

CAPÍTULO III

ESTUDIO ARQUEOMETALURGICO DEL DEPOSITO
DE LA RIA DE HUELVA

Salvador Rovira*

ABSTRACT.—Presentation and commentary on the series of analyses carried out on the Ría de Huelva hoard. These analyses form the basis for suggesting the place and significance of this set of artefacts in the Late Bronze Age metallurgy of the Iberian Peninsula and related areas.

Two complementary types of analysis were carried out: spectrographic analysis of most of the items and metallographic analysis on a selection of each type present in the hoard.

Spectrographic analysis characterised the set as having a standard copper–tin binary composition, with high proportions of the latter, around 11%. It is notable that both the weapons and the other artefacts in the hoard have a very similar composition, even in the pattern of significant impurities, and a low percentage of lead in the alloys, at a time when ternary bronzes were prevalent on the European Atlantic seaboard and in the Northwest of the Iberian Peninsula itself.

Metallographic analysis provided information on the casting technique used and the way the bronze was then worked. In general a process of annealing after the casting can be seen, designed to give the item body and a homogenous structure, followed by cold hammering, there being over-moulding on some of the swords analysed.

With these data from the internal analysis of the hoard, the author compares it with other analyses carried out on contemporary hoards and single finds in the Iberian Peninsula and others in Atlantic Europe and the Western Mediterranean, especially Sardinia. The conclusions thus obtained make it possible to mark the boundaries between the Huelva hoard and other metallurgical centres in the Iberian Peninsula and to postulate local or regional production of the items comprising it, without reaching a definite conclusion on whether or not there was a single workshop. The analytical characteristics of the hoard put it on the boundary between the Atlantic and the Mediterranean, although with its own defining characteristics.

1. Introducción

A comienzos de 1982 iniciamos el estudio analítico sistemático de los materiales del Depósito de la Ría de Huelva (en adelante, abreviadamente, DRH) custodiados en el Museo Arqueológico Nacional (Madrid). Era también el comienzo de un modesto pero, al mismo tiempo, ambicioso programa de investigación arqueometalúrgica de la Edad del Bronce de la Península

Ibérica apoyado en datos de laboratorio (análisis cuantitativo de los metales y estudios metalográficos) (1) que tomara el relevo y mejorara en lo posible la ingente obra de Junghans, Sangmeister y Schröder (en la parte referida a nuestro país) publicada en la década de los sesenta en los *Studien de Berlín*. El DRH fue uno

(1) En el trabajo de análisis espectrográfico de dicho programa pude contar durante varios años con la inestimable colaboración de Susana Consuegra (1985-1990). En 1986 se incorpora a dicha tarea Ignacio Montero, con quien sigo formando equipo hasta la actualidad. De la metalografía microscópica me he venido ocupando personalmente.

* Museo de América, 28040 Madrid.

de los primeros conjuntos seleccionados dadas sus cualidades de ser un hallazgo cerrado y un unicum peninsular por el número de piezas que lo forman —más de trescientas—, cosa desusada en los depósitos metálicos del BF hispano conocidos hasta ahora. De la naturaleza de sus aleaciones sólo teníamos los datos de una decena de análisis practicados por Escalera (1978).

2. Métodos Analíticos

El análisis químico elemental ha sido realizado con un espectrómetro KeveX Mod. 7000 (2), por fluorescencia de rayos X en técnica de energía dispersiva (EDX), equipado con una fuente de excitación anular de ^{241}Am de 20 mCi y un detector de estado sólido Si(Li) de 80 mm² de superficie, con ventana de berilio de 0'025 mm de espesor. Las condiciones de trabajo se han fijado en 500 segundos de tiempo de adquisición de espectros en el rango de energías de 0–40 keV, midiendo las siguientes líneas espectrales: Fe(K α), Ni(K α), Cu(K α), Zn(K α), As(K β), Ag(K α), Sn(K β), Sb(K α) y Pb(L β). Los límites de detección son, en general, inferiores al 0'01% en las líneas K α (excepto para Ag y Sb, que son del orden de 0'001%); en las K β y L β la sensibilidad es menor (del orden de 0'1%), de ahí que a la hora del análisis cuantitativo hayamos tenido en cuenta los fenómenos de superposición de líneas, utilizando en cada caso las más sensibles y exentas de superposiciones de otros elementos presentes en la muestra.

La configuración del equipo impide la detección de elementos ligeros por debajo de número atómico 20 (Ca). Otras limitaciones vienen dadas por la distribución de picos de señal en el espectro y los ruidos de fondo del sistema. Así, la Zn(K α) radia tan próxima a la Cu(K β) que resulta muy difícil cuantificar concentraciones de zinc por debajo del 0'5% cuando el elemento mayoritario es cobre (como sucede en los bronce) y no podemos recurrir a la Zn(K β) por hallarse enmascarada por picos fantasma de wolframio propios del sistema. Esta inseguridad en la lectura del Zn cuando se halla como elemento minoritario nos ha obligado a prescindir de él en las tablas de resultados, una vez comprobado que en ningún caso se encontraba por encima del 1%. Asimismo, el Ni(K α) puede verse sobrevalorado por un pico de escape del plomo cuando la muestra posee plomo en gran cantidad.

Para los cálculos matemáticos se ha utilizado la rutina EXACT del programa QUANTEX suministrado por KeveX Corp., calculando las constantes de calibración de los elementos a partir de un juego de 35

patrones de bronce certificados, empleando en cada caso el patrón con mejor ajuste con la muestra problema, seleccionado automáticamente por superposición espectrográfica y cálculo estadístico de la bondad del ajuste.

Como es sabido, la fluorescencia de rayos X analiza la superficie de la muestra con una penetración que no suele ser mayor, en el mejor de los casos, de unos 300 μm . Ello hace que resulte muy sensible a fenómenos de enriquecimiento superficial (pátinas, segregaciones, etc.). Para evitar estos efectos perniciosos para la representatividad analítica, todas las piezas han sido sometidas a una cuidadosa limpieza en la zona de análisis utilizando un equipo de abrasión por chorro de arena, eliminando los productos de corrosión superficial hasta dejar al aire la superficie sana del metal. Una discusión más amplia sobre esta técnica analítica y la metodología empleada puede seguirse en Rovira (1990 y 1994) y Montero (1994).

3. Metales y Aleaciones del Depósito de la Ría de Huelva

Los objetos considerados en este estudio se pueden agrupar en los siguientes conjuntos funcionales: armas, objetos de adorno y furnitura y una miscelánea conteniendo el resto de materiales variados del depósito.

3.1. Armas

Una de las características que diferencia el DRH de otros depósitos contemporáneos es la importancia numérica que toman las armas, como ya hicieron notar Coffyn, Gómez y Mohen (1981: 37) al contabilizar un 77'28% de armas dentro del conjunto. Espadas, puñales, puntas de lanza, regatones y puntas de dardo han sido sometidas a análisis químico y metalográfico, y los resultados obtenidos serán desarrollados seguidamente.

3.1.1. Espadas

Se ha determinado la composición química elemental de 83 espadas o fragmentos, encontrando que se trata de bronce binarios cobre-estaño con una tasa media del 10'8% Sn (desviación típica 2'42) y 0'08% Pb (desviación típica 0'01). Tan sólo un fragmento de empuñadura (38238) contiene además una cantidad de plomo que supera el 1%, pero sin alcanzar el 2%, de lo que se sigue que las aleaciones de las espadas del DRH son bronce binarios sin apenas participación de bronce plomados. La Tabla 1 recoge los resultados analíticos.

(2) Este equipo fue adquirido por la entonces Subdirección General de Arqueología del Ministerio de Cultura para la realización del proyecto de investigación arqueometalúrgica. Actualmente se halla instalado en el I.C.R.B.C.

TABLA I
ANALISIS DE ESPADAS DEL DRH

Inventario	Análisis	Denominación del objeto	Cu	Sn	Pb	Ag	Sb	As	Fe	Ni
24/60/ 47 ()	AA0407	Espada lengua carpa (fr.)	91'5	7'8	0'14	0'002	0'01	nd	0'22	0'01
24/60/ 48 ()	AA0328	Espada lengua carpa (fr.)	88'5	11'3	nd	0'014	nd	nd	0'01	0'01
24/60/ 49 ()	AA0507	Espada lengua carpa (fr.)	90'6	8'8	0'06	0'001	nd	nd	0'36	0'07
24/60/ 50 ()	AA0508	Espada (frag. hoja)	85'8	13'4	nd	0'002	nd	nd	0'62	0'01
24/60/ 51 ()	AA0408	Espada lengua carpa (fr.)	89'5	10'1	nd	0'006	0'01	nd	0'18	0'08
24/60/ 53 ()	AA0409	Espada lengua carpa (fr.)	87'7	11'7	nd	nd	nd	nd	0'37	0'12
24/60/ 54 ()	AA0410	Espada lengua carpa (fr.)	87'2	12'1	0'02	0'004	0'02	nd	0'29	0'15
24/60/ 55 ()	AA0452	Espada (frag. hoja)	88'6	11'1	0'08	nd	nd	nd	0'01	tr
24/60/ 56 ()	AA0453	Espada (frag. hoja)	89'4	10'3	nd	0'033	nd	nd	0'09	0'01
24/60/ 57 ()	AA0454	Espada lengua carpa (fr.)	89'5	9'8	nd	0'003	nd	nd	0'36	0'02
24/60/ 58 ()	AA0333	Espada (frag. hoja)	83'3	15'8	0'29	nd	0'01	nd	0'37	0'02
24/60/ 59 ()	AA0325	Espada (frag.)	86'8	12'8	nd	nd	nd	nd	0'26	0'01
24/60/ 60 ()	AA0297	Espada lengua carpa (fr.)	88'3	11'4	nd	0'010	nd	nd	0'16	0'03
24/60/ 61 ()	AA0298	Espada (frag. hoja)	83'4	15'5	nd	nd	nd	nd	0'73	0'28
24/60/ 62 ()	AA0455	Espada (frag. hoja)	78'9	20'5	0'05	0'005	nd	0'05	0'31	0'01
24/60/ 63 ()	AA0510	Espada (frag. hoja)	88'2	11'7	0'05	0'001	nd	nd	0'01	0'01
24/60/ 64 ()	AA0511	Espada (frag. hoja)	85'4	14'2	nd	nd	nd	nd	0'39	0'01
24/60/ 65 ()	AA0323	Espada (frag. hoja)	89'7	10'1	nd	nd	nd	nd	0'01	0'01
24/60/ 66 ()	AA0327	Espada (frag.)	88'7	11'0	nd	nd	nd	nd	0'12	0'01
24/60/ 67 ()	AA0296	Espada (frag.)	85'5	14'0	nd	nd	0'01	nd	0'39	0'05
24/60/ 69 ()	AA0335	Espada (frag. hoja)	90'4	8'9	0'18	0'003	0'01	0'092	0'34	0'04
24/60/ 78 ()	AA0300	Espada (frag. punta)	85'6	13'5	nd	nd	nd	nd	0'54	0'29
24/60/ 79 ()	AA0340	Espada (frag. punta)	89'8	9'8	0'08	0'004	0'02	nd	0'14	nd
24/60/ 80 ()	AA0459	Espada (frag. punta)	89'3	10'2	0'14	0'004	0'01	nd	0'19	nd
24/60/ 81 ()	AA0512	Espada (frag. hoja)?	90'9	8'8	0'13	0'003	nd	0'02	0'04	0'01
24/60/ 82 ()	AA0338	Espada lengua carpa (fr.)	91'0	9'7	nd	nd	nd	nd	0'26	0'02
24/60/ 83 ()	AA0513	Espada o lanza (fr. hoja)	84'3	15'5	0'10	0'004	0'002	nd	0'10	0'04
24/60/ 84 ()	AA0301	Espada lengua carpa (fr.)	87'9	11'5	0'07	0'002	0'01	0'09	0'33	0'05
24/60/ 85 ()	AA0302	Espada lengua carpa (fr.)	86'4	12'3	0'22	0'006	0'02	nd	0'25	0'06
24/60/ 91 ()	AA0306	Espada (frag.)	88'1	11'6	nd	nd	nd	nd	0'09	0'02
24/60/ 92 ()	AA0515	Espada o lanza (fr. hoja)	88'6	11'0	nd	0'006	0'05	nd	0'01	0'01
24/60/122 ()	AA0520	Espada (frag. empuñadura)	87'5	12'1	0'04	nd	0'01	nd	0'30	0'03
24/60/126 ()	AA0372	Espada (frag.)	88'9	10'7	0'05	nd	0'004	nd	0'25	tr
32226 ()	AA0473	Espada lengua carpa (fr.)	92'3	7'2	0'04	0'001	0'003	nd	0'06	tr
32228 (55)	AA0656	Espada (frag. punta)	90'8	9'0	nd	0'008	0'005	nd	0'07	0'02
32260 (57)	AA0272A	Espada (empuñadura)	85'5	13'7	0'21	0'005	0'01	0'17	0'25	0'11
32260 (57)	AA0272B	Espada (hoja)	87'6	11'8	0'08	0'006	0'01	0'17	0'22	0'03
32261 (56)	AA0573A	Espada pist. (hoja)	88'3	11'4	0'10	0'012	nd	nd	0'09	0'03
32261 (56)	AA0573B	Espada pist. (empuñadura)	83'6	16'1	0'10	0'003	nd	nd	0'05	0'05
32263 (42)	AA0574A	Espada pist. (hoja)	87'9	11'8	nd	0'006	nd	nd	0'01	0'08
32263 (42)	AA0574B	Espada pist. (empuñadura)	86'4	13'5	nd	nd	nd	nd	0'09	0'07
32264 (2)	AA0572	Espada lengua carpa	89'7	9'4	nd	0'009	0'005	nd	0'06	0'01
32266 (9)	AA0568	Espada lengua carpa	89'5	10'2	nd	0'006	0'02	nd	0'05	0'02
32267 (51)	AA0575	Espada lengua carpa	91'3	8'6	nd	nd	nd	nd	0'01	0'04
32268 (41)	AA0569	Espada lengua carpa	88'3	11'6	nd	0'007	nd	nd	0'03	0'02
32270 (40)	AA0570	Espada lengua carpa	91'8	8'1	nd	0'008	nd	nd	0'05	0'01
32273 (8)	AA0373A	Espada lengua carpa (hoja)	91'2	8'3	nd	nd	0'01	nd	0'35	0'14
32273 (8)	AA0373B	Espada lengua carpa (hoja)	90'3	8'7	nd	nd	0'01	nd	0'77	0'10
32273 (8)	AA0373C	Espada lengua carpa (emp.)	91'1	8'2	nd	nd	0'01	nd	0'48	0'10
32274 (23)	AA0571	Espada lengua carpa	90'7	9'2	nd	0'009	nd	nd	0'05	0'01
32276 (38)	AA0374	Espada lengua carpa	88'3	11'4	0'09	0'002	nd	nd	0'15	nd
32277 (5)	AA0474	Espada lengua carpa	90'4	9'3	0'05	0'010	nd	nd	0'06	0'01
32278 (11)	AA0475	Espada lengua carpa	90'9	8'7	nd	0'002	0'006	nd	0'08	0'01
32279 (12)	AA0477	Espada pistiliforme	88'6	10'9	0'04	0'002	0'01	nd	0'19	0'02
32280 (4)	AA0273	Espada lengua carpa	82'4	17'1	0'12	0'006	0'004	nd	0'23	0'03
32281 (43)	AA0274	Espada lengua carpa	89'1	10'0	0'14	0'004	0'01	nd	0'31	0'23
32282 (39)	AA0375	Espada lengua carpa	89'0	10'3	0'21	0'006	0'01	nd	0'23	nd
32283 (15)	AA0476	Espada lengua carpa	90'0	9'0	nd	0'002	nd	nd	0'25	nd
32285 (22)	AA0376	Espada lengua carpa	87'8	11'5	0'18	nd	0'02	nd	0'44	0'08
32286 (7)	AA0478	Espada lengua carpa	88'6	11'3	nd	0'004	nd	nd	0'07	0'04
32288 (14)	AA0423	Espada (frag.)	87'2	11'6	nd	0'010	0'01	nd	0'41	0'10
32289 (21)	AA0275	Espada lengua carpa	87'8	12'3	0'22	0'003	0'01	0'09	0'18	0'02
32291 (10)	AA0479	Espada lengua carpa	90'9	8'7	0'04	0'008	0'03	nd	0'23	0'02
32295 (53)	AA0377	Espada lengua carpa (fr.)	90'7	9'1	0'07	nd	nd	nd	0'07	nd

Inventario	Análisis	Denominación del objeto	Cu	Sn	Pb	Ag	Sb	As	Fe	Ni
32296 (52)	AA0424	Espada lengua carpa (fr.)	87'5	12'4	0'02	0'001	nd	nd	0'02	0'01
32299 (48)	AA0276	Espada (frag.)	91'1	8'7	nd	0'010	0'01	nd	0'05	0'02
32300 (24)	AA0378	Espada (frag.)	84'5	14'8	0'17	0'007	0'01	nd	0'40	0'02
32304 (25)	AA0480	Espada (frag.)	91'2	8'7	nd	0'002	nd	nd	0'08	0'01
32305 (46)	AA0481	Espada (frag.)	87'7	12'0	0'04	0'006	0'01	nd	0'47	0'06
32308 (49)	AA0277	Espada (frag.)	90'7	8'7	0'32	0'007	0'004	0'03	0'10	0'21
32317 (19)	AA0379	Espada lengua carpa corta	90'4	9'1	0'13	0'004	0'01	nd	0'18	0'09
32318 (27)	AA0425	Espada (frag.)	91'7	8'1	0'11	0'001	nd	nd	0'11	0'01
32318 (27)	AA0658	Espada (frag.)	92'2	7'7	nd	nd	nd	nd	0'08	0'01
32320 (28)	AA0332	Espada (frag. empuñadura)	87'9	11'6	nd	nd	nd	nd	0'32	0'01
32322 (44)	AA0334	Espada (frag. empuñadura)	93'6	6'2	nd	nd	nd	nd	0'12	0'01
32337 (20)	AA0322	Espada lengua carpa corta	90'3	9'5	0'08	0'008	0'01	0'11	0'01	nd
32631 (50)	AA0657	Espada (frag.)	92'1	7'7	0'08	0'007	0'02	nd	0'05	0'01
32631 (50)	AA0657bis	Espada (frag.)	91'4	8'3	0'12	0'006	0'01	nd	0'09	0'02
38236 (30)	AA0644	Espada (frag. empuñadura)	89'9	9'9	nd	nd	nd	nd	0'07	0'02
38237 (32)	AA0294	Espada (frag. empuñadura)	84'9	13'6	0'50	nd	nd	nd	0'37	0'46
38238 (33)	AA0641	Espada (frag. empuñadura)	86'5	12'0	1'2	0'012	0'006	0'06	0'07	0'06
38239 (36)	AA0640	Espada (frag. empuñadura)	90'7	9'0	0'07	0'002	0'01	nd	0'08	0'03
38241 (35)	AA0444	Espada (frag. empuñadura)	93'9	5'7	0'05	0'001	nd	nd	0'05	tr
38242 (37)	AA0643	Espada (frag. empuñadura)	90'0	9'2	0'24	0'005	nd	nd	0'46	0'11
38340 (34)	AA0445	Espada (frag. empuñadura)	87'7	12'2	0'08	0'004	nd	nd	0'02	0'01
98 (72)	AA0330	Espada o puñal (fr. punta)	87'5	12'1	nd	0'002	0'01	nd	0'32	0'01
Nº1 C. Albelda	PA4226	Espada (hoja)	87'9	11'3	0'36	0'008	0'02	nd	0'27	0'06
Nº2 C. Albelda	PA4227	Espada (hoja)	88'7	10'6	0'21	0'003	0'01	nd	0'32	0'09

NOTAS: Las cifras de la composición expresan % en peso. nd: elemento no detectado. tr: elemento detectado como trazas, habitualmente <0'01%. El número entre paréntesis a continuación del inventario hace referencia al orden seguido en Almagro (1958).

