

# Crisoles-hornos en el Bronce del suroeste

Juan A. Pérez\* - Timoteo Rivera - Eduardo Romero

## RESUMEN

*Las últimas investigaciones arqueo-metalúrgicas en yacimientos prehistóricos del sureste de la Península Ibérica han demostrado que el mineral de cobre se reducía en vasijas-horno, técnica de fundición que provoca la escasa aparición de escorias en los asentamientos minero-metalúrgicos dedicados a la producción de cobre.*

*Las excavaciones y prospecciones arqueológicas que hemos llevado a cabo en necrópolis y asentamientos de la Edad del Bronce en el suroeste de la Península Ibérica confirman también la generalización de esta técnica en esta zona. En este trabajo se estudiarán los restos de dos vasijas-hornos y escorias de la necrópolis de Valdegalaroz (La Nava, Huelva) y del asentamiento de Santa Marta II (Santa Olalla del Cala, Huelva) mediante su analítica con microscopio electrónico (SEM).*

## SUMMARY

*The latest archaeo-metallurgic researches in prehistoric sites of the southeastern Iberian Peninsula have shown that copper was reduced in crucibles, smelting technique that causes little slag production in the metallurgic-mining settlements aimed at copper production.*

*The excavations and archaeological prospecting we have carried out in necropolis and settlements from the Bronze Age in the southeastern Iberian Peninsula also confirm the generalization of this technique in this area. In this essay the remains of two crucibles and slag from the necropolis of Valde-*

*galaroz (La Nava, Huelva) and from the settlement of Santa Marta II (Santa Olalla del Cala, Huelva) by means of their analysis under scanning electronic microscope (SEM).*

Desde el pionero y fundamental trabajo de M. del Amo y de la Hera sobre las necrópolis de cistas de la provincia de Huelva (AMO, 1975), el interés por este período ha ido en aumento. En ese primer trabajo quedaron muchas cuestiones por dilucidar, significativas tanto para la explicación del registro funerario, dada la ausencia generalizada de cadáveres en los enterramientos, como para el conocimiento de los lugares de habitación, hasta entonces desconocidos.

La pujanza de este momento pudo también constatarse al otro lado del Guadiana gracias a los trabajos de SCHUBART (1975)<sup>1</sup>, MONGE (1993), GOMES, GOMES, BEIRÃO y MATOS (1986), TAVARES y SOARES (1979), y PARREIRA (1995).

La carencia de datos sobre los lugares de hábitat y, en consecuencia, de otros aspectos importantes de estas poblaciones en sus rasgos económicos y sociales han podido ser paliadas en parte por los trabajos desarrollados por V. Hurtado y L. García en las necrópolis y poblados de las sierras de Huelva y Sevilla (HURTADO y GARCÍA, 1994; HURTADO, GARCÍA y MONDÉJAR, 1993; GARCÍA, 1998), provincia en la que también se han documentado lugares de habitación (AUBET, SERNA, ESCACENA y RUIZ, 1983) y necrópolis (FERNÁNDEZ, RUIZ y SANCHA, 1976; SANTANA, 1990), con claros paralelos con los contextos

\* Departamento de Historia I. Área de Arqueología. Campus del Carmen. Avda. de las Fuerzas Armadas, s/n. 21007 Huelva. E-mail: japerez@uhu.es.

<sup>1</sup> Con toda la bibliografía sobre el momento de transición (Horizonte Ferradeira), de Bronce Pleno (Horizonte Atalaya) y de Bronce Tardío (Horizonte Santa Vitoria). Para los inicios de la Edad del Bronce en Huelva, ver RIVERO y VÁZQUEZ (1988) y GÓMEZ, PÉREZ y CAMPOS (1996).

de Huelva, Alentejo y Algarve. Las mejores estratigrafías proceden de asentamientos de la provincia de Badajoz (PAVÓN, 1994 y 1998).

