse de una fibra natural, no sintética. A la espera de conseguir fabricar cuerda de pelo de caballo o de tendón, terreno en el que se está trabajando actualmente, se ha optado por mantener el cáñamo como elemento motriz de la máquina.

En cuanto a los dispositivos de torno y gatillo, se han fabricado de forma muy semejante a los del resto de las catapultas tipo *scorpio* reconstruidas hasta este momento. Teniendo en cuenta que no se conocen restos arqueológicos al respecto, su construcción no permite excesivas variantes, debiendo seguir tan sólo el principio de la balanza. El retén, en forma de uña, está dotado de un sistema de balancín, de tal modo que permite liberar la cuerda de forma fácil y segura. Por otro lado, el torno se ha construido con una rueda dentada de pequeño tamaño equipada con un seguro, a la que se han unido dos ruedas de madera. Gracias al empleo de dos palos, estas últimas piezas permiten que los artilleros carguen la máquina.

Respecto a la base, las fuentes clásicas tan sólo mencionan su altura total. En la reconstrucción que nos ocupa se ha optado por diseñarla en forma de trípode. Para ello ha sido equipada con una pata central más gruesa y cuatro laterales, que le proporcionan la estabilidad necesaria al conjunto. Una de ellas es abatible, de modo que se facilita su transporte, al mismo tiempo que se aumenta la estabilidad de la máquina, sobre todo a la hora de ser dispuesta en terrenos no allanados previamente.

No obstante, otros autores se han inclinado por un diseño con una pata central vertical y tres ramificaciones horizontales a ras de suelo. Este sistema dificultaba la ubicación de la máquina, ya que requería de un firme totalmente llano para poder ser puesta en funcionamiento. La unión de la base con el resto de la catapulta se ha realizado por medio de una junta universal metálica, que sigue un diseño bastante estandarizado.

Para conocer el tamaño de las flechas, que dispararía la catapulta de Caminreal, es necesario aplicar las fórmulas de calibración. La longitud de sus proyectiles sería de 75,6 centímetros, cifra obtenida a base de multiplicar por 9 el diámetro del *modiolus* (8,4 cm). Constarían de un vástago de madera dotado con una punta de hierro, cuyo tamaño oscilaría entre los 6 y los 11 cm, siguiendo una forma similar a los restos arqueológicos mostrados anteriormente.

Estas piezas metálicas quedarían unidas a la madera por medio de un clavo. El astil de madera es cónico y va de 1,5 cm en la zona del empuje con la punta metálica, hasta los 3 cm en su parte final. Es, precisamente, en esta última parte donde se dispone el emplumado de 13 cm de largo, elaborado a partir

de plumas de buitre. Están presentes en tres de sus caras, dejando la cuarta para el apoyo de la flecha en la corredera de la catapulta.

Precisamente, los ejemplares de *pila catapultaria* hallados en el cerro de la Espina del Gállego se corresponderían con la punta más habitual empleada en los proyectiles de las catapulta tipo *scorpio*. Aunque las tipologías de los *pila* resultan muy variadas, a tenor del elevado número de restos conservados, todas ellas presentan unas dimensiones que oscilan entre los 6 y los 12 cm, resultando común el carácter masivo de su diseño.

El alcance de los proyectiles arrojados por la reconstrucción de la catapulta de Caminreal, aquí mostrada, se sitúan entre los 90 y los 100 metros en fuego directo. Estas distancias aumentan hasta los 150 metros, cuando se dota a la máquina de una inclinación de 45°, alcanzando una longitud próxima a los 200 metros cuando se fuerza a máxima potencia. Estos alcances resultan significativos y sitúan la máquina, ligeramente por encima de la mayor parte de las reconstrucciones que utilizan este tipo de cuerda para los resortes. Para lograr mayores alcances sería necesario recurrir a cuerda de pelo de caballo o de tendones.

Como conclusión, se puede afirmar que esta reconstrucción de la catapulta tipo *scorpio* de Caminreal se sitúa entre las más precisas de las que se han realizado hasta este momento y que aporta importantes novedades, en cuanto a la concepción de la máquina. Sin duda alguna, la más significativa es la forma de sujeción de las diferentes partes de la máquina, de tal modo que puede ser desmontada en tres partes muy bien diferenciadas (*capitulum*, caña y corredera con el torno, y base). La rapidez de montaje y desmontaje de la máquina facilita que sus piezas puedan ser ensambladas en poco tiempo, lo que aumentaba sus potencialidades como artillería móvil. Estas especiales características terminarían por hacer de la catapulta tipo *scorpio* la pieza de artillería más empleada durante los periodos romanos republicano e imperial.

IV. EL TRATAMIENTO DE CONSERVACIÓN

Como siempre útil complemento al estudio arqueológico, histórico y militar de los proyectiles que han sido motivo de la primera parte de este trabajo, y con el fin de completar la información sobre ellos, hemos creído conveniente que sería de interés el desarrollar aquí también las diferentes reflexiones y pasos dados en todo lo concerniente al tratamiento de conservación y restauración realizado en uno de ellos, ya que fue el único sobre el que se llevaron a cabo tratamientos de limpieza y estabilización. Describiendo y razonando los procesos físico-químicos y las diferentes

observaciones apreciadas durante ellos, con intención de ir siempre “un poco más allá” en las -en todo momento- complejas problemáticas científicas que este trabajo conlleva. Y como conclusión no menos importante, el éxito obtenido en lo que a su estabilización físico-química se refiere. Esto último resulta un aspecto trascendental en los tratamientos aplicados sobre hierro arqueológico, ya que desde cualquier punto de vista se trata de la materia más inestable a la que diariamente se enfrentan los profesionales de la conservación, de entre las que fueron utilizadas en la antigüedad, y que de una u otra manera han llegado hasta hoy. Sobre todo, por lo que a la abundancia de los hallazgos se refiere.

Centraremos esencialmente esta parte del artículo en los diferentes aspectos y/o pasos del proceso, ya que no hubo posibilidad analítica de ningún tipo, y que si bien estos análisis (cuantitativos y/o cualitativos) desde cualquier punto de vista son necesarios, el no poder tener acceso a ellos en determinadas ocasiones no puede -ni debe- ser óbice como para no dar a conocer la efectividad de los tratamientos en casos donde se dan estas circunstancias. Por otra parte mucho más abundantes de lo que se pueda pensar, y sobre todo de lo que siempre se desea y es necesario. Demostrando, que la experiencia acumulada con el paso de los años, unida, al aprovechamiento de las conclusiones ya publicadas en otras experiencias en las cuales la capacidad económica de los proyectos ha hecho posible tales análisis, puede llegar a dar resultados satisfactorios. Este trabajo es un ejemplo más de lo que acabamos de decir.