La Figura 12 muestra la distribución de las concentraciones de estaño. Como vemos, los broncees pobres con menos del 8% Sn son escasos (tan sólo 6 espadas). También lo son los broncees ricos con más del 15% Sn

(5 ejemplares), con una única muestra que alcanza el 20%, el fragmento de hoja de espada 24/60/62. Algo más del 68% de las espadas caen dentro del intervalo $10'8 \pm 2'5\%$ Sn, lo cual indica un buen agrupamiento

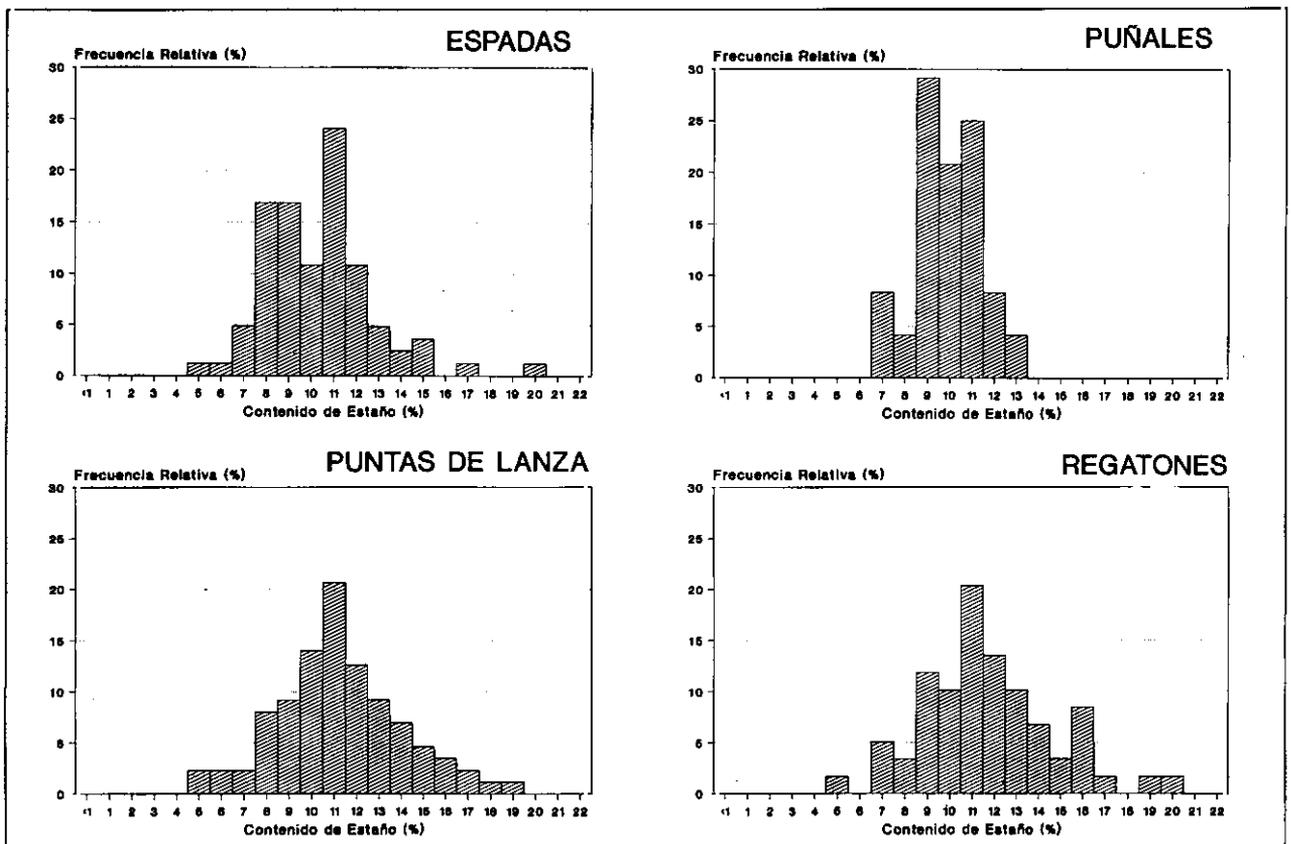


Fig. 12.—Conjunto de histogramas con el reparto de los contenidos de estaño en las espadas, puñales, puntas de lanza y regatones del DRH

en torno a la media o, hablando en términos metalúrgicos, un control bastante eficaz de la composición de las aleaciones, pero la dispersión de los valores es todavía excesiva para que podamos hablar con certeza de un único taller (3).

Mediante el estudio del agrupamiento (cluster) de las variables cobre, estaño y plomo se pueden establecer cinco grupos de aleaciones (4) con las características anotadas en la Tabla 2:

TABLA 2
CARACTERISTICAS DE LOS GRUPOS
DE ESPADAS DEL DRH

	Número de piezas	Intervalo Cu	Intervalo Sn	Intervalo Pb
Grupo 1	2	93'4-93'7	5'75-6'24	0-0'05
Grupo 2	35	89'2-92'3	7'24-10'3	0-0'32
Grupo 3	35	86'4-88'8	10'0-12'8	0-1'16
Grupo 4	10	82'3-85'7	13'4-17'1	0-0'50
Grupo 5	1	78'9-78'9	20'6-20'6	0'05-0'05

El dendrograma correspondiente al análisis del agrupamiento se ofrece en la Figura 13A y su proyección según los componentes Cu/Sn en la Figura 13B cuyo gráfico, junto con los valores del intervalo de estaño de la Tabla 2, tiene una lectura tecnológica interesante. Así, el Grupo 1 es de bronce pobres; los dos análisis corresponden a fragmentos de empuñadura. Los Grupos 2 y 3 son de bronce típicos y contienen el mayor número de piezas. El Grupo 4, con diez miembros, es de bronce ricos en estaño, más duros que los anteriores. Finalmente, el Grupo 5 lo forma una sola pieza, un fragmento de hoja con una cifra de estaño elevada (20'6%), un bronce muy duro.

A lo largo del desarrollo del Programa de Investigación Arqueometalúrgica de la P. Ibérica (en adelante, abreviadamente, PIAPI) hemos tenido ocasión de analizar otras espadas españolas del Bronce Final, con los resultados expuestos en la Tabla 3. En términos generales, la serie analítica encajaría sin dificultad en la del DRH, con algunas excepciones que conviene comentar.

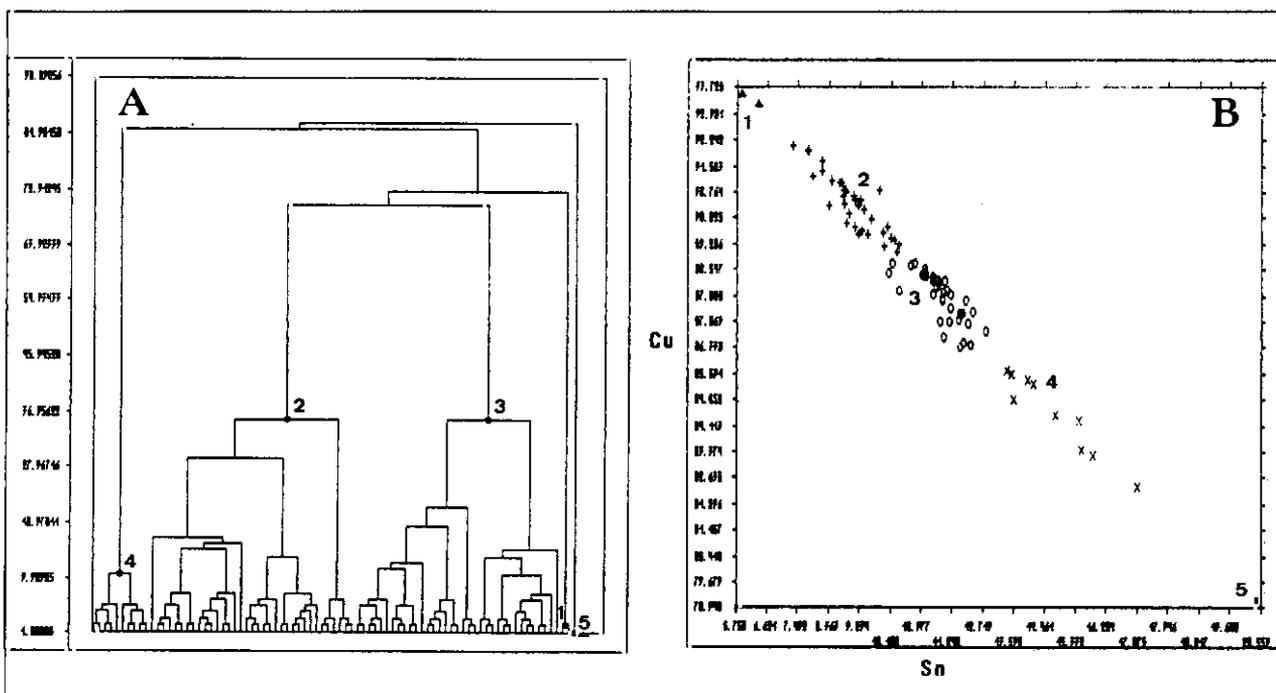


Fig. 13.—A) Resultado del análisis del agrupamiento según la composición de Cu, Sn y Pb de las espadas del DRH. B) Proyección del agrupamiento de las espadas sobre los componentes Cu/Sn. Los números en ambos gráficos identifican los grupos de la Tabla 2.

(3) Es muy probable que un taller de bronce no sea caracterizable por la uniformidad de las aleaciones que produce, ni siquiera pensando en un tipo tan concreto de fabricación como es la espada de lengua de carpa. Podemos pensar a priori en una cierta homogeneidad que, en todo caso, habrá de ser contrastada por la estadística. Más adelante volveré sobre la cuestión de los talleres.

(4) Se ha escogido la clasificación jerárquica en función de la distancia euclidiana al centroide, con los datos sin normalizar.

Dentro de los ejemplares de Baleares, que ya fueron publicados con anterioridad (Delibes y Fernández-Miranda, 1988; Rovira, Montero y Consuegra, 1991), la espada de Ses Salines es una pieza absolutamente excepcional, de parada. Su hoja, sin embargo, con 14'0% Sn y 0'24% Pb, es de una aleación como

TABLA 3
OTRAS ESPADAS DEL BRONCE FINAL DE LA P. IBERICA

Inventario	Análisis	Denominación del objeto	Procedencia	Cu	Sn	Pb	Ag	Sb	As	Fe	Ni
	AA0242A	Espada (empuñadura)	Bornos (Cádiz)	90'1	9'6	nd	tr	tr	nd	0'24	0'01
	AA0242B	Espada (hoja)	Bornos (Cádiz)	89'6	10'1	nd	tr	tr	nd	0'22	0'01
	AA0242C	Espada (punta)	Bornos (Cádiz)	89'9	9'8	nd	tr	tr	nd	0'29	0'06
	AA1317	Espada	Son Matge (Mallorca)	84'2	14'9	0'49	0'003	0'017	nd	0'03	0'01
	AA1322	Espada (hoja)	C'an Jordi (Mallorca)	89'1	6'7	3'2	nd	nd	nd	0'45	0'18
	PA0761A	Espada (hoja)	Ses Salines (Mallorca)	85'0	14'0	0'24	0'028	0'230	nd	0'21	0'25
	PA0761B	Espada (cordón filo)	Ses Salines (Mallorca)	75'5	22'3	0'36	0'060	0'340	nd	0'51	0'21
	PA0761C	Espada (empuñadura)	Ses Salines (Mallorca)	92'3	3'39	3'6	0'003	0'051	nd	0'12	0'04
	PA0761D	Espada (pomo)	Ses Salines (Mallorca)	56'3	41'9	0'73	0'003	0'081	nd	0'22	0'20
135	PA0098	Espada (frag. hoja)	Dep. Llavorsí (Lérida)	80'9	19'0	nd	nd	0'019	nd	0'01	0'02
15641	AA1409A	Espada (hoja)	Lloseta (Mallorca)	85'5	12'1	1'19	0'015	nd	nd	0'01	0'02
15641	AA1409B	Espada (pomo)	Lloseta (Mallorca)	71'6	14'2	8'2	0'036	nd	nd	0'01	0'02
38243	AA1291	Espada pistiliforme	Dep. del Río Sil (Orense)	82'9	15'5	0'39	0'022	0'238	nd	0'33	0'05
467-470	PA0402A	Espada (frag. punta)	Las Alcobainas (Cádiz)	88'0	11'6	0'10	0'016	0'090	nd	tr	0'10
467-470	PA0402B	Espada (frag. hoja)	Las Alcobainas (Cádiz)	86'0	12'2	0'84	0'017	0'100	nd	0'27	0'13
467-470	PA0402C	Espada (frag. punta)	Las Alcobainas (Cádiz)	87'6	11'5	0'29	0'017	0'100	nd	0'27	0'15
467-470	PA0402D	Espada (frag. empuñadura)	Las Alcobainas (Cádiz)	84'7	14'4	0'14	0'019	0'120	nd	0'19	0'31
467-470	PA0402E	Espada (frag. punta)	Las Alcobainas (Cádiz)	86'5	13'9	0'07	0'011	0'020	nd	0'26	0'16
RE1982/106	PA0298A	Espada pist. (empuñadura)	Río Guadalquivir (Sevilla)	74'0	23'2	1'8	0'061	0'023	nd	0'60	0'19
RE1982/106	PA0298B	Espada pist. (extr. hoja)	Río Guadalquivir (Sevilla)	82'9	14'6	1'9	0'033	nd	nd	0'24	0'16
RE1982/107	PA0296A	Espada (empuñadura)	Río Guadalquivir (Sevilla)	85'6	13'8	0'06	0'014 tr	nd	0'38	0'11	
RE1982/107	PA0296B	Espada (centro hoja)	Río Guadalquivir (Sevilla)	90'2	9'4	0'05	0'017	tr	nd	0'11	0'12
RE1982/107	PA0296C	Espada (extr. hoja)	Río Guadalquivir (Sevilla)	90'4	9'4	tr	0'014	tr	nd	0'11	0'05
RE1982/107	PA0296D	Espada (remache)	Río Guadalquivir (Sevilla)	85'6	13'8	tr	0'018	tr	nd	0'36	0'07
RE1982/108	PA0299A	Espada (empuñadura)	Villaverde del Río (Sevilla)	87'3	12'1	0'19	0'041	0'063	nd	0'11	0'11
RE1982/108	PA0299B	Espada (hoja)	Villaverde del Río (Sevilla)	80'5	18'6	0'28	0'036	0'029	nd	0'28	0'25
RE1982/108	PA0299C	Espada (remache)	Villaverde del Río (Sevilla)	80'9	17'8	0'19	0'042	0'391	nd	0'30	0'39
RE1982/108	PA0295A	Espada (empuñadura)	Alcalá del Río (Sevilla)	81'9	15'2	1'8	0'020	0'052	nd	0'39	0'53
RE1982/109	PA0295B	Espada (extr. hoja)	Alcalá del Río (Sevilla)	75'9	20'5	2'9	0'049	0'056	nd	0'29	0'23
RE27033	PA0297A	Espada (extr. hoja)	Alhonoiz (Sevilla)	83'7	15'9	nd	nd	nd	nd	0'33	0'09
RE27033	PA0297B	Espada (empuñadura)	Alhonoiz (Sevilla)	78'3	20'4	nd	nd	nd	nd	0'98	0'25

alguna de las encontradas en el DRH. Algo similar cabe decir de las de Son Matge y Lloseta. En cambio la espada de C'an Jordi, con 6'7% Sn y 3'2% Pb, se aleja bastante de las del conjunto que nos ocupa. Tal parece que las formulaciones baleáricas que caen dentro del rango del DRH lo hacen en posiciones marginales de la Figura 1, lo cual cabría interpretar como que no sólo la tipología sino también el hábito de preparar las aleaciones distancia ambos conjuntos (5). Un argumento más: en el DRH hay dos espadas que conservan su empuñadura maciza (32260 y 32261), circunstancia que ha servido en más de una ocasión para suponer vínculos entre los conjuntos onubense y baleár; ambas llevan algo más del 11% Sn en la hoja, aleación característica de este depósito a la que se acerca únicamente la hoja de Lloseta (12'1% Sn, pero con 1'19% Pb).