Entre los recursos que mayor importancia tuvieron en esos momentos estaban la minería y la metalurgia, aunque hasta ahora sean escasos los datos en cuanto a técnicas mineras y tratamiento metalúrgico de los minerales. Es un hecho comprobado la escasa representación del utillaje metálico en los enterramientos del III milenio a. C. en el suroeste (PÉREZ, 1996b), lo que puede ser considerado como una consecuencia del escaso desarrollo minero de estas poblaciones, aunque los restos metalúrgicos del Cabezo Juré (Alonso) indican ya una práctica de la metalurgia del cobre consolidada (NOCETE *et alii*, 1997). En el II milenio a. C. esta metalurgia del cobre se ve complementada con el inicio de la producción de plata, cuyas evidencias se encuentran significativamente también en el registro funerario<sup>2</sup>. Sin embargo, la falta de excavaciones en las áreas metalúrgicas de los asentamientos ha impedido hasta el momento definir los procesos de tratamiento del mineral en su paso a metal. Puede ser significativo el caso del poblado de Tres Águilas (Riotinto), con escorias de sílice libre de plata en un contexto de la Edad del Bronce, cuya única diferencia con la metalurgia desarrollada en época orientalizante en la zona parece ser la ausencia de toberas y, por tanto, del horno de sangrado<sup>3</sup>.

Afortunadamente, los trabajos desarrollados en el poblado de Almizaraque (Almería) permitieron constatar el empleo desde el III milenio a. C. de crisoles-hornos en los que se había producido la reducción del mineral de cobre (DELIBES, FERNÁNDEZ-MIRANDA, FERNÁNDEZ y ROVIRA, 1990; ROVIRA, 1995; MONTERO, 1994; GÓMEZ, 1999), y el uso de

<sup>2</sup> La posición que adquiere el metalurgo en estos momentos se especifica en el registro funerario con la deposición de pequeños nódulos de escorias de cobre y plata en las cistas. Sobre estas escorias en las cistas, ver PÉREZ (1996a). Se pueden citar los casos de las necrópolis de Valdelama (Fuentehieridos), La Parrita (Nerva), Valdegalaroz (La Nava) y Barranquera (Zufre). Para la composición metálica de los objetos de las cistas, ver GÓMEZ, MONTERO y ROVIRA (1999).

<sup>3</sup> La presencia de escorias de sílice libre de plomo-plata en el Bronce Pleno de Tres Águilas aboga por un desarrollo autóctono de la metalurgia de la plata, pero la aparición de toberas junto a este tipo de escorias en época orientalizante nos muestra también las novedades que se introducen en estos momentos por la influencia fenicia. Respecto a la metalurgia de Tres Águilas, ver PÉREZ (1996a); para la metalurgia orientalizante, RUIZ y FERNÁNDEZ (1987) y KASSIANIDOU (1993).



Fig. 1. Situación de Valdegalaroz y Santa Marta II.

este procedimiento se extiende hasta el Bronce final (GÓMEZ, 1996)<sup>4</sup>.

En este trabajo presentamos los restos de crisoles-hornos y varias escorias de este tipo de crisoles de la necrópolis de cistas de Valdegalaroz y del poblado de Santa Marta II, en la provincia de Huelva, que confirman que también en el Bronce del suroeste se empleó este tipo de tecnología metalúrgica para la fundición de minerales de cobre.

La necrópolis de cistas de Valdegalaroz se encuentra en la finca del mismo nombre, en término municipal de La Nava (fig. 1). La necrópolis ya fue parcialmente excavada en la década de los años setenta del siglo XX por M. del Amo, y sus materiales se depositaron en el Museo Provincial de Huelva. Una segunda excavación de urgencia, realizada por uno de nosotros, se centró en una de ellas, pues el resto habían sido expoliadas y saqueadas (ROMERO, 2002).

La tumba excavada por M. del Amo contenía el siguiente material (fig. 2):

<sup>4</sup> Acerca de estos crisoles, ver TYLECOTE (1974: 15 y 1979). Para la extensión del uso de este tipo de crisoles-hornos, GIARDINO (1998).