IV.1. El estado de conservación: la evidencia y sus causas

Suele resultar común a un elevado porcentaje de objetos que han sido extraídos de ecosistemas arqueológicos y debido a lo precario de sus estados de conservación, que estos muestren evidentes necesidades de una intervención conservadora y/o restauradora, ya que su estabilidad físico-química se ha visto seriamente afectada; sobretodo en aquellos cuya materia base es el metal, y de entre estos, de una manera especial los que fueron fabricados en hierro. Como ocurre en miles de objetos confeccionados en esta termodinámicamente inestable materia, el dardo de La Espina del Gállego presentaba en el momento de su descubrimiento un muy deficiente estado de conservación. Debido a lo cual, buena parte de sus características físicas y formales (topografía) de antaño se encontraban alteradas; a saber, destruidas o transformadas. Y tanto el objeto en sí mismo como la información residual que podía aportar -hoy y para el futuro- corrían serio peligro: o de verse mermada de una forma irreparable, de desaparecer paulatinamente por completo. Dicho estado se vio agravado mayormente

a nivel químico después de haber recibido varias manipulaciones (de limpieza y posterior protección) bien-intencionadas (más nunca recomendables) en base a tres diferentes, sucesivas y básicas actuaciones llevadas a efecto tras el descubrimiento del objeto. Se corría el riesgo de no poder llegar a identificar los aspectos más relevantes de su morfología con vistas a posteriores estudios de tipo histórico, con el último y único fin de poder poner en evidencia estas esenciales características físicas enmascaradas por un galopante como natural proceso de oxidación. Por otra parte, milagrosamente detenido en un impreciso momento por el proceso natural de enterramiento que el paso del tiempo inexorablemente le impuso (Láminas X y XI).



Lámina X: Punta de *pilum* antes del tratamiento (Foto: C.Fdez.).

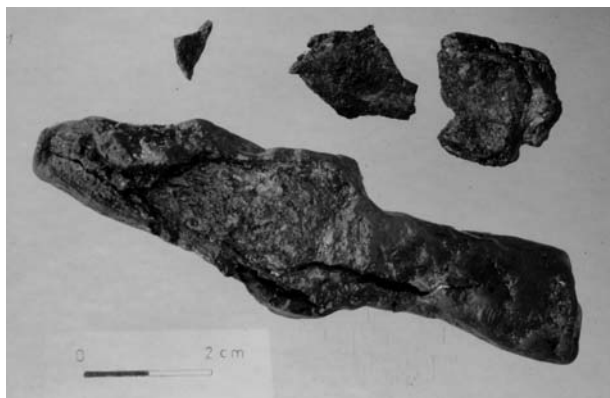


Lámina XI: Punta de *pilum* antes del tratamiento (Foto: C.Fdez.).

Para el caso que nos interesa, el más característico de los procesos que sufren las materias metálicas a lo largo del tiempo, es el de su natural tendencia a la transformación con respecto a la materia que fueron en origen (mineral), y que de forma artificial la tecnología siderúrgica varió. Y por lo tanto para el caso de los objetos culturales, como paso previo a una destrucción que tiende a ser total; en el metal es un proceso más que paradigmático. Agravándose este proceso en ciertas circunstancias como es en el caso del hierro debido a su gran reactividad, por la facultad intrínseca que posee a combinarse químicamente con el oxígeno exis-

tente en cada medio ambiente, que en circunstancias normales le rodea en todo tiempo y lugar.

Y asimismo y por múltiples razones de tipo natural (y que este no es el lugar de exponer), la alteración a veces se detiene. Evidentemente, a veces también entre el más perfecto estado de conservación y la destrucción total pueden producirse múltiples estados intermedios. Ello supone que asimismo por múltiples motivos la materia y el medio circundante, biunívocamente han llegado a encontrar un equilibrio. Se habla entonces que el metal (más en concreto la superficie de este) o los restos que de él aún perviven ha sido pasivado, deteniéndose el proceso destructivo; corrosivo, para nuestro caso concreto. Esto mismamente es lo que sucedió con el objeto motivo de nuestra intervención, en un momento tan determinado como impreciso. Dicha pasivación natural lo protegió en varios de sus diferentes aspectos y características formales y topográficas -y hasta tecnológicas-, preservándolo desde cualquier punto de vista agresivo en el enterramiento donde iba a permanecer durante siglos hasta su descubrimiento. Ello quiere decir que nos ha llegado hasta el día hoy un grueso e irregular núcleo de metal sano en el cuerpo superior (piramidal) del dardo, recubierto por un estrato de productos de corrosión mineral; lo que no ocurrió en el resto del cono inferior que en su día sirvió como zona de inserción del astil de madera.

Con seguridad la estabilidad adquirida en el ecosistema "tierra" fue alterada tras el hallazgo al exponer el objeto al ecosistema "aire", y por lo tanto fue reactivado el proceso de oxidación a partir de evidentes huellas percibidas en superficie. Esto supone una forma de actuar tan común como extendida actualmente en la arqueología de campo. Máxime cuando se realizaron aquellas actuaciones de limpieza mecánica superficial a las que hacíamos antes referencia. Junto a una primera limpieza de tierras se rebajaron los productos de oxidación deformantes más superficiales y friables, mediante un sistema mecánico-manual con una pequeña muela abrasiva (fresa) montada en micromotor. Seguidamente se aplicó superficialmente un barniz protector de características desconocidas. A *posteriori* fue eliminado parcialmente el citado producto administrándose seguidamente con pincel una película a base de un copolímero acrílico (Paraloid B-72) a una concentración del 20 % en Acetona como disolvente.

Una vez en el laboratorio se llevó a cabo un detenido examen organoléptico de este objeto, revelándose su aspecto robusto y pesado compuesto por dos materias esenciales de composición diferente, derivada una de la otra, y que se mostraban claramente superpuestas. La más exterior era una carcasa de Óxido Ferroso (Magnetita - Fe_3O_4), gruesa capa de oxidación de ± 5 mm de espesor sumamente agrietada, y que en

su formación ha hecho perder las dimensiones originales de este objeto aunque conservando ciertas formas en su delineación general. Se superpone a un abundante núcleo de metal⁸ que quedó claramente evidenciado tras la subsecuente fase de desalación. Era manifiesto que el cloruro de hierro se encontraba presente en diferentes interfases metal-productos de corrosión, como consecuencia de la combinación entre cloro libre e hidróxido ferroso-férrico (Akaganeita) como ya es común y bien conocido en múltiples casos similares. Debido, a la rehidratación del agua absorbida presente en la humedad ambiente, que en su crecimiento por un efecto de cuña (presión) produjo la facturación en varios en fragmentos o lascas del estrato más superficial de Magnetita, al ser esta una materia rígida, frágil y quebradiza. A través de las roturas se apreciaba núcleo de metal aparentemente sano.