El Depósito del Río Sil (San Esteban del Río Sil, Orense) conservado en el Museo Arqueológico Nacional tiene una espada pistiliforme (38243) de bronce binario con 15'5% Sn, aleación representada tan sólo en algo menos del 4% de los análisis del

DRH. Los pocos ejemplares pistiliformes de éste último suelen mostrar cifras de estaño algo más bajas, aunque la empuñadura del número 32261 alcanza el 16% Sn. No existirían, pues, argumentos sólidos para aislar la espada del río Sil del complejo tecnológico representado por la Ría de Huelva, aunque sus impurezas de Sb apuntan hacia una procedencia distinta. Otro elemento de contraste es la espada pistiliforme extraída del cauce del Guadalquivir en Sevilla (RE 1982/106), con 14'6% Sn en la hoja y 23'2% Sn en la empuñadura, un claro ejemplo de fabricación o reparación por sobremoldeo, técnica que también se aprecia en la espada 32261 del DRH antes mencionada.

La importancia numérica del conjunto de espadas (o fragmentos) de tipo Monte Sa Idda hallados en Andalucía, además de un molde bivalvo casi completo aparecido en Ronda, son fundados argumentos para reivindicar la producción hispánica e incluso su posible origen en esas tierras meridionales. Hemos analizado ejemplares procedentes de Bornos, Alcalá del Río y Villaverde del Río, y varios fragmentos de Las Alcobainas (Jerez de la Frontera). Los resultados encajan sin dificultad en los grupos de aleaciones más frecuentes del DRH, a pesar de que en el depósito no se ha documentado ninguna espada Monte Sa Idda,

(5) Véase un documentado estudio acerca de la filiación de las espadas baleáricas en Delibes y Fernández-Miranda (1988: 93 y ss.).

razón por la cual se considera este modelo algo más moderno que el Ría de Huelva típico (6). Desde el punto de vista de las aleaciones cabe destacar, sin embargo, la homogeneidad tecnológica de ambos grupos en Andalucía.

Otras dos espadas en lengua de carpa recogidas del lecho fluvial en Sevilla y Alhonor (RE1982/107 y RE27033), cuyas hojas dan contenidos de estaño del 9'4% y 15'9% respectivamente, sin plomo, son como las del depósito principal.

Queda finalmente un fragmento de hoja del depósito de Llavorsí (Lérida) (Consuegra, Montero y Rovira, 1991: 200), de bronce rico en estaño (18'9%), sin plomo. Dicho depósito, cuya filiación tipológica apunta hacia el levante francés y los Alpes, nos aleja del mundo atlántico. Pero cabe retener como dato de interés la bondad de sus bronzes binarios apenas plomados.

Conviene tomar en consideración otras series de análisis de espadas peninsulares del Bronce Final. Así, Harrison, Craddock y Hughes (1981) publicaron los análisis de dos espadas atlánticas conservadas en el

Museo Británico, una encontrada en Tabernas (Almería) y la otra en Carcabuey (Córdoba) (7). El metal de las hojas es similar al del DRH: bronce binario, sin plomo.

En resumen, las espadas de la Ría de Huelva y otras afines de la Península se caracterizan por ser en su inmensa mayoría de aleaciones cobre-estaño. Las titulaciones de plomo son muy bajas, superando el 1% Pb un total de tres ejemplares de los hasta ahora analizados.

3.1.2. Puñales

Disponemos de los análisis de 24 puñales del DRH. Las tendencias centrales para los contenidos de estaño y plomo son los siguientes: $10'6 \pm 1'47\%$ y $0'11 \pm 0'13\%$ respectivamente. Estas cifras indican claramente, en el caso del estaño, que los valores se agrupan bien en torno de la media (Figura 12), y en el del plomo, que hay una fuerte dispersión pero siempre dentro de valores absolutos muy bajos. Los resultados de los análisis se anotan en la Tabla 4.

TABLA 4
ANÁLISIS DE PUÑALES DEL DRH

Inventario	Análisis	Denominación del objeto	Cu	Sn	Pb	Ag	Sb	As	Fe	Ni
24/60/52 ()	AA0509	Puñal (frag.)	89'2	10'1	0'19	0'011	0'01	nd	0'35	0'04
24/60/70 ()	AA0456	Puñal lengua carpa (frag.)	85'8	13'8	0'16	0'006	0'003	nd	0'02	0'01
24/60/71 ()	AA0457	Puñal triangular (frag.)	88'4	11'5	nd	nd	nd	nd	0'04	0'01
24/60/72 ()	AA0324	Puñal triangular	87'9	12'0	nd	0'008	0'01	nd	0'01	0'03
24/60/73 ()	AA0411	Puñal lengua carpa	91'6	8'0	0'17	0'003	0'01	0'05	0'05	0'01
24/60/74 ()	AA0458	Puñal lengua carpa	90'9	8'9	nd	0'003	nd	nd	0'04	0'03
24/60/75 ()	AA0326	Puñal lengüeta	89'8	9'9	0'11	0'009	0'01	nd	0'10	0'01
24/60/76 ()	AA0299	Puñal	88'6	10'9	0'08	0'004	0'01	0'01	0'07	0'03
24/60/95 ()	AA0336	Puñal (frag.)	90'2	9'1	0'14	0'008	0'02	0'27	0'24	0'01
32340 (58)	AA0380	Puñal lengüeta	87'9	11'4	0'08	nd	nd	nd	0'50	0'12
32341 (69)	AA0541	Puñal remaches (2)	89'7	9'8	0'19	0'005	0'01	nd	0'07	0'02
32357 (59)	AA0539	Puñal lengüeta	90'9	9'7	nd	nd	nd	nd	0'05	0'02
32366 (73)	AA0339	Puñal lengua carpa	88'0	11'5	0'32	0'005	0'01	nd	0'17	0'02
32544 (61)	AA0329	Puñal lengüeta	89'3	9'9	0'48	0'004	0'01	nd	0'25	0'01
32549 (60)	AA0642	Puñal lengüeta	90'6	9'3	nd	0'001	nd	nd	0'07	0'01
32552 (62)	AA0537	Puñal lengüeta	87'7	12'2	nd	nd	nd	nd	0'06	0'02
32553 (67)	AA0543	Puñal remaches (3)	88'8	10'8	0'12	0'006	0'01	nd	0'12	0'01
32555 (65)	AA0542	Puñal remaches (4)	92'0	7'6	0'09	0'005	0'01	0'08	0'07	0'01
32560 (64)	AA0540	Puñal remaches (2)	89'1	10'7	nd	0'005	0'01	nd	0'05	0'01
32561 (70)	AA0576	Puñal remaches (1)	89'1	10'7	nd	nd	nd	nd	0'15	0'02
32563 (63)	AA0538	Puñal remaches (2?)	87'3	12'5	0'06	0'010	0'02	nd	0'03	0'02
32564 (71)	AA0290	Puñal lengüeta	86'6	12'0	0'46	0'004	0'01	0'43	0'17	0'10
C. Albelda	PA4217	Puñal lengüeta	89'7	9'7	0'11	0'009	tr	nd	0'39	tr
C. Albelda nº3	PA4219	Puñal lengüeta	87'9	11'8	tr	0'017	0'03	nd	0'24	tr

(6) A esta idea se opone con fundados argumentos Lo Schiavo (1991: 214), para quien los materiales de Monte Sa Idda son en su mayoría producciones de los siglos X-IX a. de C.

(7) La espada de Tabernas es en lengua de carpa, de tipo Ría de Huelva; contiene entre 5 y 7% Sn. La de Carcabuey, de lengüeta en forma de varilla simple de sección irregular y ricasso decorado, es un tipo ajeno al DRH; los análisis dan entre 11 y 13% Sn.

El estudio estadístico del agrupamiento de esta serie en función de los mayores constituyentes de la aleación es del todo irrelevante, pues es evidente que no hay bronce pobres por debajo del 7% Sn ni tampoco bronce ricos por encima del 14% Sn. Ello hace también innecesario buscar alguna relación entre la diversidad tipológica que muestran los puñales y su composición básica, relación que no parece darse.

Respecto de materiales similares procedentes de otros contextos, sólo disponemos del análisis de un

puñal en lengua de carpa de Ocenilla (Soria) que, por su composición (21'9% Sn y 6'5% Pb), se aleja de lo visto en el DRH (Rovira, Montero y Consuegra, 1992: 254).

3.1.3. Puntas de lanza

Constituyen uno de los conjuntos más numerosos del depósito, habiéndose analizado 87 piezas. La tendencia central de sus mayores constituyentes arroja las

TABLA 5
ANÁLISIS DE PUNTAS DE LANZA DEL DRH

Inventario	Análisis	Denominación del objeto	Cu	Sn	Pb	Ag	Sb	As	Fe	Ni
24/60/ 1	AA0446	Punta lanza	87'0	12'3	0'61	0'003	nd	0'07	0'02	0'01
24/60/ 2	AA0501	Punta lanza	91'2	8'5	0'07	0'007	0'006	nd	0'09	tr
24/60/ 3	AA0400	Punta lanza	86'6	12'8	0'15	0'009	0'01	nd	0'16	0'03
24/60/ 4 (82)	AA0581	Punta lanza losángica	88'5	11'0	0'18	0'006	0'02	nd	0'01	0'10
24/60/ 5	AA0295	Punta lanza	78'6	19'9	0'47	nd	nd	nd	0'58	0'38
24/60/ 7	AA0502	Punta lanza	88'2	11'7	0'03	0'006	0'003	nd	0'03	0'05
24/60/ 8 (97)	AA0412	Punta lanza losángica	89'7	10'0	nd	0'004	0'01	nd	0'11	0'02
24/60/ 10 (99)	AA0447	Punta lanza losángica	89'2	10'0	0'41	0'007	0'01	nd	0'12	0'01
24/60/ 11 (109)	AA0503	Punta lanza foliácea	88'2	11'4	nd	0'002	nd	nd	0'04	0'02
24/60/ 12 (110)	AA0504	Punta lanza foliácea	88'5	11'5	nd	nd	0'01	nd	0'04	0'01
24/60/ 13 ()	AA0552	Punta lanza losángica	86'4	3'3	0'18	0'003	0'03	nd	0'05	0'01
24/60/ 14 (135)	AA0401	Punta lanza foliácea	90'3	9'4	0'07	0'004	0'01	nd	0'04	0'01
24/60/ 77 (84)	AA0331	Punta lanza foliácea (f.)	90'4	9'2	0'17	0'005	0'01	nd	0'11	0'01
24/60/ 80 ()	AA0337	Punta lanza foliácea	93'9	5'8	0'19	0'001	0'002	nd	0'10	0'01
24/60/ 86	AA0534	Punta lanza	89'5	10'5	nd	0'003	0'01	nd	0'04	0'01
24/60/ 87 ()	AA0303	Punta lanza (frag.)	86'3	12'9	0'49	nd	nd	nd	0'10	0'03
24/60/ 88 ()	AA0514	Punta lanza (frag.)	82'4	17'0	0'09	0'010	0'01	nd	0'49	0'05
24/60/ 89 ()	AA0304	Punta lanza losángica (f.)	83'8	15'9	0'11	nd	nd	nd	0'15	0'02
24/60/ 9 (98)	AA0584	Punta lanza losángica	89'9	9'9	0'09	0'004	0'01	nd	0'05	0'02
24/60/ 90 (101)	AA0305	Punta lanza foliácea (f.)	82'7	16'8	0'18	0'002	nd	0'11	0'14	0'02
24/60/ 94 ()	AA0533	Punta lanza (frag.)	88'8	10'7	nd	0'005	0'10	nd	0'06	0'03
24/60/106 ()	AA0518	Punta lanza losángica (f.)	86'7	13'0	nd	0'008	0'01	nd	0'01	0'02
24/60/107 ()	AA0312	Punta lanza losángica (f.)	85'7	13'4	0'45	0'009	0'01	0'11	0'15	0'02
24/60/108	AA0460	Punta lanza	90'5	8'9	0'20	0'003	nd	nd	0'13	0'01
24/60/110 ()	AA0519	Punta lanza foliácea (f.)	88'5	11'4	nd	0'006	0'01	nd	0'01	0'01
24/60/123 ()	AA0536	Punta lanza (frag.)	90'6	8'9	0'09	0'006	0'01	nd	0'07	0'01
32345 (134)	AA0278	Punta lanza foliácea	92'8	7'4	0'05	0'006	0'005	nd	0'09	0'02
32348	AA0381	Punta lanza	84'7	14'7	0'23	0'008	0'01	0'13	0'14	0'02
32368 (102)	AA0482	Punta lanza foliácea	83'2	16'6	nd	0'005	nd	nd	0'10	0'01
32369 (103)	AA0426	Punta lanza losángica	88'1	11'3	0'14	nd	nd	nd	0'01	tr
32369 (103)	AA0483	Punta lanza losángica	88'3	11'5	0'12	nd	nd	nd	0'01	0'01
32370 (142)	AA0553	Punta lanza foliácea	87'2	12'6	nd	0'005	0'01	nd	0'06	0'01
32371 (128)	AA0382	Punta lanza losángica	93'0	6'4	0'34	0'035	0'04	nd	0'06	0'01
32373 (100)	AA0279	Punta lanza losángica	90'5	8'9	0'15	0'005	0'02	0'04	0'08	0'02
32374 (122)	AA0383	Punta lanza foliácea	86'2	13'4	0'25	0'006	0'01	nd	0'15	0'01
32375 (131)	AA0580	Punta lanza losángica	85'4	13'9	0'38	0'005	0'02	0'09	0'03	0'07
32376 (101)	AA0551	Punta lanza losángica	89'2	10'5	0'21	0'006	0'03	nd	0'03	nd
32377 (104)	AA0427	Punta lanza foliácea	87'6	11'8	0'40	0'004	nd	nd	0'02	0'02
32379 (107)	AA0384	Punta lanza losángica	80'7	18'6	nd	0'016	0'02	nd	0'36	0'20
32380 (90)	AA0578	Punta lanza foliácea	87'2	12'6	nd	0'005	nd	nd	0'02	0'08
32381 (91)	AA0385	Punta lanza losángica	88'9	10'7	nd	0'002	0'01	nd	0'16	0'13
32382 (124)	AA0548	Punta lanza foliácea	85'5	14'0	nd	0'010	0'02	nd	0'07	0'01
32387 (141)	AA0280	Punta lanza losángica	89'4	10'3	0'15	0'001	0'01	nd	0'01	0'01
32389 (120)	AA0428	Punta lanza foliácea	88'6	11'0	nd	0'006	0'05	nd	0'01	0'01
32392 (139)	AA0550	Punta lanza foliácea	90'7	9'1	0'02	0'003	0'02	nd	0'10	0'02
32393 (145)	AA0484	Punta lanza foliácea	90'1	9'5	0'04	0'006	0'02	nd	0'06	0'01
32394 (85)	AA0429	Punta lanza (frag.)	85'6	14'3	0'08	0'012	nd	nd	0'03	0'01
32397 (147)	AA0485	Punta lanza losángica	93'6	6'2	0'01	0'001	0'01	nd	0'09	tr