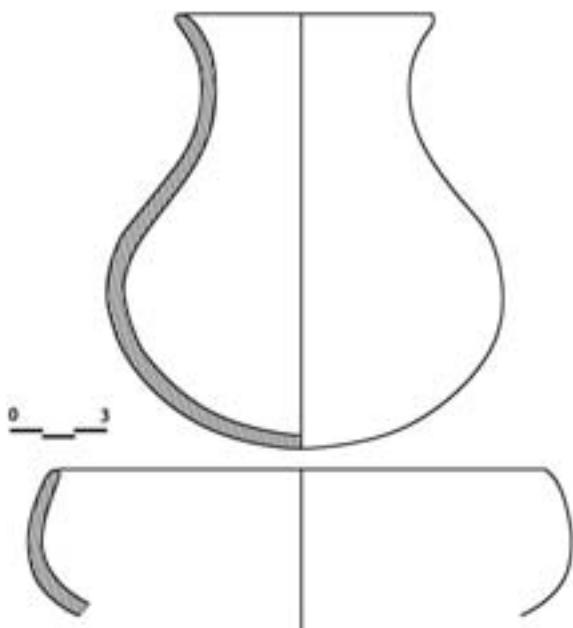


Fig. 2. Ajuar cerámico de una cista de Valdegalaraza.

- Vaso cerámico en forma de botella. Grisáceo, bruñido, a mano.
- Fragmento de cuenco de borde entrante. Grisáceo, alisado, a mano.
- Fragmento de cuenco en forma de casquete esférico. Grisáceo, alisado.
- Fragmento de escoria.

La escoria no es de sangrado y tanto su aspecto como su composición confirman que se produjo en una vasija-horno destinada a la producción de cobre. Ha sido analizada por P. Gómez, I. Montero y S. Rovira, quienes afirman que «por la cantidad de cobre remanente (8% Cu) es un conglomerado de horno muy común en las fundiciones desde el Calcolítico hasta el Hierro [...], si futuros análisis confirman estas ideas, y es de esperar que lo hagan, nos hallaríamos ante una tecnología de reducción sencilla, con hornos muy simples y/o vasijas-hornos» (GÓMEZ, MONTERO y ROVIRA, 1999: 247).

Su composición analítica porcentual fue la siguiente:

Si	Ca	Mn	Fr	Ba	Cu	As	Sn	Pb	Ag	Sb	Ni	Zn
12,00	2,10	1,90	60,70	0,22	8,36	tr.	0,06	0,10	—	0,03	—	—

El ajuar de la segunda tumba fue más pobre en artefactos cerámicos, pero más rico desde el punto de vista metalúrgico, y confirma, como veremos, las conclusiones aportadas por el estudio de la escoria de

la tumba anterior. En el interior de la tumba se constató la deposición de un vaso cerámico a mano y algunos fragmentos de escorias, que se han interpretado como pertenecientes al ajuar funerario original. En el exterior de la tumba se recogió un vaso a mano con escorificaciones al interior y algunos fragmentos amorfos de cerámica a mano.

Estas actividades metalúrgicas de la necrópolis pueden enmarcarse en la explotación de estructuras filonianas cercanas, las de la mina María Luisa, situadas a unos 500 m. En la mina María Luisa la mineralización se encuentra diseminada en un dique porfídico, y los minerales más abundantes son el sulfuro de hierro (pirita) y sulfuro de cobre-hierro (calcopirita), aunque también había ciertas cantidades de sulfuro de plomo (galena) y sulfuro de cinc (blenda) entremezclados con esos minerales de cobre y hierro (PINEDO, 1963: 453). El alto porcentaje de plomo en el crisol que comentaremos a continuación podría relacionarse con trabajos superficiales en esta mina, aunque en la explotación moderna no se han detectado huellas de labores antiguas.