IV.2. Fases de la intervención y su desarrollo

IV.2.1. Limpieza

En primer lugar se sumergió el objeto en Acetona durante varias horas con el fin de disolver los productos acrílicos aplicados previamente como películas protectoras, dando lugar este proceso al desprendimiento de varias lascas superficiales del estrato deformante de corrosión. Tras ser extraído el nuevo conjunto y dejado evaporar a temperatura ambiente el disolvente empleado, las esquirlas sueltas fueron adheridas al cuerpo central del objeto y las grietas rellenadas con Nitrocelulosa en Acetona a alta concentración como producto momentáneamente reforzante. A continuación y por medio de fresas ojivales de Carburo de Silicio montadas en micromotor se fueron rebajando paulatinamente y con gran atención los duros productos de corrosión. Su fin último fue una búsqueda pausada de la primitiva epidermis del objeto, con el fin de recuperar la mayor información topográfica original que hubiese permanecido en tales productos deformantes, en cuanto a morfología y dimensiones de lo fue antiguamente este objeto. Una vez que se hubo finalizado esta fase tan fundamental e inherente a cualquier tratamiento, fueron repasadas la totalidad de las superficies con un cepillo circular de cerdas de hierro montado en micromotor, para uniformizar todo resto de polvillo en que se habían transformado los productos deformantes, y también, para uniformar las superficies mediante el leve pulimento que imprime esta herramienta rotativa.

IV.2.2. Desalación: reflexiones y descripción del primer proceso estabilizador

Desde el inicio de los años ochenta del pasado siglo XX y a partir de las investigaciones desarrolladas por N. A. North y C. Pearson sobre objetos de hierro de procedencia subacuática (NORTH y PEARSON, 1975), comienza a ser conocida la causa fundamental del grave problema que suponía la conservación de objetos antiguos confeccionados en hierro de procedencia arqueológica, provenientes tanto del ecosistema tierra como del de agua⁹. Podría decirse que era la única materia de entre las tratadas hasta entonces en cualquier laboratorio de conservación, en la que aún no se había conseguido un tratamiento mínimamente eficaz de estabilización físico-química. Así mismo y por lo tanto a partir de aquellas positivas indagaciones también fueron desarrollados los primeros tratamientos que lograron cierto éxito, que aún hoy continúan desarrollándose, y que en la actualidad y como más reciente innovación (aún en fase de desarrollo) se encuentra la llamada "Agua Subcrítica" (VIVIES et alii, 2007).

Varios fueron los tratamientos que desde entonces se vienen aplicando y mejorando en cuanto a su carestía, complejidad y eficacia en base a reducciones de tipo electrolítico, con hidróxidos de litio o sodio, plasma de hidrógeno, etc... (FERNÁNDEZ IBÁÑEZ, 2003: 288-297). Entre estos primeros tratamientos se encuentra quizás uno de los que más resultados positivos ha proporcionado -y aún hoy viene proporcionando-, como es la reducción-disolución mediante Sulfito de Sodio ($\text{Na}_2\text{O}_3\text{S}$) + Hidróxido de Sodio (NaOH). Sus benefactoras ventajas han sido testadas por centenares de profesionales a partir de los resultados diferenciales obtenidos tras la reiterada comprobación de ser el que más iones cloruro extrae de los objetos tratados con respecto a otros métodos (RINUY y SCHWEIZER, 1982: 46-48). Pero si nos atenemos a la realidad, a partir de éste y paralelamente a dicho tratamiento fue desarrollado un serio competidor, cuya puesta en práctica resultaba aún más ventajosa; nos referimos al tratamiento exclusivamente con Hidróxido de Sodio (WATKINSON, 1982: 30-34). Otros estudios a partir de la experimentación empírica han refutado esta afirmación (KEENE, 1991). La eficacia de este producto es doble. Por una parte hace liberar a los iones Cl^- que pasan al seno de la disolución, y por la otra actúa como eficaz inhibidor contra la oxidación frente al agua al eliminar el oxígeno disuelto en ella.

8. La abundancia de esta materia no suele ser corriente de hallar en objetos de hierro de procedencia arqueológica, pero sobre todo en objetos antiguos hallados en los edafosistemas que componen los yacimientos arqueológicos del área septentrional de la Península Ibérica (España Húmeda).

9. Si bien es verdad que varias publicaciones especializadas (y fundamentales desde el punto de vista científico e historiográfico) de la época (WATKINSON, 1982: 28), hacen referencia a un artículo donde quizás se asienten las bases de tales conocimientos (ZUCCHI, MORIGI y BERTOLASI, 1977).

Todos estos tratamientos se encuentran basados en la transformación por reducción de la Akaganeita (FeOOH), oxi-hidróxido de hierro (cuya principal propiedad y que aquí más nos interesa es la combinación química con el ion Cl^- que se aloja en su red cristalina) (GILBERG y SEELEY, 1981: 52), en Magnetita (Fe_3O_4 - Óxido Ferroso) estable, al ser su propiedad precisamente la contraria. De esta manera queda libre el cloro al no poderse combinar, y por lo tanto pasa al seno de la disolución reductora, con la ventaja añadida de que las cantidades liberadas pueden ser medidas mediante titrador potenciométrico (FERNÁNDEZ IBÁÑEZ, 2006). De esta manera -explicado aquí *grosso modo*- es posible llevar a cabo un control tan eficaz como exacto de todo este proceso, al ser posible confeccionar gráficas a partir de tales valores (materializados en partículas por millón -ppm-) obtenidos en cada medición. Y cuyo resultado son un conjunto de diferentes curvas logradas a partir de un estricto protocolo, cuya cercanía al eje de abscisas unido a los valores ppm cada vez más reducidos, dan como resultado la estabilización de los objetos (SELWYN, 2001). A todas luces su aplicación es más que imprescindible, indispensable desde cualquier punto de vista a la hora de tratar casi todo tipo de objetos de la antigüedad forjados en hierro que presenten las características de alteración vistas hasta ahora, y que por otra parte resultan extraordinariamente comunes.

El objeto motivo de tratamiento permaneció durante dieciséis meses y dieciséis días (en total 503 días) divididos en dos fases, e inmerso en una disolución básica en Agua desionizada de Hidróxido de Sodio a una concentración del 2%, con cambios periódicos en la disolución aplicando diariamente calor¹⁰ y movimiento así como cambios diarios frío-calor-frío¹¹, con el propósito de aumentar el efecto "desalador". Pero llegados a este punto y antes de seguir con la descripción del procedimiento, creemos necesario y útil realizar ciertas aclaraciones en orden a la manera de cómo hemos llegado a poner en práctica este proceso desde un punto de vista eficaz, en función de los resultados que obtuvimos. Ya que en las fechas en que lo llevamos a cabo y al no existir ningún tipo de maquinaria específica para poderlo llevar a la práctica, es el ingenio y la experimentación continua de cada profesional quienes siempre deben solventar estas y otras carencias. Y este específico e importante aspecto del proceso que tratamos es un ejemplo más de lo mismo, y aquí expondremos como lo logramos y el resultado de nuestros ensayos.