Inventario	Análisis	Denominación del objeto	Cu	Sn	Pb	Ag	Sb	As	Fe	Ni
32401 (74)	AA0430	Punta lanza losángica	88'4	11'3	0'16	0'003	0'01	nd	0'01	0'01
32402 (111)	AA0431	Punta lanza losángica	87'7	12'1	0'10	0'008	0'01	nd	0'01	0'01
32402 (111)	AA0549	Punta lanza losángica	87'6	12'0	0'07	0'010	0'01	nd	0'02	0'01
32402 (112)	AA0431bis	Punta lanza losángica	93'9	5'9	nd	0'009	0'02	nd	0'02	0'01
32404 (123)	AA0432	Punta lanza losángica	87'4	11'6	0'32	0'010	0'01	nd	0'02	0'01
32406 (117)	AA0356	Punta lanza foliácea	88'3	11'1	nd	0'008	0'01	nd	0'17	0'01
32407 (108)	AA0386	Punta lanza losángica	88'2	11'4	0'15	0'005	0'005	0'07	0'08	0'01
32409 (119)	AA0486	Punta lanza foliácea	85'9	14'0	nd	0'008	0'002	nd	0'04	0'01
32410 (138)	AA0433	Punta lanza losángica	89'6	10'1	nd	nd	nd	nd	0'03	0'02
32411 (105)	AA0434	Punta lanza foliácea	87'0	12'8	0'05	0'005	0'004	0'02	0'12	0'01
32412 (125)	AA0579	Punta lanza foliácea	88'4	11'5	nd	0'007	0'01	nd	0'01	0'07
32413 (84)	AA0281	Punta lanza losángica	83'2	16'3	0'21	0'011	0'11	nd	0'09	0'03
32413 (92)	AA0546	Punta lanza losángica	86'6	12'9	0'11	0'005	0'02	0'07	0'24	0'05
32415 (126)	AA0487	Punta lanza losángica	88'5	11'4	nd	0'006	0'003	nd	0'02	0'01
32416 (115)	AA0490	Punta lanza foliácea (f.)	86'1	13'5	0'24	nd	0'01	0'04	0'01	0'01
32417 (144)	AA0283	Punta lanza foliácea	83'5	15'7	nd	nd	nd	nd	0'13	0'04
32419 (86)	AA0488	Punta lanza losángica	88'1	11'8	nd	0'002	0'01	nd	0'02	0'03
32420 (146)	AA0355	Punta lanza foliácea	92'0	7'5	0'20	nd	nd	nd	0'29	nd
32421 (148)	AA0284	Punta lanza foliácea	89'6	10'1	0'10	0'008	0'01	nd	0'06	nd
32422 (116)	AA0285	Punta lanza foliácea (f.)	84'7	14'8	0'28	0'005	0'01	0'05	0'09	0'02
32426 (80)	AA0489	Punta lanza losángica (f.)	85'0	14'5	nd	0'002	0'01	nd	0'23	0'04
32427 (115)	AA0357	Punta lanza losángica (f.)	88'7	11'1	nd	0'008	nd	nd	0'14	0'01
32428 (83)	AA0286	Punta lanza losángica (f.)	89'3	10'4	nd	nd	nd	nd	0'21	0'03
32430 (130)	AA0387	Punta lanza losángica	87'9	11'7	0'08	nd	nd	0'08	0'21	0'02
32439 (106)	AA0490bis	Punta lanza losángica	91'4	8'1	0'08	0'008	0'01	nd	0'23	0'01
32440 (127)	AA0491	Punta lanza losángica	90'7	9'0	0'21	0'003	nd	nd	0'06	tr
32442 (118)	AA0547	Punta lanza foliácea	87'1	12'6	nd	0'013	0'01	nd	0'04	0'01
32443 (140)	AA0544	Punta lanza foliácea	84'9	14'9	nd	nd	nd	nd	0'12	0'01
32446 (132)	AA0577	Punta lanza foliácea	91'3	8'4	nd	0'009	nd	nd	0'05	0'02
32448 (113)	AA0492	Punta lanza losángica	87'3	12'1	0'21	0'001	0'004	tr	0'24	0'05
32451 (129)	AA0583	Punta lanza losángica	90'2	9'7	nd	0'007	nd	nd	0'02	0'06
32453 (88)	AA0493	Punta lanza losángica	88'2	11'5	nd	0'004	0'004	nd	0'11	0'02
32454 (81)	AA0494	Punta lanza losángica	84'0	15'7	0'09	0'003	0'01	0'09	0'12	0'01
32455 (136)	AA0287	Punta lanza foliácea	85'7	13'6	0'20	nd	0'01	nd	0'27	nd
32456 (137)	AA0582	Punta lanza foliácea	90'4	9'7	nd	0'003	0'01	nd	0'01	0'05
C.Albelda nº 1	PA4222	Punta lanza	82'8	5'8	0'25	nd	0'10	0'83	0'26	nd
RE1982/121	PA0289	Punta lanza	89'1	10'4	nd	0'007	nd	nd	0'44	0'06
RE1982/122	PA0288	Punta lanza	79'6	7'6	1'29	0'030	tr	nd	1'26	0'14
RE1982/123	PA0290	Punta lanza	88'9	10'8	nd	0'023	tr	nd	0'12	0'14

siguientes cifras: $11'8 \pm 2'8\%$ Sn y $0'13 \pm 0'18\%$ Pb. Nuevamente estamos ante un conjunto de bronce binarios bastante agrupados en torno al valor medio del estaño y con tasas de plomo muy bajas. La Figura 1 muestra la distribución del estaño, reflejando de forma gráfica lo antedicho. La Tabla 5 recoge los resultados de los análisis espectrográficos.

De esta uniformidad sobresale una punta del Museo Arqueológico de Sevilla (RE1982/122), no tanto por su 17'6% de estaño, algo alejado de los valores más frecuentados, como por el 1'29% de plomo y el alto nivel de impurezas de hierro, realmente inusuales.

Revisemos a continuación la analítica de otros ejemplares contemporáneos reflejada en la Tabla 6. Las aleaciones de las dos puntas del lanza del Depósito del Río Sil ofrecen contenidos de estaño más elevados que los habituales en el DRH, aunque son también sin plomo. Tampoco se ajusta al modelo metalúrgico onubense el fragmento de empuñadura del Castro de Torroso (Peña, 1992: 124), con mucho esta-

ño y plomo, y si bien el ataque masivo de la corrosión hace que debamos tomar con cierta precaución el resultado cuantitativo de este análisis, no cabe duda que nos hallamos ante un bronce ternario ajeno al mundo de la Ría. El resto de las puntas de lanza, una del enigmático Castro O. Bajo (Delibes y Fernández Manzano, 1986: 18), otra del depósito burgalés de Padilla de Abajo y una tercera de Mallorca (Delibes y Fernández-Miranda, 1988: 164) son de aleaciones que cabrían en el grupo del DRH, si bien esta última da un tenor de plomo que, aunque bajo (1'26%), no se ha visto en las lanzas de la Ría de Huelva salvo en el caso comentado unas líneas más arriba.

Harrison, Craddock y Hughes (1981: 157) analizaron tres puntas custodiadas en el Museo Británico procedentes de las provincias de Huelva, Granada y Badajoz. Todas resultaron de bronce binario con cifras de estaño que oscilan entre 8'3 y 10'4%, concordantes con las del DRH.

Sin embargo sería un error considerar, a partir de estos datos, que las puntas de lanza peninsulares son

TABLE 6
ANALISIS DE OTRAS PUNTAS DE LANZA DE LA PENINSULA IBERICA

Inventario	Análisis	Denominación del objeto	Procedencia	Cu	Sn	Pb	Ag	Sb	As	Fe	Ni
38244	AA1282	Punta lanza	Dep. del Río Sil (Orense)	77'31	20'28	nd	nd	nd	0'21	0'66	0'61
38245	AA1280	Punta lanza (frag.)	Dep. del Río Sil (Orense)	80'16	18'78	nd	0'015	0'024	0'17	0'02	0'30
73/58/PAD/8	AA1281	Punta lanza romboidal	Dep. Padilla de Abajo (Burgos)	85'50	13'98	0'29	0'007	0'023	nd	tr	0'09
9	AA1120	Punta lanza	Castro O. Bajo (León)	83'66	15'43	0'45	0'050	0'036	nd	0'04	0'31
CT89/147	PA2487	Punta lanza (tubo)	Castro Torroso (Pontevedra)	54'76	20'27	23'83	0'195	0'110	nd	0'58	0'22
	AA1319	Punta lanza	Mallorca	87'87	9'60	1'26	0'021	0'069	nd	0'06	0'03

generalmente bronce binarios. Hemos analizado más de una treintena de puntas recogidas en la cuenca del Duero y en ellas encontramos con frecuencia bronce plomados que en varios casos superan el 10% Pb (8).

3.1.4. Regatones

Del grupo de regatones del DRH se han obtenido 59 análisis cuyo estudio estadístico elemental arroja los

TABLE 7
ANALISIS DE REGATONES DEL DRH

Inventario	Análisis	Denominación del objeto	Cu	Sn	Pb	Ag	Sb	As	Fe	Ni
24/60/ 1	AA0446	Punta lanza	87'0	12'3	0'61	0'003	nd	0'07	0'02	0'01
24/60/100 ()	AA0413	Regatón (frag.)	88'80	10'13	0'65	nd	nd	nd	0'26	0'07
24/60/101 ()	AA0310	Regatón	86'99	12'30	0'11	0'012	0'07	0'06	0'11	nd
24/60/102 ()	AA0517	Regatón (frag.)	87'95	11'34	nd	nd	0'25	nd	0'10	0'03
24/60/103 ()	AA0311	Regatón (frag.)	88'70	10'76	0'10	0'006	0'01	0'11	0'14	0'05
24/60/104 ()	AA0368	Regatón (frag.)	87'13	12'08	nd	nd	nd	nd	0'44	0'01
24/60/105 ()	AA0369	Regatón	88'43	11'18	0'13	0'006	0'03	nd	0'21	0'01
24/60/109 ()	AA0364	Regatón	86'27	13'36	0'11	nd	0'02	nd	0'18	tr
24/60/111	AA0313	Regatón	84'57	15'08	0'17	nd	nd	nd	0'13	0'01
24/60/112 ()	AA0314	Regatón	88'77	10'44	0'68	nd	nd	nd	0'09	0'01
24/60/114 ()	AA0560	Regatón	90'38	9'34	nd	0'007	0'02	nd	0'04	0'02
24/60/115 ()	AA0461	Regatón	85'11	14'14	0'26	0'002	0'005	0'06	0'14	0'01
24/60/116 ()	AA0359	Regatón	86'85	12'49	0'10	0'003	0'03	nd	0'41	0'02
24/60/117 ()	AA0362	Regatón (frag.)	82'27	16'75	nd	nd	nd	nd	0'53	0'01
24/60/118 ()	AA0358	Regatón (frag.)	88'52	11'04	0'12	0'006	0'03	nd	0'18	0'01
24/60/125	AA0521	Regatón	87'67	11'85	0'16	0'012	0'01	nd	0'19	0'05
24/60/127 ()	AA0365	Regatón (frag.)	87'98	11'76	nd	nd	0'02	nd	0'19	nd
24/60/128 ()	AA0523	Regatón (frag.)	85'27	14'25	0'13	0'007	0'05	nd	0'06	0'02
24/60/16 ()	AA0402	Regatón	86'01	13'67	0'10	0'006	0'01	nd	0'18	0'02
24/60/17 ()	AA0563	Regatón	90'58	8'89	0'30	0'005	0'006	0'07	0'09	0'01
24/60/18 ()	AA0561	Regatón	92'37	7'47	0'04	0'006	0'005	0'04	0'03	0'02
24/60/19 ()	AA0448	Regatón (frag.)	88'06	11'59	0'13	0'003	nd	nd	0'15	tr
24/60/20 ()	AA0505	Regatón (frag.)	79'81	20'02	nd	nd	nd	nd	0'10	0'03
24/60/96 ()	AA0556	Regatón	88'02	11'50	0'18	0'007	0'09	nd	0'03	0'03
24/60/97 ()	AA0307	Regatón	90'87	8'70	0'16	0'005	0'01	0'06	0'11	0'08
24/60/98 ()	AA0308	Regatón	89'91	9'59	0'16	0'005	0'01	0'11	0'08	0'04
24/60/99 ()	AA0309	Regatón	84'59	15'00	0'28	0'004	nd	nd	0'12	nd
32416 (182)	AA0282	Regatón (frag.)	87'90	12'62	0'10	0'005	0'01	0'11	0'19	0'05
32476 (163)	AA0500	Regatón	86'24	13'23	0'23	nd	nd	nd	0'24	0'03
32477 (162)	AA0557	Regatón	83'87	15'72	0'19	0'081	0'09	nd	0'11	0'01
32481 (149)	AA0435	Regatón	88'89	10'83	0'07	0'010	0'01	0'02	0'08	0'01
32483 (151)	AA0564	Regatón	90'63	7'40	1'68	0'020	nd	nd	0'19	0'03
32484 (164)	AA0562	Regatón	90'09	9'67	0'18	nd	nd	nd	0'04	0'01
32489 (153)	AA0388	Regatón	90'52	9'18	0'24	0'023	0'01	nd	0'06	0'04

(8) Son materiales en avanzado estudio por los profesores. Delibes de Castro y Fernández Manzano, fruto de varios proyectos dentro del PI-API.

Inventario	Análisis	Denominación del objeto	Cu	Sn	Pb	Ag	Sb	As	Fe	Ni
32489 (153)	AA0522	Regatón	90'52	9'18	0'24	0'023	0'01	nd	0'06	0'04
32494 (159)	AA0436	Regatón	88'98	10'84	0'04	0'009	nd	0'03	0'10	nd
32495 (160)	AA0437	Regatón	83'65	14'93	1'18	0'002	nd	0'02	0'19	0'02
32497 (169)	AA0389	Regatón	88'17	11'13	0'49	0'007	0'01	0'08	0'11	0'01
32498 (154)	AA0495	Regatón	83'29	16'43	nd	nd	nd	nd	0'29	0'03
32499 (170)	AA0288	Regatón (frag.)	82'12	16'80	1'07	nd	nd	0'31	0'16	nd
32500 (157)	AA0438	Regatón (frag.)	83'58	16'14	0'21	0'024	0'01	nd	0'02	0'01
32501 (175)	AA0439	Regatón (frag.)	81'33	17'32	0'35	0'006	0'01	nd	0'92	0'02
32502 (186)	AA0360	Regatón (frag.)	87'58	12'00	0'14	0'005	0'01	nd	0'24	0'01
32503 (184)	AA0496	Regatón (frag.)	88'14	11'65	nd	0'005	0'02	nd	0'24	0'02
32509 (179)	AA0390	Regatón (frag.)	86'66	11'82	0'11	0'006	0'01	0'13	0'23	0'01
32510 (161)	AA0566	Regatón	89'86	9'79	0'05	0'004	0'01	nd	0'06	0'01
32514 (152)	AA0559	Regatón	88'66	10'76	0'16	0'041	0'002	nd	0'11	0'01
32515 (180)	AA0558	Regatón (frag.)	89'96	9'86	0'02	0'003	0'01	nd	0'08	0'02
32516 (176)	AA0391	Regatón (frag.)	82'71	16'82	nd	0'009	0'01	0'05	0'23	0'02
32517 (183)	AA0363	Regatón (frag.)	79'91	19'12	0'27	0'007	0'02	nd	0'58	0'02
32524 (185)	AA0555	Regatón (frag.)	86'26	13'62	nd	0'003	nd	nd	0'03	0'08
32526 (172)	AA0361	Regatón (frag.)	87'51	11'23	0'80	nd	nd	0'16	0'27	0'01
32530 (177)	AA0367	Regatón (frag.)	86'41	12'83	0'14	0'031	0'01	nd	0'35	0'01
32530 (177)	AA0535	Regatón (frag.)	86'41	12'83	0'14	0'031	0'01	nd	0'35	0'01
32532 (187)	AA0366	Regatón (frag.)	86'47	13'12	nd	nd	0'01	nd	0'35	nd
32534 (156)	AA0289	Regatón (frag.)	86'42	12'97	0'18	0'006	0'01	nd	0'15	nd
32535 (174)	AA0565	Regatón	90'01	9'52	0'13	0'005	0'003	0'02	0'03	0'02
32537 (173)	AA0440	Regatón (frag.)	86'33	13'05	0'37	0'004	nd	nd	0'01	0'01
C. Albelda nº 1	PA4223	Regatón	94'11	5'26	0'45	nd	nd	nd	0'17	0'02
C. Albelda nº 2	PA4225	Regatón	91'74	7'73	0'01	0'021	0'01	nd	0'40	nd
C. Albelda nº 3	PA4218	Regatón	86'72	12'37	0'27	0'006	0'01	0'26	0'29	0'02
RE1982/124	PA0287	Regatón	88'67	10'45	0'15	0'035	0'007	nd	0'42	0'23

siguientes parámetros: la tendencia central del estaño es $11'8 \pm 2'9\%$ y la del plomo $0'22 \pm 0'31$, valores muy próximos a los obtenidos para las puntas de lanza. Se trata, pues, de bronce binarios con un rango que va de $5'2\%$ a $20'0\%$ Sn y 0% a $1'68\%$ Pb. En la Figura 12 se representa el histograma correspondiente al estaño, en donde podemos ver de forma gráfica el reparto de las formulaciones bronceas. Los bronce pobres con menos del 8% Sn no alcanzan a sumar la décima parte del total. Más numerosos son los bronce ricos

que superan la cifra del 15% Sn. Los resultados analíticos completos se anotan en la Tabla 7.

El estudio mediante cluster del agrupamiento en función del cobre, estaño y plomo produce cinco clases sin excesivo interés particular, pues repite la seriación gradual entre bronce pobres y ricos. Comentar, en todo caso, el aislamiento en una clase del regatón nº 1 de la Colección Albelda por su bajo contenido en estaño ($5'2\%$). Desafortunadamente no disponemos de otras

TABLA 8
ANÁLISIS DE PUNTAS DE FLECHA DEL DRH

Inventario	Análisis	Denominación del objeto	Cu	Sn	Pb	Ag	Sb	As	Fe	Ni
32582 (199)	AA0653	Punta pedunculada	92'09	7'25	0'14	0'008	0'01	nd	0'16	0'02
32583 (193)	AA0394	Punta pedúnculo y aletas	90'00	9'73	0'18	0'018	0'01	0'04	0'09	nd
32584 (197)	AA0649	Punta pedunculada	90'85	7'81	0'51	0'005	0'01	nd	0'05	0'02
32585 (189)	AA0497	Punta pedúnculo y aletas	88'14	11'19	0'04	0'001	0'01	nd	tr	0'04
32586 (195)	AA0650	Punta pedúnculo y aletas	84'37	15'35	0'09	0'002	nd	nd	0'04	0'06
32587 (201)	AA0648	Punta pedunculada	88'55	11'06	nd	0'004	0'006	nd	0'04	0'02
32588 (200)	AA0652	Punta pedunculada	93'99	4'69	nd	0'004	0'02	nd	0'48	0'06
32589 (202)	AA0645	Punta flecha (frag.)	90'07	9'70	nd	0'005	0'003	nd	0'04	0'02
32590 (190)	AA0395	Punta pedúnculo y aletas	86'01	13'61	0'07	0'009	0'01	nd	0'06	0'02
32591 (198)	AA0651	Punta pedunculada	88'57	8'87	1'69	0'008	0'10	nd	0'22	0'06
32593 (204)	AA0396	Punta pedúnculo y aletas	87'37	11'50	0'13	0'005	0'01	nd	0'11	0'03
32594 (203)	AA0647	Punta pedunculada	97'54	1'53	0'14	0'013	0'02	0'26	0'24	0'05
32596 (191)	AA0397	Punta pedúnculo y aletas	91'85	7'21	0'25	0'006	0'003	nd	0'07	0'02
32597 (192)	AA0398	Punta pedúnculo y aletas	84'21	15'42	0'14	nd	nd	nd	0'06	0'02
32598 (196)	AA0646	Punta pedúnculo y aletas	87'96	11'87	0'11	nd	nd	nd	0'06	nd

series de análisis de materiales peninsulares del mismo tipo con los que poder establecer comparaciones.

3.1.5. Puntas de flecha

Un total de 15 puntas de flecha pedunculadas o de pedúnculo y aletas han sido analizadas. Se trata de bronce binarios a excepción de la punta 32591, que muestra una tasa de plomo un poco más elevada (1'7%). La tendencia central viene dada por un $9'8 \pm 3'8\%$ para el estaño y $0'23 \pm 0'42\%$ de plomo, indicando una relativa dispersión de los valores respecto de la media. Efectivamente, el intervalo oscila para el estaño entre 1'5% y 15'4%, es decir, desde una piza prácticamente de cobre a otras de bronce de buena calidad. Véanse los resultados analíticos en la Tabla 8.