Tanto el fragmento de crisol como las escorias han sido analizados por microscopía electrónica en los Servicios Generales de Investigación de la Universidad de Huelva<sup>5</sup>. Las escorias, en forma de pequeño nódulo escorificado, redondeado y sin estructura de vertido, tienen la siguiente composición porcentual general:

<sup>5</sup> Los análisis se han realizado con microscopio electrónico de barrido marca JEOL, modelo JSM 5410, dotado de detector de electrones secundarios del tipo E-T para imágenes topográficas, detector de electrones retrodispersados de estado sólido para imágenes composicionales y detector de rayos X por dispersión de energía de rayos X para análisis elemental cualitativo y cuantitativo.

Las condiciones de trabajo se han mantenido a un potencial de aceleración de 20 KEV y una corriente de sonda de 3,7 x 10 Amp. La distancia de trabajo fue de 20 mm y el diámetro de sonda que resulta de estas condiciones es de 22 mm. La rutina de trabajo ha consistido en imágenes de composición (e-retrodispersados), tanto general como a aumentos bajos y de detalle a aumentos elevados, sobre tacos de muestras de superficies planas, pulidas y perpendiculares al haz, cubiertas con una fina capa de carbono de 20 a 30 nm para asegurar la conductividad eléctrica en superficie.

Se han efectuado análisis elemental cualitativo y cuantitativo general de la muestra, para lo que se adquiere un espectro representativo total moviendo la muestra bajo el haz, a bajos aumentos (100 x) y a velocidad constante, hasta barrer el total de la superficie de la misma durante un tiempo de 200 segundos. Como complemento se han añadido analíticas elemental cualitativas y cuantitativas puntuales de las diferentes fases observadas, adquiriendo un espectro puntual sobre un área de barrido de 9 micras a altos aumentos (50 000 x) durante un tiempo de 100 segundos.

Al	Si	P	S	K	Ca	Fe	Cu	Zn	Ba	Mn
3,35	36,81	0,97	0,84	0,17	0,39	55,04	0,77	0,56	—	—
8,26	32,10	0,44	0,89	1,08	0,26	48,14	2,69	1,26	3,78	0,25

Más interesantes desde el punto de vista metalúrgico son las formaciones minerales presentes en el cuerpo de la escoria, que nos informan de los minerales minados para su reducción. En una de las escorias se ha podido detectar cobre metálico y sulfuros de cobre:

Cu	S	Fe	Sb
87,50	0,18	2,50	0,95
85,42	15,40	2,41	—

Otra de las escorias amplía el conocimiento del mineral, con sulfuros de hierro-cobre, óxidos de hierro y silicatos de hierro (fayalita):

S	Fe	Cu	Si	Al
19,38	10,19	71,13	—	—
—	65,24	—	2,58	0,25
—	51,27	—	14,51	—

Los espectros microscópicos de estas escorias no están formados por cristales de silicatos de hierro o ferrosilicatos (fayalitas), típicos de las escorias de hornos de sangrado, en los que la adición intencional de sílice y óxido de hierro acabará formando fayalita, cuyos cristales son característicos<sup>6</sup>. Estas diferencias nos llevan a la conclusión de que las escorias no se originaron en fundiciones de minerales de cobre con cargas proporcionadas de sílice y óxido de hierro como fundentes, y que por tanto se desconocían las propiedades beneficiosas del añadido de estos elementos para una correcta reducción del mineral. La utilización de fundentes facilita la formación en el fondo del horno del régulo de cobre metálico, especialmente cuando los minerales de partida están presentes en forma de sulfuro. El paso de sulfuro a óxido no es directo; es necesario un estadio previo de tosta-

La calibración del espectrómetro se realizó con la adquisición de un espectro de cobalto puro durante 100 segundos y una ratio de adquisición de 2000 cps (cuentas por segundo). Para el análisis cuantitativo se utilizaron patrones reales con las siguientes líneas espectrales: Na con jadeíta, Mg con periclasa, Al con corindón, Si con wollastonita, Ca con wollastonita, Mn con manganeso, Fe con hierro, Cu con cobre, Zn con cinc, As con arsénico, Ag con plata, Sn con estaño, Sb con antimonio, Ba con BaFz, y Pb con PbTe.