10. La aplicación de calor hace aumentar las propiedades disolutivas, que se ven incrementadas al doble cada 10° C.

11. La experimentación controlada ha demostrado que las variaciones periódicas de temperatura (frío-calor-frío) del baño de desalación no solo aceleran el proceso de disolución de sales, sino que llegan a duplicarlo respecto a al mismo tratamiento llevado a cabo de manera uniforme con o sin temperatura permanente (ALONSO GARCÍA, 1996: 805).

Aunque en su día resultaba complicado adquirir un recipiente adecuado en cuanto a la composición del producto acrílico empleado en su fabricación, con la importante característica que resistiese "temporalmente" la siempre acción altamente destructora de un producto tan extremadamente básico como es el Hidróxido sódico, el tratamiento se llevó a efecto en un recipiente de polietileno con tapadera. Tras varias pruebas esta resistencia se encontraba asegurada durante meses debido a la baja concentración empleada (2%), incluso para ser reutilizado al menos un par de veces más sin que perdiese sus propiedades y corriésemos el serio riesgo de la apertura de grietas, con el consiguiente derramamiento del líquido. Durante varias horas al día y de forma constante, era calentada la disolución por medio de una resistencia hasta alcanzar los 60° C comprobado esto mediante termómetro, consiguiendo la misma temperatura en todo el recipiente así como la homogeneización de la disolución mediante un agitador mecánico-manual de forma intermitente. Durante la noche se detenían estos procesos.

El objeto a tratar fue depositado en el fondo de dicho recipiente donde se encontraba protegido con unas determinadas características, y este modo de proceder tiene su doble por qué. Para ello y como primera explicación hemos de hacer referencia a unas -creemos que- importantes observaciones repetidamente comprobadas por nosotros, aunque nunca lo hemos constatado en la bibliografía al uso y por tal motivo consideramos de interés su descripción. Cuando a un determinado objeto de hierro recuperado hace tiempo y con una más que evidente alteración sufrida por la presencia de sales, le es aplicado el tratamiento que aquí procedemos a describir, independientemente incluso de si ya ha recibido procesos de limpieza, consolidación, inhibición, etc., ya se encuentre fracturada, descamada, frágil en general, etc... y/o en un cierto número de fragmentos provenientes de su topografía exterior, informes de su masa interna, además de un núcleo metálico¹², sea cual sea su estado de conservación, de forma cuidadosa y ordenada deberá ser recogida una información documental tan imprescindible como valiosa. Ya que con posterioridad a la primera fase estabilizadora, en el caso de que se produzca el desmoronamiento de su estructura puede conseguirse su recomposición más o menos completa, y obtener de nuevo el objeto. Para ello realizaremos primeramente mapas de daños, anotaciones varias, fotografías, dibujos, o esquemas bien detallados, y gracias a todo ello la recomposición nos puede resultar menos complicada. También será necesario tomar las todas

12. Este puede ser un momento propicio para la toma de muestras con vista al análisis de su composición o pulidos metalográficos para obtener su estructura; o mismamente sobre el propio núcleo del metal.

precauciones cuando un objeto afectado por cloruros activos (esferas ocre/marrón en superficie a partir de grietas, lascados, etc... con aumento de la topografía), visualmente al exterior se muestra completo.

Pero volviendo al tratamiento del objeto motivo de este trabajo, al final de esta fase de eliminación de cloruros fueron recogidos medio centenar de fragmentos (Lámina XII) en que se había fracturado nuestro objeto. Este hecho, por otra parte muy común, es debido a la oxidación post-excavación provocada por el cloruro que se aloja básicamente en un recóndito e inaccesible lugar, como es la denominada "interfase" metal-productos de corrosión (RINUY y SCHWEIZER, 1982: 46)¹³. La porosidad que caracteriza a la masa exterior del objeto -ya mineralizada- permite el paso de la humedad y el oxígeno ambientes, provocando una paulatina oxidación del metal interno cuyo crecimiento de los productos resultantes provocan la aparición de grietas, desprendimiento de fragmentos y el desmoronamiento paulatino de los objetos. Cuando se lleve a cabo esta fase desalativa del tratamiento quizás el objeto aún permanece íntegro, entonces los productos formados (reoxidación) desde que se extrajo de la tierra se irán disolviendo, y el objeto es muy factible que llegue descomponerse en un número impredecible de fragmentos.



Lámina XII: Una vez concluido el proceso de eliminación de cloruros (Foto: C.Fdez.).

Como con el movimiento de agitación del líquido quizás se acrecienta un efecto adicional no deseado, hubimos de tener en cuenta algo importante. Y esto es, evitar que el choque continuo de los fragmentos entre sí haga de hecho aumentar negativamente el número de "pedazos", y por ende, el objeto se vea aún más alterado y se complique el proceso posterior

de recomposición; para ello procedimos a su envoltorio. Antes de depositar en el baño cualquier antiguo elemento de hierro con características de conservación como las que estamos viendo, lo introducimos en un contenedor confeccionado en tejido de trama abierta para que la disolución penetre en su interior, y entre en contacto íntimo con el contenido. Dicha "bolsa" deberá estar elaborada mediante un textil acrílico que no sea disuelto por el NaOH. La bolsa de tejido acrílico impedirá que los fragmentos se dispersasen y por choque entre ellos se fracturen en un mayor número una vez queden disueltos dichos productos. Este procedimiento fue el que desarrollamos tras varias experiencias de este tipo y aquí volvimos a emplear con éxito.

IV.2.3. *Desengrasado, inhibición, secado final y protección preliminar*

Después de un aclarado en agua-alcohol seguido de un momentáneo secado en estufa, el conjunto de fragmentos fue sumergido en productos inhibidores, siéndoles aplicados estos por separado según tamaños y en recipientes independientes para no correr el riesgo de un mayor fraccionamiento. Más previamente es necesario proceder a su desengrasado, eliminando todo resto de polvo, lípidos y demás productos quizás presentes en las superficies, ya que atraerían partículas higroscópicas que desencadenarían ulteriores procesos de oxidación. Para ello fueron sumergidos durante 24 horas en un disolvente aromático (Tolueno -C₆H₅CH₃-), cepillándose al final uno a uno y siendo manejados cuidadosamente con pinzas metálicas para no incurrir en aquello que deseábamos evitar.