A fines comparativos contamos con algunos ejemplos. Comenzaré por las cuatro puntas de pedúnculo y aletas procedentes de los niveles del BF de El Peñón de la Reina (Almería), todas de bronce binario con formulaciones similares a las aquí presentadas (Rovira y Sanz, 1983: 203). También lo es una de las dos puntas foliáceas de la cueva mallorquina de Son Maimó (aunque con muchas impurezas de hierro), mientras la otra es un cobre arsenicado (Rovira, Montero y Consuegra, 1991: 54). De composición muy diferente son las tres puntas de Numancia (Soria), no sólo por su contenido

en estaño sistemáticamente más elevado (entre 14'2% y 16'0%) sino porque allí los tres bronce van plomados (entre 1'7% y 7'8% Pb) (Rovira, Montero y Consuegra, 1992: 259). En el País Vasco, García Valdés (1988) publicó los análisis de tres puntas de pedúnculo y aletas del dolmen de El Sotillo y Lamikela. Son de bronce sin plomo pero con formulaciones altas de estaño (entre 12'7% y 14'9%) poco frecuentes en las puntas del DRH. Queda, finalmente, una punta foliácea de procedencia granadina analizada por Harrison, Craddock y Hughes (1981: 157), con 15'4% Sn y 0'1% Pb.

Hay otra veintena de análisis efectuados dentro del PIAPI, aún inéditos, y del conjunto puede deducirse que los bronce plomados empleados en la fundición de puntas de dardo no suelen contener cifras de plomo por encima del 4%, salvo alguna excepción. Los contenidos de estaño son, en cambio, muy variables incluso dentro de un mismo yacimiento. Las puntas andaluzas no suelen ser plomadas.

3.1.6. Remaches

Por su probable función como elementos de sujeción de las cachas en las empuñaduras de espadas y puñales se estudian aquí los remaches o robloncillos del DRH, 57 de los cuales han sido analizados dando los resultados que se exponen en la Tabla 9.

TABLA 9
ANÁLISIS DE REMACHES DEL DRH

Inventario	Análisis	Denominación del objeto	Cu	Sn	Pb	Ag	Sb	As	Fe	Ni
24/60/134A	AA0633A	Remache cilíndrico	88'30	9'59	0'13	nd	0'002	nd	0'11	0'03
24/60/134B	AA0633B	Remache cilíndrico	89'66	10'24	nd	0'002	0'002	nd	0'13	0'02
24/60/135	AA0631	Remache?	98'99	0'03	0'38	0'033	0'07	nd	0'13	0'01
24/60/136	AA0315	Remache cilíndrico	89'64	9'53	nd	0'011	0'01	nd	0'28	0'07
24/60/137	AA0342	Remache cilíndrico	89'20	10'55	nd	0'007	nd	nd	0'16	0'02
24/60/138	AA0316	Remache cilíndrico	88'97	10'04	nd	0'012	0'02	nd	0'19	0'10
24/60/139	AA0343	Remache	88'60	10'40	0'07	0'008	0'01	nd	0'38	0'02
24/60/140	AA0344	Remache cilíndrico	88'86	9'90	0'15	0'007	0'005	nd	0'30	nd
24/60/141	AA0317	Remache cilíndrico	88'80	10'28	nd	0'016	0'02	nd	0'26	0'16
24/60/142	AA0318	Remache cilíndrico	88'31	10'55	0'42	nd	0'02	nd	0'34	0'08
24/60/143	AA0414	Remache cilíndrico	89'16	9'94	0'21	nd	nd	nd	0'21	0'05
24/60/144	AA0464	Remache cilíndrico	88'20	11'12	0'19	0'005	nd	nd	0'29	0'18
24/60/145	AA0319	Remache cilíndrico	87'81	10'78	0'46	0'008	0'02	nd	0'32	0'14
24/60/146	AA0415	Remache	87'26	11'65	0'35	nd	nd	nd	0'14	0'04
24/60/147	AA0465	Remache cilíndrico	90'81	8'34	nd	0'005	0'01	nd	0'14	0'04
24/60/148	AA0620	Remache cilíndrico	87'18	11'91	0'27	0'007	0'01	nd	0'19	0'05
24/60/149	AA0345	Remache cilíndrico	90'27	8'97	nd	nd	nd	nd	0'19	0'02
24/60/150	AA0416	Remache	86'04	12'94	0'24	0'007	0'01	nd	0'22	0'04
24/60/151	AA0466	Remache cilíndrico	87'52	12'17	nd	0'010	0'02	nd	0'28	nd
24/60/152	AA0627	Remache cilíndrico	88'15	11'55	0'11	nd	nd	nd	0'15	nd
24/60/153	AA0320	Remache	87'79	11'32	nd	0'006	0'01	nd	0'18	0'13
24/60/154	AA0321	Remache cilíndrico	88'40	11'01	nd	0'007	0'02	nd	0'20	0'14
24/60/155	AA0467	Remache cilíndrico	98'96	0'03	0'06	0'001	0'01	nd	0'35	0'12
24/60/156	AA0417	Remache cilíndrico	89'80	9'84	nd	0'009	0'02	nd	0'18	0'09
24/60/157	AA0468	Remache	89'65	10'04	nd	0'007	0'01	nd	0'06	0'02
24/60/158	AA0469	Remache cilíndrico	90'65	8'85	0'14	0'006	0'01	nd	0'09	0'02
24/60/159	AA0346	Remache cilíndrico	86'40	13'23	nd	0'014	0'02	nd	0'14	0'07
24/60/160	AA0418	Remache cilíndrico	90'37	8'58	0'14	0'005	0'01	nd	0'25	0'05

Inventario	Análisis	Denominación del objeto	Cu	Sn	Pb	Ag	Sb	As	Fe	Ni
24/60/161	AA0470	Remache cilíndrico	90'00	9'05	0'14	0'006	0'01	nd	0'59	0'27
24/60/162	AA0419	Remache cilíndrico	87'64	11'54	0'24	nd	nd	nd	0'36	0'02
24/60/164	AA0420	Remache cilíndrico	90'70	8'83	0'04	0'004	nd	nd	0'10	0'03
24/60/165	AA0421	Remache cilíndrico	89'98	9'09	nd	0'007	nd	nd	0'19	0'04
24/60/166	AA0347	Remache cilíndrico	92'69	5'47	0'33	0'018	0'45	0'41	0'33	0'05
24/60/166?	AA0422	Remache	89'90	9'84	nd	nd	nd	nd	0'22	0'08
24/60/167	AA0471	Remache cilíndrico	96'10	3'03	0'30	0'001	0'01	nd	0'01	0'01
24/60/168	AA0628	Remache cilíndrico	87'24	12'42	nd	0'004	0'005	nd	0'23	0'02
24/60/169	AA0626	Remache	87'97	11'05	nd	nd	nd	nd	0'17	0'03
24/60/170	AA0472	Remache cilíndrico	86'97	11'79	0'18	0'009	0'02	nd	0'26	0'05
24/60/171	AA0625	Remache	87'97	10'81	0'25	0'003	nd	nd	0'14	0'05
24/60/172	AA0621	Remache cilíndrico	82'80	15'40	0'24	0'004	0'01	0'11	1'24	0'07
24/60/173	AA0623	Remache	89'03	10'39	0'15	0'005	nd	nd	0'06	0'04
24/60/174	AA0619	Remache cilíndrico	89'07	10'64	nd	0'012	0'04	nd	0'12	0'06
24/60/175	AA0624	Remache cilíndrico	92'34	6'75	0'25	nd	0'006	nd	0'13	0'06
24/60/176	AA0618	Remache cilíndrico	90'64	8'87	0'15	0'006	0'01	nd	0'10	0'04
24/60/177	AA0622	Remache cilíndrico	87'42	12'31	nd	nd	nd	nd	0'14	0'07
38224	AA0443	Remache	83'20	16'44	0'09	0'003	0'002	0'05	0'17	0'01
38225 (253)	AA0291	Remache cilíndrico	78'40	19'94	0'42	nd	nd	nd	0'50	0'23
38226	AA0348	Remache	89'61	9'75	nd	0'005	0'02	nd	0'32	0'03
38227 (249)	AA0292	Remache cilíndrico	89'07	9'35	0'22	0'009	0'02	nd	0'19	0'29
38228	AA0399	Remache	96'04	2'53	0'34	nd	0'01	0'07	0'30	0'04
38229 (243)	AA0349	Remache cilíndrico	88'50	10'52	0'06	0'006	nd	nd	0'14	0'02
38230 (251)	AA0350	Remache prismático	89'99	8'72	0'46	0'007	0'01	nd	0'26	0'01
38232 (244)	AA0352	Remache cilíndrico	96'26	2'60	0'65	nd	nd	0'19	0'24	0'02
38233	AA0353	Remache	86'05	13'34	nd	nd	nd	nd	0'31	0'04
38234 (248)	AA0354	Remache cilíndrico	87'79	10'89	0'15	0'007	0'01	0'15	0'15	0'02
38235 (247)	AA0293	Remache cilíndrico	86'72	12'60	0'21	nd	0'03	nd	0'26	0'17
38331	AA0351	Remache	88'99	9'60	0'41	0'006	0'01	0'35	0'22	0'02

El estudio estadístico arroja un valor medio del estaño de $9'9 \pm 3'4\%$ y del plomo $0'14 \pm 0'16\%$. Nuevamente nos hallamos ante una serie de bronce binarios, con cierta relevancia numérica de los bronce pobres e incluso algún cobre.

3.2. Objetos de adorno o forniture

Agrupamos bajo este epígrafe varios conjuntos de objetos metálicos usados como complementos en las prendas de vestir o que formaban parte de arreos combinados con materiales orgánicos. Se incluyen también varios fragmentos de casco. A diferencia de otros grandes depósitos del Bronce Final (Vénat, Llavorsí, etc.), en el de la Ría de Huelva tienen una importancia

relativa menor frente a las armas. En cifras absolutas, sin embargo, son conjuntos notables como se verá a continuación.

3.2.1. Fíbulas de codo

Se han analizado siete ejemplares o fragmentos, con los resultados anotados en la Tabla 10. Como puede apreciarse, son aleaciones cobre-estaño como la mayoría de las ya vistas en otros materiales del depósito.

Dentro del PIAPI hay analizadas otras doce fíbulas de codo cuyos resultados están todavía inéditos la mayoría. Entre los ya conocidos, el ejemplar de San Román de Hornija, con $12'6\%$ Sn y $0'14\%$ Pb, se situaría dentro del intervalo dado por las de la Ría

TABLA 10
ANÁLISIS DE FIBULAS DE CODO DEL DRH

Inventario	Análisis	Denominación del objeto	Cu	Sn	Pb	Ag	Sb	As	Fe	Ni
24/60/38 (258)	AA0639	Fíbula codo	90'13	9'71	0'04	0'004	0'01	nd	0'01	0'09
24/60/40 (267)	AA0406	Fíbula codo (frag.)	85'88	13'61	nd	0'008	nd	nd	0'21	0'05
24/60/41 (261)	AA0637	Fíbula codo (frag.)	87'45	12'20	0'08	0'006	0'01	nd	0'18	0'04
24/60/43 (262)	AA0638	Fíbula codo (frag.)	87'39	12'32	0'14	0'008	nd	nd	0'02	0'06
24/60/44 (264)	AA0450	Fíbula codo (frag.)	89'89	9'60	0'12	0'004	0'01	nd	0'12	0'01
24/60/45 (265)	AA0636	Fíbula codo (frag.)	84'49	15'05	0'07	0'002	nd	nd	0'29	0'03
24/60/46 (263)	AA0451	Fíbula codo (frag.)	86'00	13'86	0'03	0'002	0'02	nd	0'02	0'04

(Rovira, 1987: 56). En cambio, las de Perales del Río (Blasco, 1987: 28) y Mola d'Agres (Gil-Mascarell, 1989; Rovira, 1989: 144), con 17'1% y 17'7% Sn respectivamente y sin apenas plomo, se alejarían (no sólo tipológicamente) de las aleaciones onubenses, aunque las semejanzas tecnológicas de todas las variantes del modelo básico acodado es evidente. Estas semejanzas incluyen el uso de aleaciones binarias o ternaria poco plomadas, con alguna excepción como la pesada fíbula ad occhio de El Berrueco (Béjar, Salamanca) en cuya composición se ha detectado un alto porcentaje de plomo (9).

3.2.2. Torques

Incluyo en este apartado cuatro fragmentos de posibles torques de bronce con remates cónicos. Los análisis expuestos en la Tabla 11 no requieren mayores comentarios. A la pieza 32602 se le han efectuado dos tomas analíticas, una en el botón y otra en el engrosamiento que presenta en el extremo roto, hallando metales distintos. Nos encontramos ante una reparación efectuada soldando por fusión.

los cuales sólo uno es bronce con más del 1% de plomo (10).

3.2.3. Broches de cinturón

Los dos broches de cinturón de un garfio del DRH analizados son de bronce cobre-estaño, con una composición muy frecuente entre las aleaciones de la serie, como muestran los datos anotados en la Tabla 12. No disponemos de análisis de piezas similares con las que poder establecer comparaciones. Los broches o placas de cinturón publicados responden a tipos constructivos tan distintos que toda comparación resultaría poco acertada.

3.2.4. Botones

La analítica de diez botones da en todos los casos bronce cobre-estaño con una tasa media de $11'4 \pm 1'5\%$ de estaño. El contenido de plomo apenas es valorable.

TABLA 11
ANÁLISIS DE TORQUES DEL DRH

Inventario	Análisis	Denominación del objeto	Cu	Sn	Pb	Ag	Sb	As	Fe	Ni
32599 (220)	AA0629	Torques? (frag.)	88'91	10'94	nd	0'024	nd	nd	0'04	0'02
32600 (221)	AA0498	Torques? (frag.)	89'35	10'52	0'15	0'005	0'02	nd	0'41	0'08
32601 (223)	AA0370	Torques? (frag.)	82'30	17'27	0'14	0'006	nd	nd	0'26	nd
32602 (224)	AA0371A	Torques? (fr.)(z. engros.)	76'86	22'44	0'16	nd	nd	nd	0'18	0'04
32602 (224)	AA0371B	Torques? (fr.)(botón)	90'71	8'91	0'09	nd	0'006	nd	0'14	0'02

No conocemos análisis de materiales similares de la Península. En el archivo del PIAPI hay datos de tres torques de tipología distinta a la que nos ocupa aquí, del Depósito del Monderes (Castillonroy, Huesca), de

Aunque de filiación alpina, los 54 botones del Depósito de Llavorsí (Lérida) responden al mismo modelo constructivo que los de la Ría. Las diferencias esriban en el uso habitual allí de aleaciones más ricas

TABLA 12
ANÁLISIS DE BROCHES DE CINTURON DEL DRH

Inventario	Análisis	Denominación del objeto	Cu	Sn	Pb	Ag	Sb	As	Fe	Ni
32554 (268)	AA0655	Broche cinturón (macho)	90'29	9'13	0'02	0'003	0'01	nd	0'03	0'02
32555 (266)	AA0654	Broche cinturón (macho)	87'38	11'85	0'07	0'003	0'01	nd	0'44	0'01

(9) Esta pieza, junto con otras muchas de Castilla-León, se incluye dentro de un proyecto de investigación arqueometalúrgica regional coordinado por los profesores Germán Delibes y Julio Fernández Manzano, del que formo parte, y cuyos frutos comenzarán a darse a conocer en breve.

(10) Hemos analizado un centenar de piezas de este importante depósito oscense, cuyo estudio arqueológico corre a cargo de Josep Gallart i Fernández, quien nos remitió hace unos cuantos años los materiales para su análisis.

TABLA 13
ANALISIS DE BOTONES DEL DRH

Inventario	Análisis	Denominación del objeto	Cu	Sn	Pb	Ag	Sb	As	Fe	Ni
32568 (208)	AA0441	Botón discoidal	86'97	12'85	0'10	nd	0'002	nd	0'01	0'01
32569 (213)	AA0614	Botón discoidal	86'17	13'53	nd	0'006	0'02	nd	0'09	0'01
32570 (211)	AA0392	Botón discoidal	88'17	11'68	nd	nd	nd	nd	0'05	0'02
32571 (214)	AA0393	Botón cónico	88'86	11'05	nd	nd	nd	nd	0'05	0'02
32573 (206)	AA0616	Botón discoidal	89'94	9'90	nd	nd	nd	nd	0'06	0'01
32574 (207)	AA0617	Botón discoidal	88'87	10'07	nd	nd	nd	nd	0'07	0'01
32576 (216)	AA0615	Botón cónico	86'41	13'46	nd	nd	nd	nd	0'03	0'04
32577 (217)	AA0612	Botón cónico	87'36	12'09	nd	0'008	0'34	0'03	0'12	0'01
32578 (218)	AA0613	Botón cónico	90'02	9'57	0'16	0'005	0'01	nd	0'08	0'02
32580 (219)	AA0611	Botón cónico	89'38	10'26	0'25	0'004	0'02	nd	0'07	0'01

en estaño (la media se sitúa en torno al 16%) y en que 17 de ellos contienen también plomo por encima del 1%, si bien es cierto que sólo dos superan la cifra del 3% (Consuegra, Montero y Rovira, 1991: 189-190). Otro botón similar, hallado en un estrato fechado en el 625-575 a. de C., procede de El Llanete de los Moros (Córdoba). Su composición de bronce ternario (10'3% Sn y 4'5% Pb) lo aleja en términos metalúrgicos del DRH (Martín de la Cruz, 1988: 150, 199). Finalmente, otros dos botones cónicos del yacimiento de El Risco, en la cacereña Sierra de Fuentes, son también bronce plomados (11).