<sup>6</sup> Acerca de las escorias metalúrgicas y su analítica, ver BACHMANN (1982).

ción del mineral para eliminarle parte del sulfuro. Con la sílice se consigue que el mineral de cobre pase a la forma de silicato de cobre, y con el óxido de hierro que este pase a óxido de cobre, desde el que es más fácil obtener cobre metálico<sup>7</sup>. De esta forma, un aspecto a destacar de las escorias de estas fundiciones de la Edad del Bronce sería el empleo de técnicas de fundición sencillas y sin gran conocimiento de los cuerpos minerales de cobre y, en definitiva, el desconocimiento de las fundiciones fayalíticas, características de industrias metalúrgicas más avanzadas, que se comienzan a utilizar a partir de la Edad del Hierro.

La escorificación del pequeño fragmento de crisol nos lleva a las mismas conclusiones. Se distinguen en su análisis microscópico formaciones minerales de sulfuro de bario (barita) rico en plomo, sulfuros secundarios de cobre y silicatos de hierro-bario:

S	Fe	Cu	Ba	Pb	Si
13,99	0,36	1,65	39,98	14,99	—
21,08	2,01	77,54	—	—	—
—	17,85	—	14,89	—	17,85

La presencia de barita es normal en las zonas oxidadas de las mineralizaciones, en las que tiende a asociarse con el plomo. También merece destacarse la presencia de sulfuros de cobre, que pudieron ser parte de la mineralización minada, pues aparece tanto en la escoria como en el crisol. Pero lo más reseñable es que el crisol ha servido para el tratamiento de minerales y no metales, ausentes en la analítica. Este fragmento correspondería así a un crisol-horno como los descritos en otras zonas de la Península Ibérica (Gómez, 1996).

El asentamiento de Santa Marta II es un poblado fortificado de la Edad del Bronce, situado en una de las elevaciones menores de la sierra de Santa María, a la orilla derecha de la Rivera de Cala, en término municipal de Santa Olalla del Cala (fig. 1). Los materiales que vamos a presentar proceden de una prospección superficial realizada con motivo de la elaboración del catálogo de yacimientos arqueológicos de este término municipal.

El material cerámico predominante se encuadra tipológicamente en el Bronce Pleno, cerámicas a mano en forma de cuencos de borde entrante y vasos de carena media, aunque algún fragmento de carena alta y borde exvasado es propio de ambientes de

<sup>7</sup> Acerca de la contribución de la sílice y el óxido de hierro en las fundiciones metalúrgicas, ver SALKIELD (1970).

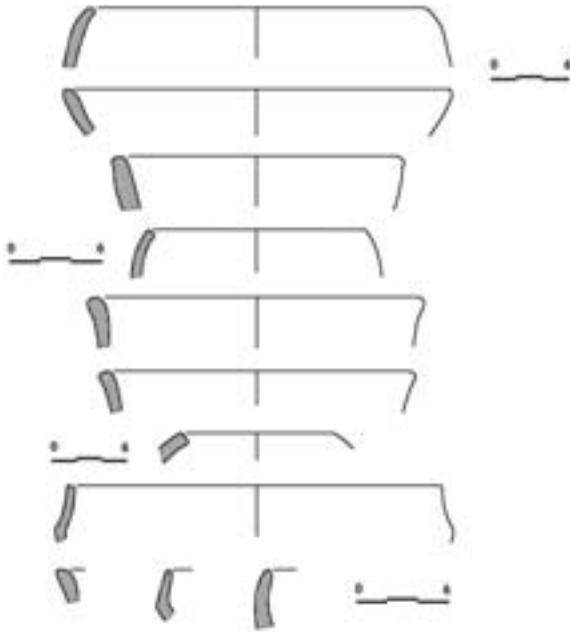


Fig. 3. Cerámicas de superficie de Santa Marta II.

Bronce final (fig. 3). Estas cerámicas indicarían así una ocupación durante el Bronce pleno y en los comienzos del Bronce final, que se abandonaría en el Hierro I.