A continuación se procedió a la fase de "inhibición", siempre imprescindible cuando se trata de proteger metales con restos de núcleo o partes metálicas. Si se sabe a ciencia cierta que nuestros objetos no contienen resto metálico alguno la inhibición no tiene sentido dado que no hay nada que proteger ya que la materia alterable no existe, puesto que ya ha sido alterada en su totalidad; no obstante es corriente su aplicación como prevención ante la presencia de posibles nódulos no advertidos, dada la general carencia de análisis para su detección. Y además de esto para que todo el conjunto adquiera un aspecto uniforme.

Un inhibidor, es una sustancia o compuesto -orgánico o inorgánico- que aplicado en pequeñas cantidades reduce de forma ostensible la corrosión en las superficies metálicas. Se conocen tres tipos básicos de inhibidores: pasivadores, Inhibidores orgánicos y en fase de vapor (POURBAIX, 1987: 300 y ss.). Aunque su química es compleja y no se encuentra muy desarrollada, se sabe que forman un film de espesor monoatómico a partir de su combinación en la superficie del metal.

13. No obstante los cloruros activos también se alojan en las "juntas de grano" y en general en los diferentes lechos de corrosión que irregularmente se reparten a lo largo y ancho de cada objeto (BERTHOLON y RELIER, 1990: 211).

Una vez extraídos los fragmentos permanecieron expuestos a temperatura ambiente con el fin de evaporar el disolvente. Posteriormente en estufa de aireación natural fue elevada la temperatura hasta los 30°C, y a la vez también un recipiente que contenía una disolución del primer producto inhibidor que nos proponíamos usar con el fin de que ambos tuvieran la misma, evitando tensiones tras su posterior inmersión si es que sólido y líquido presentasen una temperatura diferencial¹⁴. Esta primera disolución inhibidora (p/v) estaba compuesta por Benzotriazol (Bta -C₆H₅N₃-) al 2% en solución hidro-alcohólica al 50 %. Allí fueron sumergidos a presión natural, aumentando la temperatura hasta los 80°C¹⁵, controlando dicha temperatura directamente en el líquido a través de termómetro. Seguidamente descendió la temperatura hasta alcanzar la ambiental y allí permanecieron durante 48 horas. La eficacia del B.T.A. como inhibidor del hierro aún no se conoce demasiado, como tampoco el conocimiento que la aplicación de dos inhibidores distintos aumenta la capacidad protectora contra la oxidación. Y en base a esto primeramente nuestros fragmentos se extrajeron con pinzas uno a uno (nunca deben entrar en contacto con la piel), y con leves tamponados con celulosa fueron eliminados los excesos. Se dejaron secar estos en el mismo tipo de estufa a una temperatura de 80°C. durante varias horas, reduciéndola posteriormente hasta los 30°C junto a una nueva disolución para que ambos -fragmentos y nuevo inhibidor- la alcanzasen. Esta vez estaba compuesta por Ácido Tánico al 2% y pH entre 2'2 y 2'4 (____, 1997: 2) mediante la adición de ácido Fosfórico -controlado este nivel mediante peachímetro- en solución hidro-alcohólica al 50%¹⁶. Al conseguir esta nueva temperatura

tanto los fragmentos como la disolución, procedimos a sumergirlos y elevarla de nuevo hasta los 50°C apagando la estufa a continuación. Allí permanecieron 24 horas a temperatura y presión ambientes.

En este momento y al igual que si se tratase de cualquier otra materia tratada en nuestros laboratorios, es imprescindible eliminar todo resto acuoso que haya absorbido del ambiente o bien haya sido utilizado en cualquier fase anterior del tratamiento. Para ello se secaron en estufa a no más de 80°C por causa de la presencia del B.T.A., durante un total de cinco horas.



Lámina XIII: Reconstrucción del arma mediante la unión de los fragmentos.



Lámina XIV: Punta de *pilum* una vez concluido del tratamiento (Foto: C.Fdez.).



Lámina XV: Punta de *pilum* una vez concluido del tratamiento (Foto: C.Fdez.).

14. Otro procedimiento hubiera sido sumergir los fragmentos en la disolución inhibidora, todo ello en frío, pero lo que pretendíamos era conseguir la máxima penetración en el sólido a base de dilatar este -y por ende su porosidad- por medio de calor.

15. El Benzotriazol aparte de exigir su manipulación las máximas precauciones ya que se trata de un producto cancerígeno (se expide con una pureza del 96%), en caliente nunca deberá ser elevada la temperatura por encima de los 89°C (CLYDEADALE, 1982: 35; FERNÁNDEZ IBÁÑEZ, 1995-96: 184), ya que se produce un efecto de sublimación (paso de estado sólido a gas sin pasar por la fase líquida), y por lo tanto sus moléculas no se depositan sobre la superficie del objeto ejerciendo su ya conocida protección una vez combinadas.

16. El mayor efecto protector de los inhibidores parece ser que se consigue con la dilución de estos a baja concentración y generalmente empleando una mezcla miscible de disolventes (caso por ejemplo del agua y el Alcohol etílico), actuando uno de ellos como elemento soluble (o más soluble) que el otro que actuaría como vehículo de penetración por su baja tensión superficial con respecto al sólido a humectar. En el caso de que la tensión superficial (básicamente la propiedad o resistencia de los líquidos, a penetrar en los sólidos debido a sus fuerzas intermoleculares) fuese elevada, también se podría adicionar un producto que la redujese (tensoactivo neutro), aunque deberíamos de contar con la precaución de que no interactuase químicamente con el inhibidor reduciendo o anulando su capacidad de combinación química con el sólido metálico; su capacidad protectora en último término.

El Ácido tánico proporciona a los objetos de hierro una coloración oscura que durante años -y aún hoy- resulta estéticamente tan valorada como la propia protección que el propio producto proporciona.

Una vez pasado ese tiempo se redujo de forma paulatina la temperatura hasta los 20°C. Pero aún levemente calientes los objetos (y por lo tanto con los poros aún dilatados), se sumergieron en una disolución compuesta por Paraloid B-72 al 5% en disolvente aromático (Acetona) a presión natural, donde permanecieron veinticuatro horas; las películas acrílicas resultantes no mejoran su protección si son aplicadas mediante vacío. Finalmente se extrajo el grupo de fragmentos y tras eliminar excesos por tamponado, se dejó evaporar el disolvente veinticuatro horas a temperatura ambiente.

IV.2.4. Unión de fragmentos, recomposición y protección final

La unión de los fragmentos en que se encontraba fracturado este objeto, entre sí y al núcleo de metal, se llevó a cabo tanto con adhesivo nitrocelulósico como con resina epoxídica de rápido endurecimiento (catálisis acelerada) (Lámina XIII). Más en concreto el primero fue utilizado para unir aquellos fragmentos cuya dimensión era más reducida o cuyas superficies de unión eran "netas". Mientras que el segundo, en aquellos fragmentos cuyas superficies de unión resultaban inestables, ya que la trixotropicidad (densidad) del epoxídico complementaba las irregularidades. Como se comprueba en la imagen última durante el tratamiento se crearon múltiples lagunas producto de las disoluciones producidas en anteriores fases de este tratamiento, tanto de la estructura más exterior del objeto, como -y sobre todo- de los productos de oxidación más o menos pulverulentos (óxidos e hidróxidos) que formaban parte de su masa volumétrica; sobre todo durante la reducción-desalación.