3.2.5. Elementos de casco

Se exponen a continuación, en la Tabla 14, los análisis de varios fragmentos de casco. Corresponden todos a chapas de bronce cobre-estaño.

3.2.6. Anillas o eslabones

Otro pequeño conjunto de objetos está formado por anillas de secciones diversas y eslabones formados por dos o tres anillas unidas sólidamente entre sí mediante barretas. Los análisis se exponen en la Tabla 15, siendo de notar la variabilidad de las tasas de estaño encontradas en estos bronce binarios.

3.3. Miscelánea

Se recogen bajo este epígrafe el resto de objetos del DRH analizados para este proyecto que no constituyen series lo suficientemente numerosas como para ser estudiados de forma independiente. Como puede verse en la Tabla 16, exceptuando dos fragmentos indeterminados, uno de cobre y otro de hierro, los demás materiales son bronce binarios característicos.

TABLA 14
ANALISIS DE ELEMENTOS DE CASCO DEL DRH

Inventario	Análisis	Denominación del objeto	Cu	Sn	Pb	Ag	Sb	As	Fe	Ni
24/60/130	AA0590	Casco (frag.)	80'54	17'72	0'70	nd	nd	0'08	0'11	0'22
24/60/131	AA0591	Casco (frag.)	88'90	10'92	nd	nd	0'01	nd	0'04	0'14
24/60/178 (273)	AA0587	Casco (frag. calota)	86'93	12'74	nd	nd	nd	nd	0'08	0'02
32525 (270)	AA0585	Casco (frag. calota)	88'26	11'25	0'23	nd	nd	nd	0'06	tr
32606 (274)	AA0586	Casco (frag. cresta)	88'08	11'83	nd	0'004	0'02	nd	0'03	0'01
32612 (272)	AA0592	Casco (frag. lám. enroll.)	88'59	10'91	0'28	0'023	0'10	nd	0'04	0'04
32613 (269)	AA0593	Casco (frag. lám. enroll.)	88'77	10'62	0'38	0'021	0'09	nd	0'05	0'06
32614 (271)	AA0594	Casco (frag. lám. enroll.)	88'65	10'12	0'29	0'004	nd	nd	0'04	0'23

(11) El Risco ha sido excavado por J. J. Enríquez Navascués y A. Rodríguez Díaz. Estos materiales no son fruto de la excavación sistemática sino que proceden de una colección particular, parte de la cual he podido analizar gracias a los buenos oficios de Ignacio Pavón.

TABLA 15
ANÁLISIS DE ANILLAS Y ESLABONES DEL DRH

Inventario	Análisis	Denominación del objeto	Cu	Sn	Pb	Ag	Sb	As	Fe	Ni
24/60/23 (232)	AA0529	Anilla	84'24	15'44	0'02	nd	nd	nd	0'09	0'03
24/60/25 (234)	AA0530	Anilla	90'37	8'93	0'12	0'004	0'01	nd	0'05	0'01
24/60/26 (235)	AA0528	Anilla	84'15	15'42	0'15	nd	nd	nd	0'07	0'03
24/60/27 (236)	AA0506	Anilla	87'83	11'53	0'01	0'001	0'01	nd	0'48	0'06
24/60/28 (237)	AA0449	Anilla	91'08	8'70	0'10	0'003	0'004	nd	0'08	0'02
24/60/29 (238)	AA0403	Anilla	91'35	8'56	nd	0'006	0'01	nd	0'05	0'01
24/60/31 (240)	AA0404	Anilla	88'12	11'43	0'21	0'005	0'005	nd	0'14	0'01
24/60/32 (241)	AA0405	Anilla	93'25	5'88	0'39	0'003	0'01	0'09	0'09	0'02
32551 (242)	AA0532	Anillas (O-O-O)	90'17	9'42	0'13	0'007	0'006	nd	0'05	0'02
32553 (231)	AA0531	Anillas (O-O)	93'20	6'57	nd	0'010	0'10	nd	0'06	0'04

Por su exotismo comentaré en primer lugar el fragmento de hierro 24/60/133, que no aparecía recogido en el inventario de Almagro Basch (1958). El equipo de análisis empleado no es el más adecuado para estudiar hierros y aceros pues quedan fuera de su poder de detección elementos ligeros característicos tan impor-

Aceptar que el fragmento férreo de la Ría pertenece al contexto significaría admitir la presencia en la zona, todo lo esporádica que se quiera, de navegantes procedentes del Mediterráneo oriental en los siglos IX-VIII a. de C. (no calibrado) (12), donde el hierro hacía tiempo que había dejado de ser un metal nuevo,

TABLA 16
ANÁLISIS DE OBJETOS DIVERSOS DEL DRH

Inventario	Análisis	Denominación del objeto	Cu	Sn	Pb	Ag	Sb	As	Fe	Ni
24/60/121	AA0635	Fragmento indeterminado	98'04	0'024	0'07	tr	0'13	1'45	0'22	nd
24/60/124	AA0462	Fragmento indeterminado	89'58	9'92	0'02	0'004	0'004	nd	0'21	0'01
24/60/129	AA0463	Lámina curvada (frag.)	88'64	11'15	0'13	0'007	nd	nd	0'01	nd
24/60/132	AA0632	Fragmento indeterminado	92'55	6'67	0'10	0'004	0'003	0'07	0'03	0'01
24/60/133	AA0634	Fragmento indeterminado	nd	0'06	nd	nd	0'33	nd	99'4	0'15
24/60/33 (245)	AA0588	Remate cónico (aplique?)	87'77	11'11	0'86	0'007	0'02	0'07	0'06	0'12
32567 (226)	AA0545	Cíncel	87'91	11'47	0'35	0'005	0'01	nd	0'04	0'01
32604 (229)	AA0527	Aguja acimada	90'55	9'21	0'04	0'003	0'09	nd	0'08	0'03
32605 (212)	AA0554	Alfiler cabeza discoidal	88'33	11'16	nd	0'013	0'02	nd	0'08	0'03
32611 (246)	AA0589	Remate peón (aplique?)	82'33	17'07	nd	nd	0'03	nd	0'04	0'33

tantes como el carbono, el fósforo, el azufre, el nitrógeno, el silicio y otros. Níquel y antimonio son impurezas frecuentes tanto en los hierros antiguos (Coghlan, 1977) como en los modernos. La presencia de estaño no es normal y cabe achacarla a una contaminación superficial con sales procedentes de la corrosión de los bronce de su entorno. Así, pues, la composición hallada no tiene la fuerza suficiente para decidir si estamos ante un fragmento de hierro contemporáneo del depósito o se trata de una intrusión posterior. En su momento no nos atrevimos a practicar un corte metalográfico debido al avanzado estado de corrosión de la pieza y a lo agresivo del procedimiento. Pero la metalografía, en caso de haber hallado metal sano, sólo nos hubiera permitido averiguar si es un hierro obtenido por métodos preindustriales o no, lo cual tampoco afinaría demasiado su cronología pues hasta bien entrada la Edad Moderna la fabricación y el trabajo del hierro siguió pautas muy similares y produce microestructuras sin valor cronológico.

o bien hacer coincidir los últimos momentos de formación del DRH con los primeros contactos fenicios, cuyas fechas no se remontan por ahora del último tramo del siglo VIII (no calibrado) en los poblados onubenses.

El alfiler de cabeza discoidal 32605 es de bronce cobre-estaño. Otros siete alfileres analizados por nosotros ofrecen aleaciones distintas. Así, el de cabeza piriforme de Perales del Río es una aleación ternaria con 3'4% Pb (Blasco y Rovira, 1992-93: 411); muy plomado es el alfiler de cabeza enrollada del Castro de Torroso (Peña, 1992: 124); el alfiler de cabeza esférica hueca de Son Pizà, es un bronce pobre con 3'7% Sn; finalmente, cuatro alfileres de cabeza enrollada de Euskadi (García Valdés, 1989) son de bronce ricos en estaño, uno de ellos con 5'5% Pb además.

(12) Suposición que avalan, entre otros, el conocido hallazgo de cerámica micénica en el Llanete de los Moros (Montoro, Córdoba).

El cincel 32567 es otro bronce típico de la Ría. En el archivo del PIAPI hay datos de otros 25 cinceles del BF. De los ya publicados, el conjunto de cinceles y escoplos de las Baleares ha dado aleaciones binarias más ricas en estaño que las del DRH (Delibes y Fernández-Miranda, 1988: 163-167). Del castro extremeño de Santo Domingo he analizado recientemente tres cinceles con 10'5%, 16% y 18'3% Sn, sin plomo. En el resto de análisis hay un poco de todo: desde piezas de cobre (dos) a bronce muy plomados (uno). Pero la tendencia general es, como parece lógico, a que estas herramientas sean de bronce binario o ternario con poco plomo.

4. Análisis Metalográfico

Una de las características metalúrgicas del DRH es, como se ha expuesto, el empleo sistemático de bronce cobre-estaño en sus fabricados. Completaremos ahora otros aspectos de la manufactura metálica con la ayuda de los ensayos metalográficos. Conviene adelantar que tales estudios son hasta el momento bastante escasos en la bibliografía referida a Bronce Final.

4.1. Espadas

A la espada en lengua de carpa 24/60/57 se le preparó un plano pulido en el extremo picudo del ricasso. La microestructura es de bronce homogeneizado (9'8% Sn), con granos maclados por efecto de un trabajo de martilleo y recocido térmico. El metal presenta numerosas inclusiones de impurezas, destacando las vesículas rellenas de óxido cuproso y sulfuro de cobre.

Al ejemplar 24/60/51 se le estudió una sección de la hoja aprovechando una fractura transversal. La zona correspondiente al engrosamiento central muestra una gran burbuja de gas y numerosas pequeñas vacuolas, sin duda responsables de la rotura de la pieza por ese punto. Asimismo se observan inclusiones escoriáceas y formaciones de óxido cuproso. La microestructura del metal en toda la sección es de granos maclados de bronce homogeneizado (10'1% Sn), de tamaños y formas variables, indicativos de un trabajo de martilleo y recocido térmico. No se aprecian diferencias de tratamiento entre los filos y el interior de la hoja.

Otra espada metalografiada en el plano de fractura ha sido la 24/60/92. Nuevamente, grandes burbujas gaseosas ocupan la parte central de la hoja, debilitándola y favoreciendo la rotura. El bronce está homogeneizado (11'6% Sn) y la textura del metal es similar a la vista en los casos anteriores.

Finalmente, la espada 32631 ha sido metalografiada en dos puntos distintos. El filo presenta una microestructura de bronce homogeneizado (7'7% Sn), con granos con ligeras dislocaciones por martilleo en frío posterior a la forja y recocido térmico, y parece indicar que fue afilado/endurecido mediante una serie de

pequeños golpes a lo largo del filo. Por lo demás, es un bronce sucio, con numerosas inclusiones de óxido, sulfuro y otras impurezas. Una microestructura semejante muestra el extremo del arco del ricasso (Foto 1) por lo que, probablemente, la sesión de trabajo en frío tuvo por misión más bien endurecer el metal que afilar los bordes cortantes. Como es sabido, el bronce forjado en frío tiene mayor dureza que el recocido, aunque a cambio resulta algo más frágil.

Los resultados de la metalografía de espadas tienen muchos aspectos coincidentes con los obtenidos por Tylecote y Northover (1990: 93-94) en materiales homólogos del Valle del Támesis. Sin embargo la tecnología metalúrgica de las espadas de aquel territorio parece algo más variada que la vista aquí. Así, aunque la mayoría de los ejemplares metalografiados por estos autores son de bronce forjado y recocido (una espada tiene también un tratamiento de acabado en frío similar al de la muestra 32631), son bastantes los casos en los que la pieza ensayada conserva la estructura dendrítica de fundición; es decir, que no ha recibido ningún tratamiento mecánico ni térmico con posterioridad a ser sacada del molde y limadas las rebabas. Otras, en cambio, muestran tratamientos mecánicos específicos en los filos que sin duda mejoraban su calidad, como también se ha visto en el DRH.

Los hallazgos de moldes para fundir espadas indican que la operación de colado se realizaba vertiendo el metal fundido por un bebedero dispuesto sobre la empuñadura, con el molde en posición vertical o ligeramente inclinada (13). Los problemas de desgaseo del molde eran evidentes, como muestran varias de las espadas rotas de la Ría, de Petters y de otros depósitos. Para permitir una correcta evacuación de los gases formados en el interior conforme se va llenando de metal líquido son necesarios canales de desgaseo a lo largo del molde. Conocemos piezas dotadas de dichos adelantos, como el molde bivalvo de Knighton, del Bronce Medio británico (Tylecote, 1973: 1) pero, por ejemplo, el molde de Ronda no los tiene y sus caras planas ajustan muy bien, por lo que cabe predecir fundiciones porosas (14). Cuando el ajuste entre valvas no es tan bueno y no están recubiertas de arcilla refractaria, las fundiciones son más sanas, como han demostrado los experimentos de Tylecote mencionados más arriba. La mayoría de los innumerables fragmentos de molde de arcilla o piedra para fundir espadas encontrados no presentan mazarotas ni canales de desgaseo.

Otro aspecto interesante de las espadas de la Ría es la detección de reparaciones en la empuñadura, resuel-

(13) Acerca de la fundición de espadas en la Edad del Bronce es muy ilustrador el trabajo experimental de Tylecote (1973).

(14) Algunos fragmentos de espada de tipo Monte Sa Idda de Las Alcobainas (Jerez) acusan este defecto. Ello no significa, sin embargo, que estemos sugiriendo relación alguna entre el molde rondeño y las espadas jerezanas.

tas por la técnica de soldadura por fusión (sobremoldeo o casting-on). Aparte de la casi siempre visible costura delimitadora de la soldadura, la analítica reconoce aleaciones con ligeras diferencias. Así, la espada 32263 contiene 13'5% Sn en la empuñadura y 11'8% en la hoja; la RE1982/106 23'2% y 14'6% respectivamente; la RE1982/107 13'8% y 9'4%; la RE1982/108 12'1% y 18'6%; la RE1982/109 15'2% y 20'5%, y la RE27033 20'4% y 15'9%. Esta misma técnica ya había sido empleada para fundir las empuñaduras macizas de las espadas pistiliformes 32260 (13'7% y 11'8%) y 32261 (16'1% y 11'4%). Como puede observarse, en general el bronce utilizado en el sobremoldeo es más rico en estaño que el correspondiente a la hoja, lo cual proporciona un intervalo de solidificación algo más bajo y asegura una buena soldadura.

Reparaciones de espadas por sobremoldeo se han visto en otros depósitos atlánticos como el de Isleham (Northover, 1982:95) y la aparición de la técnica se remonta a las espadas de Luristán (c. 1400 a. de C.) (Birmingham, Kennon y Malin, 1964). Conviene hacer notar, por otro lado, que muchas de las piezas —no sólo espadas— con empuñaduras o remates macizos del Talayótico antiguo balcar no están fijadas por sobremoldeo sino mediante lengüetas y roblones (15), aunque sí se empleó esta técnica en los pesados pectorales de varillas como el de Lloseta.

4.2. Puntas de lanza

Tres puntas de lanza han sido metalografiadas. La RE1982/121 muestra en el borde del empuñadura un bronce (10'4% Sn) muy poroso con estructura dendrítica de fundición (foto 2). En cambio la RE1982/123, presenta en la misma parte microestructura de bronce homogeneizado y recristalizado (10'8% Sn), con granos maclados indicadores de un trabajo de acabado con tratamiento mecánico y recocido. El metal es también muy poroso. La tercera punta analizada, RE1982/122, presenta estructura de fundición con muchas vacuolas en el filo y con algunos segregados azulados de fase δ (17'6% Sn, 1'3% Pb).

Estos resultados son coincidentes con los vistos por Tylecote y Northover (1990: 94) en las puntas de lanza de Petters (Inglaterra). Otra punta estudiada por Caneva y Giardino (1992: 296), procedente del depósito siciliano de Polizzello, muestra una estructura dendrítica de fundición ligeramente alterada por un tratamiento de martilleo en frío.

Es abundantísima la información arqueológica disponible sobre moldes para puntas de lanza (p. ej. Gómez, 1984; Fleury, 1991). Generalmente no están dotados de canales de desgasco, explicándose así la

frecuencia con que detectamos vacuolas en los pulidos metalográficos.

4.3. Regatones

El fragmento de regatón 24/60/19 presenta en la sección de rotura una estructura nucleada de bronce colado (11'6% Sn, 0'1% Pb), con algunas vacuolas e inclusiones grises de sulfuro de cobre. La estructura sugiere un enfriamiento lento del metal en el molde o un calentamiento posterior, aunque insuficiente para homogeneizar la aleación. El fragmento 24/60/20 conserva también la estructura dendrítica de fundición (foto 3), en este caso con abundantes segregados de fase δ como corresponde a un bronce rico en estaño (20'0% Sn). Otros regatones que conservan la microestructura de fundición son los 24/60/104 (12'1% Sn), 24/60/116 (12'5% Sn, 0'1% Pb) y RE1982/124 (10'4% Sn, 0'1% Pb). En otra serie de piezas se observa un efecto de recristalización del bronce debida a un calentamiento que ha homogeneizado la aleación. Tal es el caso de los ejemplares 24/60/105 (11'2% Sn, 0'1% Pb) y 24/60/128, este último con segregaciones de fase δ debidas a su riqueza en estaño (14'2% Sn, 0'1% Pb). El metal de los regatones es también algo poroso, aunque menos que el de las puntas de lanza y espadas. No conocemos estudios metalográficos de piezas similares con las que poder establecer comparaciones.

4.4. Puntas de flecha

Hemos metalografiado dos puntas de flecha del DRH. La primera, 32586, es del tipo de pedúnculo y aletas, fundida en una aleación con 15'3% Sn y 0'1% Pb. Tanto el extremo del pedúnculo como la aleta presentan la estructura dendrítica de fundición intacta. Hay segregados de fase δ ya que se trata de un bronce con alta tasa de estaño, más abundantes en la aleta. La segunda punta, 32587, de hoja triangular pedunculada, fue forjada en frío y recocida hasta recristalizar el bronce (11'0% Sn), efecto que se observa en el pedúnculo y en el filo de la hoja.