Las minas más próximas a este poblado se encuentran en la zona de Cala, a unos 3 km de distancia. En esta zona se conocen dos grupos de mineralizaciones, la formada por el grupo Sultana-San Rafael, una estructura filoniana de sulfuros de cobre-hierro (calcopiritas), a veces rica en oro, de más de 5 km de longitud, que encaja en cuarcita (PALACIOS y PRIETO, 1921; PRIETO, 1924), y la concesión Dolores, dentro del grupo de minas de Cala, un filón de sulfuros de cobre dentro del *skarn* de hierro característico de esta mina (PINEDO, 1963). Ambos grupos tienen evidencias de explotación y producción de cobre en la antigüedad (DOMERGUE, 1987; PÉREZ, 1998; RIVERA, 1999), aunque solo se han encontrado martillos de minero en Sultana (QUIRING, 1935), que, por otra parte, es la más cercana al poblado de Santa Marta II.

De esta recogida superficial procede un fragmento de crisol con escorificaciones en el interior. El análisis general de la muestra revela que contiene todavía mucho cobre remanente (19,56% Cu), junto a pequeñas cantidades de hierro, sulfuro, calcio y porcentajes significativos de aluminio y sílice procedentes de la arcilla del vaso:

% Al	% Si	% P	% S	% K	% Ca	% Ti	% Fe	% Cu
10,12	18,50	0,63	1,51	0,61	1,32	0,49	5,26	19,56



Lám. 1. Escoria y fragmento de crisol-horno de Santa Marta II.

Dentro de esta escorificación hemos detectado cobre metálico, cristales de fayalita, sulfuros de cobre parcialmente reducidos y sulfuros de cobre-hierro:

% Si	% S	% Fe	% Cu	% As	% Al
0,64	0,30	0,30	82,53	16,16	—
14,27	—	55,40	—	—	—
0,19	7,15	0,66	55,08	—	—
0,17	7,32	0,50	57,87	—	—
—	24,89	3,14	76,76	—	—
—	7,53	11,47	70,25	—	—

Estos barridos puntuales de la muestra vuelven a plantear la presencia de sulfuros en la escorificación, como minerales bastante puros por sus proporciones, sulfuro de cobre con algo de hierro y sulfuros de cobre-hierro, junto a formaciones en las que se ha incrementado el proceso de reducción del cobre aumentando su porcentaje, al mismo tiempo que pierde significado el sulfuro, lo que indicaría la formación de un proceso de mata de cobre, que precipitaría finalmente en el cobre metálico, en el que, no obstante, todavía se encuentra algo de sulfuro.

A diferencia del crisol y las escorias de Valdegalaraza, el bario está ausente, y resulta significativo el porcentaje del arsénico, más aún cuando este no ha sido detectado ni en los minerales, sulfuro de cobre y sulfuro de cobre-hierro, ni en la fase de mata de cobre. Tampoco hemos encontrado rastros de minerales de arsénico, que pudieran hacer pensar en su adición intencional, pues de haberse realizado, algún rastro hubiera quedado, de la misma forma que ha ocurrido con los sulfuros.

En resumen, la composición de esta escorificación indicaría que en esta vasija se han reducido sulfuros de cobre y sulfuros de cobre-hierro, y que en esta operación se ha formado también una fase de mata como paso previo al cobre metálico.

También hemos recogido un pequeño fragmento de escoria (lámina 2). Tiene la siguiente composición general:

Al	Si	P	S	K	Ca	Fe	Cu	Zn	Ba	Mn
6,49	23,38	0,13	0,20	1,01	0,57	0,30	16,48	–	–	0,30

Dentro de esta composición se destacan los valores de la sílice y el hierro, que ha permitido la formación de silicato de hierro (fayalita) en la escorificación, y el cobre, que se encuentra en su mayor parte en forma de cobre metálico.