Estas lagunas fueron rellenadas mediante la misma resina epoxídica esta vez de lento endurecimiento (catálisis retardada) con una leve carga de colores-tierra¹⁷, consiguiendo un tomo fácilmente diferenciable en aquellas áreas reintegradas con respecto a las áreas originales. Previamente, las superficies de rotura fueron recubiertas de forma concienzuda con el mismo Paraloid (y concentración) utilizado antes, de tal manera que la masa reintegradora quedase perfectamente aislada de la materia original. De esta manera procuramos cumplir una doble función como fue, la de consolidación de la estructura original, y la reconstrucción del aspecto formal que hasta hoy mantuvo. Una vez endurecido el producto se le dio forma mediante una fresa de carburo de silicio montada en micromotor, manteniendo las zonas reconstruidas al mis-

mo nivel que las originales. Lógicamente no reconstruimos aquellas partes de las cuales no contábamos con información formal y específica en este objeto, pese a conocerse mediante tipología armas similares procedentes de otros yacimientos.

Finalmente, de manera total y como protección última, el objeto fue recubierto por un par de leves películas protectoras siendo ambas la segunda una vez la anterior estaba endurecida, aplicadas por aspersión. Primero y mediante pincel una película de un nuevo copolímero acrílico (Paraloid B-48N) al 5% en un -asimismo- nuevo disolvente aromático (Tolueno). Posteriormente una cera-resina transparente y de tonalidad mate con reserva de inhibidor denominada Patocebtal-6. El aspecto del objeto fue el que nos muestran las Láminas XIV y XV. Hoy en día y tras ocho años transcurridos nos muestra una impecable estabilidad físico-química, si bien su conservación y cara al futuro y entre otros cuidados básicos y de carácter genérico a cualquier Bien Cultural, primordialmente pasa por mantenerlo alejado de cualquier potencial fuente de humedad.

BIBLIOGRAFÍA

- ALONSO GARCÍA, J. M^º. (1996): "Estudio cuantitativo de estabilización de hierro forjado arqueológico", *Actas del XIº Congreso de Conservación y Restauración de Bienes Culturales Vol.II*, Castellón, 801-805.
- BAATZ, D. (1985): "Katapulteile aus dem Schiffswrack von Mahdia (Tunesien)", *Archäologischer Anzeiger* 4, Berlin, 671-691.
- BAATZ, D. (1994): "Bauten und katapulte des Römischen Heeres", *Mavors Roman Army Researches* XI, Stuttgart, 173-187.
- BARTHEL, W. (1914): *Die Katapulta von Emporion*, Frankfurter Zeitung.
- BAYET, J. (1984): *La religión romana. Historia política y psicológica*, Cristiandad, Madrid.
- BELTRÁN LLORIS, M. (1976): *Arqueología e historia de las ciudades antiguas del Cabezo de Alcalá de Azaila (Teruel)*, *Monografías Arqueológicas* 19, Zaragoza.
- BELTRÁN LLORIS, M. (1987): *Arcobriga*, Institución Fernando el Católico, Zaragoza.
- BELTRÁN LLORIS, M. (1995): *Azaila. Nuevas aportaciones deducidas de la documentación inédita de Juan Cabré Aguiló*, Institución Fernando el Católico, Zaragoza.
- BELTRÁN MARTÍNEZ, A. (1982): "Excavaciones Arqueológicas en Contrebia Belaisca (Botorrita, Zaragoza) 1980", *Noticiario Arqueológico Hispano* 14, Madrid, 319-364.
- BERTHOLON, R. y RELIER, C. (1990): "Les métaux archéologiques", *La Conservation en Archéologie* (M.C.Berducou ed.), Paris, 163-221.
- BOSCH GIMPERA, P. (1913-14): "La catapulta de Ampurias", *Anuari del Institut d'Estudis Catalans* 5, Barcelona, 841-846.
- CABRÉ, J. (1925): "Los bronce de Azaila", *Archivo Español de Arqueología* I, Madrid, 297-316.
- CAMINO MAYOR, J., ESTRADA GARCÍA, R. y VINIEGRA PACHECO, Y. (2006): *La Carisa: un teatro del Bellum Asturicum*, *Producción y*

17. La saturación de aditivos impide una polimerización perfecta de la unión entre los dos componentes (resina y endurecedor) característicos de este adhesivo, sobremanera en el tipo de endurecimiento acelerado.

Abastecimiento en el Ámbito Militar. Actas del IIº Congreso de Arqueología Militar Romana en Hispania, León, 567-580.

CAMINO MAYOR, J., VINIEGRA PACHECO, Y. y ESTRADA GARCÍA, R. (2005): *La Carisa. Astures y romanos frente a frente*, Caja Astur, Oviedo.

CARRETERO VAQUERO, S. (1991): "Petavonium. Historia de dos campamentos romanos", *Revista de Arqueología* 125, Madrid, 30-39.

CARUANA, CLEMENTE, I. (2001): "Entalle romano procedente de las excavaciones del Romeu (Sagunt)", *Sagvntvm* 33, Valencia, 147-154.

CASAL GARCÍA, R. (1990): *Colección de glíptica del Museo Arqueológico Nacional (Serie de entalles romanos) 2 Vols.*, Ministerio de Cultura, Madrid.

CEPEDA OCAMPO, J. J. (2006a): "Los campamentos romanos de La Poza (Cantabria)", *Producción y Abastecimiento en el Ámbito Militar, Actas del IIº Congreso de Arqueología Militar Romana en Hispania*, León, 683-690.

CEPEDA OCAMPO, J. J. (2006b): "Peña Cutral (Cantabria). La vía y los campamentos romanos", *Actas del Homenaje al Profesor Juan María Apellániz Castroviejo, Anejos de Kobie* 6, Bilbao, 327-338.

CLYDESDALE, A. (1982): *Chemicals in Conservation: a guide to possible hazards and safe use*, Edinburgh.

CONNOLLY, P. (1998): *Greece and Rome at war*, Oxford-London 2 Vols.

CRAWFORD, M. (1974): *Roman Republican Coinage*, Cambridge University Press, Cambridge, 1974.

CRiado, A., GARCÍA, L. y CHAMÓN, J. (2009): "La geoquímica de los suelos de enterramiento y la corrosión de piezas arqueológicas", *MetalEspaña '08. Actas del Congreso de Conservación y Restauración del Patrimonio Metálico* (J.Barrio y E.Díaz eds.), Madrid, 68-73.