En otra ocasión metalografiamos dos puntas del Bronce Final de El Peñón de la Reina (Almería), mostrando en ambos casos la aplicación de trabajo mecánico y térmico para su elaboración (Rovira y Sanz, 1983: 199).

4.5. Remaches y aplique

El remache 38224, con 16'4% Sn y 0'1% Pb, metalografiado en una de las bases del cilindro, muestra una microestructura de granos maclados por un trabajo de martilleo y recocido que ha recristalizado el

(15) Véase a este respecto la serie de radiografías publicadas en Delibes y Fernández-Miranda (1988).

metal. Pequeñas inclusiones de sulfuro de cobre gris son apreciables, generalmente situadas en los bordes de grano (foto 4). El alto contenido de estaño hace que se hayan producido segregaciones de fase δ . Una estructura similar ofrece el aplique o remate en forma de peoncillo 32611 (17'1% Sn). Otros dos remaches cilíndricos, 38228 (2'5% Sn, 0'3% Pb) y 24/60/162 (11'5% Sn y 0'2% Pb) coinciden con los anteriores en su microestructura de metal martilleado y recocido hasta recrystalizar.

No deja de sorprender la inexistencia de deformación en frío en las caras circulares de los remaches, como sería lógico esperar de unas piezas que supuestamente han podido servir para sujetar las cachas de la empuñadura en espadas y puñales, y cuya morfología acusa claramente un ligero engrosamiento de las cabezas. En principio pensé en un trabajo de remachado en caliente, en cuyo caso el material de las cachas no podría ser orgánico (madera, hueso, asta) (16). Luego he ido viendo, coincidiendo con otros investigadores (Tylecote y Northover, 1990: 95) que no es frecuente el trabajo en caliente en las labores metálicas del Bronce Final (17). Aunque el instrumental de taller era ya ciertamente variado en esa época (Nicolardot y Gaucher, 1975), no se disponía aún de tenazas adecuadas para sujetar una pieza al rojo sobre un yunque y aguantar los impactos del martillo. Además, y si exceptuamos el bronce pobre, el bronce se trabaja mal en caliente, con riesgo de rotura por la formación de una fase líquida rica en estaño a temperatura relativamente baja. Descartada esta opción quedan otras dos para explicar la microestructura de los remaches: que realmente no son remaches sino simples pasadores o vástagos acabados por forja y recocido antes de ser usados, o que han padecido un pavoroso incendio capaz de recrystalizar el metal borrando las huellas del remachado en frío. A esta última hipótesis se opone la existencia de numerosas piezas en el depósito que conservan su microestructura de fundición intacta, estructura que también habría desaparecido de haber sido afectadas por el mismo fuego.

4.6. Otros objetos del DRH

Tres fragmentos de fíbulas de codo han sido metalografiados. Al inventariado como 24/60/41, con 12'2% Sn y 0'1% Pb, se le ha estudiado la microestructura en la zona adelgazada correspondiente al codo y en la mortaja. En ambas zonas se observa una textura metálica similar de bronce trabajado en frío con

recocido posterior. Hay inclusiones de sulfuro de cobre. Estructuras equivalentes se han obtenido en la fíbula 24/60/43 (12'3% Sn, 0'1% Pb), estudiada en los mismos puntos. En cambio el fragmento 24/60/45 (15'0% Sn, 0'1% Pb) presenta la estructura dendrítica de fundición inalterada.

Como ya se dijo en otro momento (Rovira, 1987: 56), el punto de partida para estas fíbulas es un producto de fundición alargado y bulboso (no se conocen moldes) al que el artesano acaba de dar forma en el taller, estirando y doblando el metal allí donde es necesario, intercalando tratamientos térmicos de recocido para devolver la ductilidad al bronce y evitar roturas. Es probable que el fragmento 24/60/45, de bronce rico en estaño y por tanto más frágil, formara parte de una pieza que se rompió al iniciar el proceso de construcción, antes del primer recocido homogeneizador. En tal caso estaríamos ante una desecho para refundir y no ante un fragmento de pieza acabada.

Otras cuatro fíbulas de codo (tres de ellas ad occhio), la de San Román de Hornija (Rovira, 1987: 56), la de Perales del Río (Blasco, 1987; Rovira, 1987: 57), la de la Mola d'Agres (Rovira, 1989: 145) y la del S.I.P. de Valencia (analítica aún inédita), muestran todas un trabajo semejante del metal. En las fíbulas tempranas de la Edad del Bronce es muy común esta forma de trabajar el metal combinando la fundición con otros procesos de taller, como ya se deducía de un trabajo de Coghlan (1980) sobre bronce ornamentales de variada tipología.

El broche de cinturón 32554, con 9'1% Sn, metalografiado en el borde junto al sistema de sujeción al cinto, es un bronce con numerosas pequeñas inclusiones de óxido y sulfuro de cobre. Su estructura es de metal homogeneizado, con granos maclados que certifican un trabajo de martilleo seguido de recocido térmico.

Del conjunto de botones del depósito se han metalografiado dos ejemplares. El 32571, estudiado en el canto, es un bronce (11'0% Sn) estirado a golpes y recocido. Idéntica textura presenta el botón 32580 (10'2% Sn, 0'2% Pb), tanto en el canto como en el bulbo central. Ello significa que el producto de fundición primario es sustancialmente modificado en el acabado de taller, estirando la corona y corrigiendo, quizás, fallos de fundición ya que el metal se muestra poroso. Esta técnica de fabricación no difiere de la observada en algunos botones del Depósito de Llavorsí, si bien en aquel depósito encontramos también ejemplares sacados del molde sin otra modificación que el pulido y embellecimiento (Consuegra, Montero y Rovira, 1991: 193-194).

El fragmento de torques 32600, metalografiado en la sección del extremo roto, muestra un bronce (10'5% Sn, 0'1% Pb) homogeneizado térmicamente, sin signos de trabajo mecánico y con numerosas burbujas

(16) La mayor parte del trabajo analítico para este estudio fue realizado en 1982 y 1983.

(17) En algunas publicaciones hemos sugerido trabajo del metal en caliente (Rovira y Sanz, 1983; Rovira *et al.*, 1984). No obstante, en Rovira (1987) ya se rectificaban aquellas primeras observaciones, explicando las microestructuras como producto de la forja en frío seguida del recocido térmico.

gaseosas e inclusiones de impurezas. Se trataría, pues, de una pieza de fundición recocida posteriormente para aumentar su maleabilidad.

La punta del alfiler de cabeza discoidal 32605 (11'1% Sn) acusa un trabajo ligero de martilleo en frío (probablemente para aguzarla) superpuesto a otro anterior de estirado o forja seguido de recocido. Se aprecian numerosas inclusiones de óxido cuproso deformadas por el estiramiento.

Entre los diversos fragmentos de casco se escogió para su estudio metalográfico la porción de cresta 32606, un bronce con 11'8% Sn. La microestructura de granos poligonales maclados indica que se trata de una chapa laminada en frío y recocida, con severo ataque de la corrosión.

El eslabón de doble anilla 32553 (6'6% Sn) es una pieza muy trabajada a martillo, como demuestra su estructura de granos maclados y recristalizados. Estas barretas de dos o tres anillas son productos de fundición frecuentes en los depósitos alpinos del BF III (Audouze, 1976), si bien con un diseño algo más complejo que los sencillos modelos de la Ría de Huelva. Aquí, sin embargo, se ha aplicado a la pieza moldeada un tratamiento de forja y recocido.

Entre los escasos instrumentos recogidos en el DRH destaca el cincel 32567, un bronce con 11'5% Sn y 0'3% Pb. La metalografía en el filo muestra un metal forjado y recocido, sin signos perceptibles de deformación en frío. El talón, por su parte, presenta una microestructura similar aunque aquí sí son perceptibles pequeñas huellas de deformación del metal en frío. Se aprecian numerosas inclusiones aplastadas de

óxido cuproso y otras esféricas de sulfuro. Las microestructuras sugieren que el cincel fue utilizado para labrar un material más blando que el bronce, probablemente madera, razón por la cual el filo se desgasta pero no se deforma el metal. El artesano golpeaba el talón con una maza de material también blando (no se descarta la posibilidad de que estuviera enmangado como los actuales formones y puntacorrientes), cuyos golpes apenas han deformado el bronce.

La aguja acintada 32604, de bronce con 9'2% Sn, metalografiada en la punta, tiene la microestructura de metal estirado en frío y recocido.

Queda, finalmente, el fragmento indeterminado 24/60/124, con 9'9% Sn y aspecto de desecho de fundición, cuya metalografía corresponde a un metal refundido con estructura dendrítica en la que se aprecian segregados de fase δ .

5. EL DRH en el Contexto de la Metalurgia Peninsular Del Bronce Final.

Cuando en 1982 iniciamos el análisis sistemático de los materiales del DRH disponíamos de un conocimiento bastante pobre de la tecnología metalúrgica del Bronce Final hispano. De ahí que en aquella fase inicial del PIAPI (Paleometalurgia de la P. Ibérica) la Dra. Ruiz-Gálvez tuviera especial empeño en que se analizaran objetos de otras regiones con los que comparar los resultados de la Ría de Huelva. Algunos ya se han incluido en tablas anteriores y los restantes forman la Tabla 17.

TABLA 17

ANÁLISIS DE OBJETOS DIVERSOS DEL B. F. PENINSULAR

Inventario	Análisis	Denominación del objeto	Procedencia	Cu	Sn	Pb	Ag	Sb	As	Fe	Ni
73/58/PAD/3	AA1283	Brazalete	Padilla de Abajo (Burgos)	84'65	15'02	nd	0'007	0'046	nd	0'03	0'11
73/58/PAD/4	AA1284	Brazalete	Padilla de Abajo (Burgos)	81'11	17'57	0'23	0'015	0'137	nd	0'03	0'13
73/58/PAD/5	AA1285	Brazalete	Padilla de Abajo (Burgos)	82'62	17'02	nd	0'012	0'048	nd	0'03	0'15
73/58/PAD/6	AA1286	Brazalete	Padilla de Abajo (Burgos)	81'27	17'96	0'37	0'017	0'081	nd	0'03	0'07
73/58/PAD/7	AA1287	Brazalete	Padilla de Abajo (Burgos)	81'77	17'74	0'34	0'010	0'061	nd	0'01	0'07
	PA5935	Cincel ancho (frag.)	Castro Santo Domingo (Cáceres)	88'52	10'51	tr	0'095	0'230	0'16	0'37	0'12
	PA5290	Cincel grande	Castro Santo Domingo (Cáceres)	81'77	15'97	0'89	0'106	0'186	0'73	0'27	0'08
	PA5291	Cincel pequeño	Castro Santo Domingo (Cáceres)	80'31	18'32	nd	0'031	0'116	0'83	0'33	0'06
38246	AA1288	Colgante amorcillado	San Esteban Río Sil (Orense)	58'10	36'37	2'88	0'030	0'073	0'89	0'46	0'53
101	AA0768	Espada (empuñadura)	Villaverde Chiquita (León)	85'60	13'66	0'23	0'005	0'029	0'05	0'13	0'02
101	AA0768A	Espada (hoja)	Villaverde Chiquita (León)	89'19	10'17	0'21	0'003	0'012	0'09	0'07	0'04
101	AA0768C	Espada (pasador)	Villaverde Chiquita (León)	84'92	15'47	0'23	0'010	0'043	nd	0'08	0'04

Inventario	Análisis	Denominación del objeto	Procedencia	Cu	Sn	Pb	Ag	Sb	As	Fe	Ni
BA/83/B3(01)	GANCHO	Gancho para carne	Baioes (Portugal)	84'92	14'23	0'15	0'024	0'044	nd	0'38	0'15
	PA3572	Gancho para carne	Baioes (Portugal)	70'37	27'99	0'33	0'069	0'138	0'50	0'23	0'36
73/58/PAD/I	AA1278	Hacha plana 2 anillas	Padilla de Abajo (Burgos)	81'37	14'00	3'68	0'016	0'041	nd	0'01	0'22
	PA0354	Hacha plana apéndices	Desconocida	92'72	5'39	0'47	0'043	0'582	0'15	0'23	0'08
	PA5936	Hacha plana apéndices	Castro Santo Domingo (Cáceres)	82'20	16'42	0'29	0'088	0'138	0'42	0'26	0'19
	PA5937	Hacha plana apéndices	Castro Santo Domingo (Cáceres)	83'49	15'12	0'32	0'066	0'155	0'38	0'30	0'17
s/n	AA1389	Hacha plana (frag.)	Ecce Homo (Madrid)	91'57	7'86	0'01	0'007	0'041	nd	0'07	0'03
	PA0355A	Hacha talón 1 anilla	Desconocida	93'49	4'69	0'36	0'017	0'088	0'23	0'10	0'11
	PA0355B	Hacha talón 1 anilla	Desconocida	91'41	6'76	0'47	0'020	0'133	nd	0'24	0'08
20197	AA1267A	Hacha talón 2 anillas	Monforte de Lemos (Lugo)	65'69	25'96	7'52	0'018	0'018	nd	0'01	0'15
20197	AA1267B	Hacha talón 2 anillas	Monforte de Lemos (Lugo)	59'39	30'95	8'59	0'018	0'034	nd	0'02	0'15
35370	AA1268A	Hacha talón 2 anillas	Vara (Lugo)	55'68	8'12	35'80	0'009	0'068	0'06	0'15	0'26
35370	AA1268B	Hacha talón 2 anillas	Vara (Lugo)	44'06	7'07	48'08	0'072	0'052	0'25	0'15	0'33
35371	AA1275A	Hacha talón 2 anillas	Vara (Lugo)	70'52	4'59	24'19	0'009	0'045	tr	0'14	0'18
35371	AA1275B	Hacha talón 2 anillas	Vara (Lugo)	67'68	4'16	26'80	0'007	0'046	nd	0'06	0'28
20196	AA1277A	Hacha talón 2 anillas	Monforte de Lemos (Lugo)	9'78	18'35	71'39	0'015	0'112	0'15	0'17	0'30
20196	AA1277B	Hacha talón 2 anillas	Monforte de Lemos (Lugo)	24'58	9'71	64'62	0'011	0'063	0'31	0'12	0'52
31	AA1289A	Hacha talón 2 anillas	Castro de Oro (Lugo)	61'96	21'24	15'33	0'163	0'241	nd	0'11	0'19
31	AA1289B	Hacha talón 2 anillas	Castro de Oro (Lugo)	74'63	14'49	4'93	0'086	0'168	nd	0'06	0'39
10152	AA1270A	Hacha talón 2 anillas	Fuente Tójar (Córdoba)	60'21	12'70	25'70	nd	nd	nd	0'10	0'37
10152	AA1270B	Hacha talón 2 anillas	Fuente Tójar (Córdoba)	35'61	6'53	57'37	nd	nd	nd	0'08	0'21
s/n	AA1269A	Hacha talón 2 anillas	Coniles? (Granada)	86'28	13'03	0'13	0'016	0'09	0'18	0'01	0'10
s/n	AA1269B	Hacha talón 2 anillas	Coniles? (Granada)	86'33	12'72	0'37	0'015	0'07	0'24	0'01	0'08

Esta muestra, muy pequeña en comparación con la aportada por el DRH, ofrecería una panorámica muy sesgado de la metalurgia peninsular pero había indudables sugerencias en relación con los bronce plomados de las hachas, más propios del Noroeste que de otras regiones, como ya había sido apuntado por Sierra (1978) y Sierra *et al.* (1984). La publicación con una visión arqueometalúrgica de los materiales balearicos (Delibes y Fernández-Miranda, 1988; Rovira, Montero y Consuegra, 1991), el depósito iberdicense de Llavorsí (Gallart, 1991), los materiales del Castro de Torroso (Peña, 1992) y los de Peña Negra (González Prats, 1983 y 1993; Ruiz-Gálvez, 1990), además de otros trabajos de menor alcance, ampliaban el panorama y comenzaban a percibirse "diversas metalurgias". Actualmente, casi un millar de análisis de bronce de este período (sin contar los de la propia Ría) realizados para el PIAP me ayudan a entender mejor la metalurgia del BF peninsular y sus variantes.

Para el estudio comparativo que sigue se ha dividido la Península en varias grandes regiones, estudiando con métodos estadísticos sencillos los rasgos principales de sus aleaciones bronceas y valorando sus semejanzas o diferencias (Tabla 18). Una primera cuestión a la que debemos dar respuesta es si el DRH caracteriza la metalurgia del Suroeste o es un gran

islote dentro de esa región (18). Si comparamos con el resto de bronce del Suroeste (Tabla 18) hay diferencias evidentes en los contenidos medios de estaño y plomo, contrastadas estadísticamente por la prueba de la varianza al nivel $\alpha = 0'05$. Debo hacer notar, sin embargo, que buena parte de los análisis del Suroeste son de bronce cacereños ricos en plomo (19), razón por la cual se alejan de los de la Ría y encuentran parentesco metalúrgico con los de la Cuenca del Duero. Si descartáramos dichos bronce plomados, la semejanza con el resto de bronce gaditanos y sevillanos es absoluta.

Las aleaciones del DRH son similares a las del Noreste y Baleares por lo que respecta al reparto de estaño y no excesivamente diferentes en el contenido de plomo, aunque estos dos conjuntos son algo más plomados. También hay cierta semejanza con las del Sureste a pesar de ser éstas algo más pobres en estaño. En cambio son muy distintas de las de la Cuenca del Duero y, sobre todo, de las del Noroeste. Nos encon-

(18) Estos y otros aspectos que seguirán ya han sido introducidos en un trabajo en prensa, "De metalurgia tartésica", que aparecerá en las Actas del Symposium Tartessos. 25 años después, celebrado en Jerez en noviembre de 1993.

(19) Agradezco a Ignacio Pavón la oportunidad de haber analizado materias de El Risco y otros poblados de la provincia de Cáceres.

TABLA 18
DATOS ESTADISTICOS DE LOS BRONCES PENINSULARES

	DRH	Suroeste	Sureste	C. Duero	Noroeste	Noreste	Baleares
Total Análisis	387	66	97	228	47	03	66
Media de estaño	11'0	13'2	8'1	14'7	19'1	5'7	11'5
Desv. típica	3'18	5'82	6'59	6'52	9'01	4'15	6'94
Varianza	10'1	33'9	43'5	42'6	81'3	17'3	31'5
Media de plomo	0'14	2'58	0'73	2'29	19'4	0'82	0'90
Desv. típica	0'21	8'37	1'46	5'11	18'7	1'22	1'33
Varianza	0'04	70'1	2'15	26'1	352	1'50	1'78

tramos, pues, ante un vector tecnológico apunta más hacia la mitad oriental de la Península que hacia el norte, y que se caracteriza en todo ese ámbito por el escaso peso estadístico de los bronce plomados. El dato es muy sugerente y cabría ponerlo en relación con hallazgos de moldes para producir objetos "atlánticos" en la región levantina (el fragmento de molde para fundir hachas de talón y anillas de la Mola d'Agres, por ejemplo), permitiendo separar los aspectos tecnológicos relacionados con los hábitos de preparar aleaciones y la tipología intrínseca del objeto de metal. La propia Tabla 17 proporciona algún ejemplo a este respecto con las hachas: desde piezas muy plomadas (generalmente gallegas) a bronce binarios, pasando por formulaciones ternarias con poco plomo. Es decir, que la tipología no parecía condicionar en exceso los hábitos locales del metalario del Bronce Final, siempre que el producto final resultara funcionalmente satisfactorio (20). A este respecto son muy llamativas las metalografías de varias hachas muy plomadas de la Tabla 17, indicando todas ellas tratamientos mecánicos o térmicos post-fundición para hacerlas útiles, a pesar de que las aleaciones no son nada adecuadas para una herramienta cortante según los cánones de la metalurgia moderna.

6. EL DRH y la Metalurgia de las Regiones Europeas Circundantes

El particularismo que muestran las aleaciones del DRH en relación con otros conjuntos intra y extrapeninsulares ya fueron anticipadas por Ruiz-Gálvez (1987). Es ahora la ocasión de entrar con más detalle en el asunto.

La metalistería gala de la fachada atlántica es, en general, de bronce ternarios cobre-estaño-plomo y

raramente de bronce binario. La revisión hecha por Briard (1991) de los depósitos con espadas de lengua de carpa (Armórica, Finisterre, Morbihan, etc.) resume una amplia colección de análisis. Las espadas se mantienen en valores del plomo relativamente bajos, mientras las hachas disparan al alza los contenidos de este metal. En Aquitania Coffyn y Roux (1991) encuentran una evolución hacia los bronce plomados desde el BF I al BF III, con Saint-Denise-de-Pile como ejemplo de esa transición, donde hallamos bronce binarios y ternarios (hay una espada con 14% Pb). En el depósito de Vénat, tanto las armas como los objetos de adorno y herramientas son en su mayoría bronce ternarios con tasas de estaño comprendidas entre 3'0% y 21'8% y de plomo entre 0'1% y 24'2% (Coffyn, Gómez y Mohen, 1981: 25-27). Un depósito particularmente interesante para nuestros fines comparativos es el de Auvers en el Departamento de la Manche, fechado en el BF III, dado que casi la mitad de sus 57 piezas son armas. Aunque sólo se han analizado veinte, entre ellas se cuentan las nueve espadas en lengua de carpa (Germond et al., 1988: 25). Nuevamente estamos ante un grupo de aleaciones ternarias (excepto dos espadas) con una media del 11'05% Sn y 5'2% Pb. El último depósito francés al que quiero hacer referencia, fechado en el siglo X a. de C., es el de Clos de la Blanche Pierre, en la isla Jersey junto a la costa de Normandía (Northover, 1987; Coombs, 1988). Muy pocos son los análisis que identifican bronce binarios, siendo la mayoría bronce plomados. La serie analítica es un tanto peculiar: los contenidos de arsénico, antimonio y plata son muy elevados de forma generalizada, con valores de hasta 9'2% Sb, 5'7% As y 1'5% Ag que asocian esta metalurgia con la de Wilburton/Saint-Brieuc-des-Iffs (Northover, 1982; Coombs, 1988: 336). Vemos, pues, que en la fachada atlántica francesa hay una clara tendencia hacia la producción de bronce plomados que se generaliza en el BF II y se agudiza en el BF III, algo muy diferente a lo sucedido en la Ría de Huelva y en otras áreas españolas pero similar a lo que se aprecia en nuestro tercio noroccidental.

(20) Este es un aspecto a menudo poco valorado. Extraemos conclusiones para calificar la bondad de la tecnología metalúrgica a partir de las piezas que han tenido éxito durante el proceso de fabricación y han sobrevivido, pero ignoramos los fracasos previos que, lógicamente, no salieron del taller.

En las Islas Británicas, la metalurgia de Petters (Needham, 1990) sigue un modelo de bronce ternarios (Craddock et al., 1990: 77), como ya lo eran también los de los depósitos de Wilburton (Northover, 1982) y las series más antiguas de análisis de piezas de Wessex y otras áreas próximas (Brown y Blin-Stoyle, 1959; Britton, 1961; Hughes, 1979).

Si dirigimos ahora la mirada hacia el Mediterráneo, los análisis del depósito sardo de Santa María di Paulis (Sassari) caracterizan una metalurgia de bronce binario. Tan sólo una anilla con 6'1% Pb desentona del conjunto y los pocos bronce plomados apenas superan la cifra del 1% Pb en su composición (Craddock y Tite, 1984: 20-21). Es un depósito de aire chipriota pero sin duda manufactura local fechada en torno al 700 a. de C. Si nos remontamos a períodos nurágicos más antiguos, la serie de análisis hecha por el Grupo de Stuttgart a materiales de las nuraghas Albiní y Forraxi Nioi y recopilada por Tylecote, Balmuth y Massoli-Novelli (1983: 68) insiste en esa predominancia de los bronce binarios sobre los ternarios (estos últimos, en todo caso, poco plomados). Esta costumbre incluye también la pequeña estatuaria votiva (Tylecote, Balmuth y Massoli-Novelli, 1983: tabla 10). Datos en el mismo sentido podemos encontrar en Giardino (1987). Por desgracia, de depósitos tan importantes como Monte Sa Idda tenemos escasas noticias de índole estrictamente metalúrgica, pero si la tendencia en los resultados analíticos se mantiene en la línea de la síntesis elaborada por Giardino (1987: 218-219) cabrá concluir que los metalúrgicos sardos fueron poco proclives a añadir plomo a sus bronce durante los siglos XIII al VII a. de C., no obstante estar practicando una activa metalurgia extractiva del plomo a partir de la galena argentífera de la isla (Giardino, 1987; Atzeni et al., 1992).

En Sicilia, el depósito de Polizzello es otro exponente de la producción de bronce poco plomados (el contenido de plomo oscila entre 0 y 3'1%), según los análisis de Caneva y Giardino (1992).

En la Italia peninsular los bronce muy plomados comienzan a menudear con la metalistería etrusca arcaica del siglo VII (Craddock, 1986). Antes, los materiales más antiguos del depósito de San Francesco (Bologna) (21) apuntan hacia una metalurgia de bronce binarios (Antonacci, Canziani y Follo, 1992). En la síntesis elaborada por Eaton (1980) tras revisar análisis antiguos tampoco aparece el plomo como elemento significativo de las ligas del Bronce Final.

Esta tendencia mediterránea a producir bronce poco plomados en los primeros siglos del I milenio a. de C. puede seguirse también en la metalistería griega del Período Geométrico, cuya tasa media de estaño es

de 7'1% y de plomo 1'8% (cifras calculadas a partir de Craddock, 1976).

Vistos en conjunto estos datos se comprende mejor ese vector direccional orientado al Este apuntado antes, según el cual la metalurgia representada por el DRH engrana con más facilidad con las prácticas mediterráneas de la época que con las de la fachada atlántica europea. Quizás fuera pertinente recordar aquí el sugestivo viaje de ida y vuelta propuesto por Lo Schiavo (1991) para justificar la presencia de "bronce atlánticos" de tipología ibérica en Cerdeña e Italia continental. Apartadas las imitaciones locales, sus aleaciones indicarían con mayor probabilidad conexiones con el levante y el mediodía hispano. Son necesarios, no obstante, más análisis de objetos homólogos mediterráneos para hilar más fino en tal sentido pues la pura tipología, con cuya ayuda se han dibujado detallados mapas de dispersión de tipos, da una visión del problema de escaso relieve.

7. Consideraciones finales

En el Bronce Final gran parte de Europa y otras regiones perimediterráneas constituían una koiné metalúrgica con una tecnología común en muchos aspectos, en particular en cuanto a la manera de trabajar el metal para producir objetos. Así lo están indicando los estudios metalográficos cada vez más numerosos de objetos de la más diversa procedencia, parte de los cuales he manejado al hablar de la tecnología de taller del DRH. Tal parece que hubieran recetas metalúrgicas comunes a Britania, Armórica, Huelva, Cerdeña, etc. para producir espadas, puntas de lanza, regatones, hachas, fíbulas, botones y otros fabricados. A veces podremos percibir ciertas diferencias geográficas pero, no nos engañemos, siempre tendrán más que ver con el tamaño estadístico de la muestra estudiada que con verdaderos particularismos tecnológicos. La noción de taller definida teóricamente (Mohen, 1989; Coffyn y Roux, 1991) siempre encontrará dificultades a la hora de ser aplicada a un registro arqueológico particular. Un caso concreto es la "casa del metalúrgico" o "del fundidor" de Peña Negra, cuyos materiales analicé hace algunos años, y de los que hay correctas interpretaciones en Ruiz-Gálvez (1990) y otras no tan correctas en González Prats (1993). En dicho taller, cuya actividad no sabemos cuánto tiempo duró, se pudieron fabricar objetos muy diversos a juzgar por los fragmentos de molde encontrados (pero tampoco sabemos si se fabricaron solamente los tipos cuyos moldes han sido hallados) y se emplearon aleaciones de muy diversa naturaleza, nada caracterizadoras del sitio. También sabemos que se refundía chatarra además de minerales. ¿Qué caracteriza, pues, el "taller" de Peña Negra desde el punto de vista metalúrgico?: su hábito de fundir bronce con tasas medias de estaño relativamente bajas, muy variables y poco

(21) Este depósito es de los mayores conocidos, con 14.841 objetos, abarcando un arco cronológico que va del siglo X a la primera mitad del VII a. de C.

plomados; el reciclado de metal desechado, y la preparación de metal *in situ* a partir de minerales, datos todos ellos no demasiado definitivos (22). Pero son suficientes para afirmar que la tecnología metalúrgica de Peña Negra I tiene rasgos distintos de la de Vénat o la Ría de Huelva y estos rasgos vienen dados exclusivamente por las composiciones metálicas. Lo demás es acervo común. Las metalurgias de Wilburton, Vénat y DRH, por citar unas pocas, tienen más elementos en común que diferenciadores, cifrándose estos últimos casi exclusivamente en los distintos hábitos mostrados en la formulación de sus bronce (23). Pero la calidad de las aleaciones, con su indudable componente tecnológico, puede verse afectada más por razones económico-comerciales que por rasgos culturales —facilidad o dificultad de abastecimiento de materias primas, por ejemplo— como ya ha sido sugerido por otros autores (Northover, 1982: 106; Ruiz-Gálvez, 1987: 257).

Es probable que la tendencia a plomar los bronce del bloque atlántico sea un rasgo tecnológico-cultural además de económico. El trabajo analítico sobre la metalistería de Wilburton/Saint-Brieuc-des-Iffs reveló la posibilidad de una importante circulación de bronce centroeuropeos (con poco plomo y elevadas impurezas de arsénico, antimonio, níquel y plata) hacia dichas áreas, donde eran refundidos añadiéndoles estaño y plomo (Northover, 1982). También aprecio ese rasgo tecnológico-cultural en la bronceística mediterránea, pues aunque es una vasta región cuyo abastecimiento de estaño dependió básicamente del comercio con lejanas tierras, los metalarios fueron reacios a compensar con plomo la escasez de dicho metal.

En la frontera de esos dos grandes bloques se sitúa la Ría de Huelva, con sus bronce de buena calidad con una tasa media de estaño similar o ligeramente más baja que la de los depósitos ingleses y algunos franceses, pero claramente más alta que la de los bronce mediterráneos. Este dato es muy importante porque afirma la personalidad de un conjunto de metales que no creo que pudiera llegar ni del Mediterráneo, ni del Atlántico, ni de ninguna otra parte de la Península que no fuera el Suroeste. Si se ha de defender la hipótesis de que el depósito era la carga de un barco, o no venía de muy lejos o salía de la Ría hacia otro destino.

Si, por el contrario, aceptamos la posibilidad de que se tratara de una acumulación de ofrendas, los devotos debieron adquirir tales ofrendas en talleres de la región.

Otro rasgo que llama la atención es la homogeneidad del patrón de las impurezas más fiables (plomo, plata, arsénico y antimonio), del que escapan muy pocas piezas y al que cabría incorporar otras del entorno sevillano cuyos análisis figuran en las tablas anteriores. Sabemos aún poco acerca de la composición de los minerales cupríferos del cinturón pirítico del Suroeste y prácticamente nada de las importantes mineralizaciones de cobre de las Extremaduras española y portuguesa y de Sierra Morena, así como de los depósitos de mineral de estaño que, desde las tierras de Zamora a los aluviones del Tajo, pudieron haber dado lugar a una "vía del estaño" anterior a lo que más tarde será la Vía de la Plata. El patrón de impurezas ofrece, en principio, dos interpretaciones: un origen común de los minerales metalíferos, de un área del entorno aún no identificada, o el uso sistemático de metal muy reciclado. Esta segunda opción es menos probable, pues si bien las refundiciones disminuyen las impurezas en el cobre (principal portador de tales impurezas), el uso de bronce reciclado dificulta la obtención de aleaciones de composición constante al partir de una materia prima de composición desconocida (24). Además el Suroeste es una región con recursos propios que hace innecesaria la importación de chatarra.

Queda sin decidir si los materiales proceden de un taller único o de varios con características similares y fuentes de aprovisionamiento comunes y constantes a lo largo del tiempo empleado en su producción. Mientras no dispongamos de más análisis de otros metales de la región en los que rastrear el modelo de impurezas, ambas hipótesis son plausibles.

Afortunadamente los trabajos de campo más recientes están renovando el oscuro panorama arqueológico que teníamos del Bronce Final del Suroeste anterior a la colonización orientalizante y comienza a atisbarse un territorio organizado en cuyo sistema económico la metalurgia podía ser una actividad con la relevancia suficiente para justificar un hallazgo como el Depósito de la Ría de Huelva.

(22) Los problemas prácticos aún son mayores cuando se intenta la aplicación de modelos teóricos más complejos en la realidad arqueológica, siempre pobre y sesgada. Véase, por ejemplo, los saludables intentos de Brun (1991) y Coffyn y Roux (1991).

(23) Aquí y en todo el texto empleo el término metalurgia en su sentido estricto: estudio y tecnología de los metales y aleaciones. Salgo al paso de utilizaciones más laxas en las que se ha pretendido definir o caracterizar una metalurgia en función de los tipos de objetos fabricados en vez de usar los criterios tecnológicos.

(24) Es de suponer que los antiguos fundidores tenían gran habilidad para distinguir composiciones por la coloración del metal sano, pero este es un procedimiento con un margen de error elevado.



Foto 1.—Metalografía efectuada en el extremo agudo del arco del ricasso de la espada 32631. Estructura de bronce homogeneizado, con granos maclados por recristalización térmica. Numerosas bandas de deslizamiento (series de líneas paralelas oscuras) atestiguan un trabajo leve de martilleo en frío realizado con posterioridad a la recristalización. Ataque con cloruro férrico y ácido clorhídrico. 560 aumentos sobre película estándar de 35 mm.

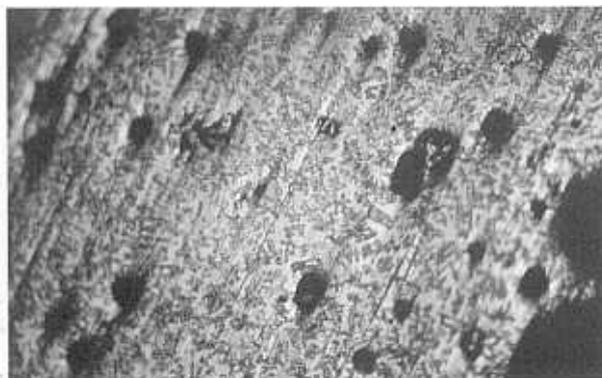


Foto 2.—Metalografía efectuada en la boca del tubo de empuñadura de la punta de lanza RE 1982/121. La estructura dendrítica de fundición indica que esta parte de la pieza no recibió ningún tratamiento térmico ni mecánico tras ser sacada del molde. Las numerosas vesículas de gas son un claro exponente de las dificultades de degaseo del molde. Ataque con cloruro férrico y ácido clorhídrico. 80 aumentos sobre película estándar de 35 mm.



Foto 3.—Metalografía del regatón 24/60/20. Estructura dendrítica de fundición característica de una pieza moldeada. En los espacios interdendríticos se aprecian numerosas zonas con segregados de fase rica en estaño, como corresponde a la composición de este bronce. Ataque al cloruro férrico y ácido clorhídrico. 35 aumentos sobre película estándar de 35 mm.



Foto 4.—Metalografía de la cabeza del remache 38224. La microestructura corresponde a un bronce martillado y recocido térmicamente hasta recristalizar formando granos de sección poligonal con maclas. Se observan algunos pequeños nódulos esféricos de sulfuro de cobre y otras impurezas, generalmente alojadas en los bordes de grano. Ataque con cloruro férrico y ácido clorhídrico. 280 aumentos sobre película estándar de 35 mm.