DELBRÜCK, H. (1990): *Warfare in Antiquity*, University of Nebraska, Lincoln.

FERNÁNDEZ IBÁÑEZ, C. (1995-96): "El tratamiento de conservación llevado a cabo sobre la placa metálica de San Vicente de Castillós (Lugo)", *Boletín do Museo Provincial de Lugo* VII(1), Lugo, 181-188.

FERNÁNDEZ IBÁÑEZ, C. (2002): "Metalistería bélica de la Legio IIII Macedonica procedente de su campamento en Herrera de Pisuerga (Palencia, España)", *Actas del Iº Congreso de Arqueología Militar Romana en Hispania, Anejos de Gladius* 5, Madrid, 381-393.

FERNÁNDEZ IBÁÑEZ, C. (2003): "La alteración del hierro por sales. Ayer y hoy. Problemas y soluciones", *La Conservación del Material Arqueológico Subacuático* (C.Fernández y R.Palacio eds.), *Monte Buciero* 9, Madrid, 277-302.

FERNÁNDEZ IBÁÑEZ, C. (2006): "La titración potenciométrica: sistema analítico para la determinación y el control en la desalación de cloruros", *Productos de Conservación S.A. – Boletín de Información*, Madrid (Junio), 3-4.

GARCÍA ALONSO, M. (2002): "El campamento romano de El Cincho (La Población de Yuso). Un nuevo yacimiento de las Guerras Cántabras", *Sautuola* VIII, Santander, 99-106.

GARCÍA ALONSO, M. (2003): "El campamento romano de El Cincho (La Población de Yuso). Resultados arqueológicos de la campaña del 2001", *Sautuola* IX, Santander, 109-139.

GARCÍA ALONSO, M. (2006): "El campamento de campaña de 'El Cincho' (Cantabria)", *Producción y Abastecimiento en el Ámbito Militar. Actas del IIº Congreso de Arqueología Militar Romana en Hispania*, León, 549-566.

GARCÍA-BELLIDO, Mª. P. (2004): *Las legiones romanas en Germania. Moneda y ejército, Anejos de Gladius* 6, Madrid.

GARCÍA-BELLIDO, Mª. P. (2006): "El abastecimiento de moneda al ejército de Hispania en el noroeste", *Los Campamentos Romanos en Hispania (27 a.C.-192 d.C.). El Abastecimiento de Moneda Vol. I* (Mª.P.García Bellido ed.), *Anejos de Gladius* 9, Madrid, 623-671.

GARCÍA DÍEZ, F. (2002): "Las catapultas de Azaila (Teruel)", *Actas del Iº Congreso de Arqueología Militar Romana en Hispania, Anejos de Gladius* 5, Madrid, 293-302.

GARLAN, Y. (1974): *Recherches de poliorcétique grecque*, Paris.

GONZÁLEZ DE RIANCHO, J. (1988): *La vía romana de El Escudo*, Colegio Oficial de Arquitectos de Cantabria, Santander.

GUIRAUD, H. (1988): *Intailles et camées de l'époque romaine en Gaule, Supplément à Gallia* 48, Paris.

GIL ZUBILLAGA, E. (1995): *Atxa poblado indígena y campamento militar romano*, Diputación Foral de Álava, Vitoria.

GIL, E., FILLOY, I. e IRIARTE, A. (2000): "Late Roman military equipment from the city of Iruña/Veleia (Álava, Spain)", *Journal of Roman Military Equipment Studies* 11, London, 281-302.

GILBERG, M. R. y SEELEY, M. J. (1981): "The identity of compounds containing chloride ions in marine iron corrosion products; a critical review", *Studies in Conservation* 26, London, 50-56.

GIRAUD, H. (1996): *Intailles et camées romains*, Picard, Paris.

GRUEBER, H. A. (1970): *Coins of the Roman Republic in the British Museum* 3 Vols., British Museum, Oxford - Roma.

KEENE, S. (1991): "Real time survival rates for treatments of archaeological iron", *Ancient and Historic Metals Conservation and Scientific Research*, Los Angeles, 249-264.

MARSDEN, E. W. (1999a): *Greek and Roman Artillery. Historical Development*, Oxford University Press, London.

MARSDEN, E. W. (1999b): *Greek and Roman Artillery. Technical Treatises*, Oxford University Press, London.

MARTIN VALLS, R. y DELIBES G. (1975): *Sobre los campamentos de Petavonium, Studia Archaeologica* 36, Valladolid.

MARTÍNEZ VELASCO, A. (2009): "Monedas de las Guerras Cántabras: el asedio romano a La Espina del Gallego (sierra de El Escudo, Cantabria), el campamento del Cerro de la Muela (Sotoscueva, Burgos) y el campamento de El Alambre (Valdelucio, Burgos)", *Moneda y Arqueología. Actas del XIIIº Congreso Nacional de Numismática Vol. I*, Madrid-Cádiz, 511-523.

MORILLO CERDÁN, A. -Coord.- (2002): *Actas del Iº Congreso de Arqueología Militar Romana en Hispania, Anejos de Gladius* 5, Madrid.

MORILLO CERDÁN, A. (2008): "Criterios arqueológicos de identificación de los campamentos romanos en Hispania", *Saldvie* 8, Zaragoza, 73-93.

NORTH, N. A. y PEARSON, C. (1975): "Alkaline sulphite reduction treatment of marine iron", *Preprints of ICCOM Committee for Conservation 4th Triennial Meeting*, Venice, 75.13.3/1-14.

OCHARAN LARRONDO, J. A. y UNZUETA PORTILLA, M. (2002): "Andagoste (Cuartango, Álava): un nuevo escenario de las guerras de conquista en el Norte de Hispania", *Actas del Iº Congreso de Arqueología Militar Romana en Hispania, Anejos de Gladius* 5, Madrid, 311-325.

PERALTA LABRADOR, E. (1997): "Arqueología de las Guerras Cántabras. Un campo de batalla en las sierras de Iguña y Toranzo", *Revista de Arqueología* 198, Madrid, 14-23.

- PERALTA LABRADOR, E. (1998): "Espina del Gallego. El último baluarte de los cántabros", *Revista de Arqueología* 212, Madrid, 40-47.
- PERALTA LABRADOR, E. (1999a): "Los castros cántabros y los campamentos romanos de Toranzo y de Iguña. Prospecciones y sondeos (1996-97)", *La Arqueología de los Cántabros. Actas de la Primera Reunión sobre la Edad del Hierro en Cantabria*, Santander, 201-276.
- PERALTA LABRADOR, E. (1999b): "El asedio de la Espina del Gallego (Valles de Toranzo e Iguña, Cantabria) y el problema de *Aracellium*", *Complutum* 10, Madrid, 195-212.
- PERALTA LABRADOR, E. (2000a): *Los cántabros antes de Roma, Bibliotheca Archaeologica Hispana* 5, Real Academia de la Historia, Madrid.
- PERALTA LABRADOR, E. (2000b): "El asedio augústeo de la Espina del Gallego. Campañas arqueológicas de 1997 a 1999", *Actuaciones Arqueológicas en Cantabria 1984-1999*, Santander, 363-367.
- PERALTA LABRADOR, E. (2001a): "Die augusteische Belagerung von La Espina del Gallego (Kantabrien, Spanien)", *Germania* 79(1), Mainz am Rhein, 21-42.
- PERALTA LABRADOR, E. (2001b): "Los castra aestiva del *Bellum Cantabricum*: novedades arqueológicas", *Actas del Iº Congreso Internacional de Historia Antigua* (L.Hernández Guerra, L.Sagredo San Eustaquio y J.Mª. Solana Sainz), Valladolid, 173-182.
- PERALTA LABRADOR, E. (2002a): "Castros y campamentos romanos de las Guerras Cántabras", *Los Poblados Fortificados del Noroeste de la Península Ibérica: Formación y Desarrollo de la Cultura Castreña. Coloquio de Arqueología en la Cuenca del Navia, Homenaje al Prof. Dr. José Manuel González y Fernández-Valles*, Navia, 225-240.
- PERALTA LABRADOR, E. (2002b): "Los campamentos de las Guerras Cántabras de Iguña, Toranzo y Buena (Cantabria)", *Actas del Iº Congreso de Arqueología Militar Romana en Hispania, Anejos de Gladius* 5, Madrid, 327-338.
- PERALTA LABRADOR, E. (2003): *Los cántabros antes de Roma, Bibliotheca Archaeologica Hispana* 5, Madrid (reed. con un apéndice de ampliación).
- PERALTA LABRADOR, E. (2004-a): "Cuestiones histórico-arqueológicas sobre el *Bellum Cantabricum* y el desembarco romano en la costa cántabra", *Sautuola* II, Santander, 85-130.
- PERALTA LABRADOR, E. (2004-b): "La conquista romana de Campoo: arqueología de las guerras cántabras", *Cuadernos de Campoo* 36, Reinosa, 28-42.
- PERALTA LABRADOR, E. (2006a): "La revisión de las guerras cántabras: novedades arqueológicas en el norte de Castilla", *Producción y Abastecimiento en el Ámbito Militar, Actas del IIº Congreso de Arqueología Militar Romana en Hispania* (A.Morillo ed.), León, 523-547.
- PERALTA LABRADOR, E. (2006b): "El asedio de La Loma. Guerras Cántabras en la Montaña Palentina", *Revista de Arqueología* 303, Madrid, 24-33.
- PERALTA LABRADOR, E. (2007): "Equipamiento militar romano de la conquista de la antigua Cantabria", *Sautuola* XIII, Santander, 493-511.
- PERALTA LABRADOR, E. (2009): "Las Guerras Cántabras", *Historia Militar de España. Prehistoria y Antigüedad* (M.Almagro-Gorbea ed.), Comisión Española de Historia Militar-Real Academia de la Historia, Madrid, 247-265.
- PERALTA, E., FERNÁNDEZ, F. y AYLLÓN, R. (2000): "Castros prerromanos y campamentos romanos de Iguña, Cieza y Toranzo. Prospecciones de 1996", *Actuaciones Arqueológicas en Cantabria 1984-1999*, Santander, 289-292.
- PERALTA LABRADOR, E. y OCEJO HERRERO, A. (1996): "El poblamiento de la Edad del Hierro en el Sector Central Cantábrico", *La Arqueología de los Cántabros. Actas de la Primera Reunión sobre la Edad del Hierro en Cantabria*, Fundación Marcelino Botín, Santander, 21-63.
- PITOLLET, C. (1920): "La catapulte d' Ampurias", *Revue des Études Anciennes*, 22, Paris.
- POURBAIX, M. (1987): *Lecciones de corrosión electroquímica*, Madrid.
- PUIG Y CADAFALCH, J. (1911-12): "Crónica de las excavaciones d' Empuries", *Anuari de l' Institut d' Estudis Catalans*, Barcelona, 671-672.
- REINACH, S. (1914): "La catapulte d' Ampurias", *R.A.I.*, 437-438.
- RINUY, A. y SCHWEIZER, F. (1982): "Application of the alkaline sulphite treatment to archaeological iron: a comparative study of different desalination methods", *Conservation of Iron*, Greenwich, 44-49.
- RODRÍGUEZ COLMENERO, A. y VEGA AVELAIRA, T. (1996): "Equipamiento militar del campamento romano de Aquae Querquennae (Portoquintela, Ourense, España)", *Journal of Roman Military Equipment Studies* 7, London, 74-87.
- RUSSO, F. (2004): *L' artiglieria delle legioni romane*, Roma.
- SÁEZ ABAD, R. (2005): *Artillería y poliorcética en el mundo Greco-romano, Anejos de Gladius* 8, Madrid.
- SEAR, D. R. (2000): *Roman coins and their values* Vol. I, London.
- SELWYN, L. (2001): *Détermination de la concentration des ions chlorure en solutions aqueuses par titrage potentiométrique*, Québec.
- SCHULTEN, A. (1914): *Mis excavaciones en Numancia 1905-1912*, Barcelona.
- VEGA AVELAIRA, T. (2002): "Armamento romano procedente del Campamento Auxiliar de Aquae Querquennae (Portoquintela, Provincia de Ourense)", *Anejos de Gladius* 5, Madrid, 395-406.
- VICENTE REDÓN, J. et alii (1985): "Excavaciones arqueológica en "La Caridad" (Caminreal, Teruel), III Campaña, 1985", *Arqueología Aragonesa*, Zaragoza, 101-117.
- VICENTE REDÓN, J., PUNTER, M. P. y EZQUERRA, B. (1997): *La catapulte tardo-republicana y otro equipamiento militar de "La Caridad" (Caminreal, Teruel)*, *Journal of Roman Military Equipment Studies* 8, London, 167-199.
- VIVIES, PH. et alii (2007): "Transformation of akaganeite in archaeological iron artefacts using subcritical treatment", *Metal 07 Vol.5 - Protection of Metal Artefacts*, Amsterdam, 26-30.
- WATKINSON, D. (1982): "An assessment of lithium hydroxide and sodium hydroxide treatments for archaeological ironwork", *Conservation of Iron*, Greenwich, 28-40.
- ZUCCHI, F., MORIGI, G. y BERTOLASI, V. (1977): "Beta iron oxide hydroxide formation in localised active corrosion of iron artifacts", *Corrosion and Metal Artefacts* (B.F.Brown et alii eds.), Washington, 103-105.
- _____ (1997): *Le traitement du fer à l'acide tannique, Notes de l' ICC 9/5*, Ottawa.