El análisis de una de las abundantes bolitas de cobre metálico (lámina 2) tiene la siguiente composición:

Cu	Si
99,75	0,25

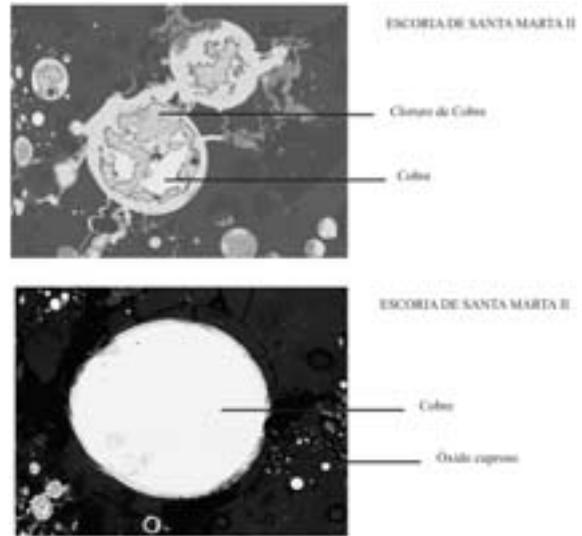
Esta bolita de sobre metálico está rodeada por una corona de óxido cuproso, formada probablemente en el crisol en el proceso de reducción del mineral de cobre:

Si	Cu
0,14	88,70

La formación de fayalita rodea en la matriz a este cobre metálico, y retiene la mayor parte de la ganga que acompañaba al mineral de cobre:

Al	Si	P	S	K	Ca	Fe	Cu	Zn	Ba	Mn
10,16	25,73	–	–	0,70	0,51	13,42	3,94	–	–	1,32

La fayalita contiene además otras formaciones, pequeñas drusas en las que el proceso de reducción del



Lám. 2. Espectros microscópicos de la escoria de Santa Marta II.

mineral no se ha realizado al completo y tienen una matriz interna de cobre metálico y cloruro de cobre, rodeada por una corona de óxido cuproso (lámina 2):

S	Cl	Cu	Fe
0,46	31,05	66,03	–
–	–	85,76	0,73

Estos análisis puntuales nos permiten proponer el tratamiento de cloruros de cobre de un cuerpo mineral donde también se encontraban óxidos de hierro y silicatos, minerales propios de la zona de oxidación. La gran cantidad de cobre metálico en la escoria, visible incluso a simple vista cuando la escoria fue seccionada y pulida para realizar su analítica, nos indicaría también que el proceso incluía la eliminación de parte de la escorificación que se va formando en el crisol, lo que forma estas pequeñas escorias, y su tratamiento mecánico permitía extraer el cobre metálico retenido en ellas.

Desde el punto de vista del mineral de partida se destaca la presencia de cloruros de cobre, que acaba formando óxido cuproso antes de su transformación definitiva en cobre metálico.

Aunque intuíamos ya el empleo de crisoles en la producción de cobre en el Bronce del suroeste<sup>8</sup>, los

<sup>8</sup> Un ejemplar completo se conserva en una colección particular de Puerto Moral (Huelva), encontrado en los desmontes de la obra de polideportivo municipal, pero no ha podido ser analizado en detalle (cf. PÉREZ, 1996a).

materiales de Valdegalaroz y Santa María II demuestran que este debió ser el procedimiento empleado en esta época. Solo a partir del Bronce final se ha defendido la utilización de hornos de sangrado, con escorias densas de vertido que eran trituradas para extraerles los pequeños nódulos de cobre que se formaban en ellas<sup>9</sup>, pero la carencia de toberas en la excavación de estos asentamientos y la falta de un análisis pormenorizado de las escorias nos hace dudar, en principio, de esa clasificación.

Más que la técnica de las vasijas-hornos, ya suficientemente demostrada, un punto de comentario final es la constante presencia de sulfuros en las escorificaciones de los vasos y en las escorias, lo que pudiera ser un indicio de la fundición de sulfuros de cobre, minerales que por su complicada metalurgia se piensa que no fueron beneficiados hasta época romana. CHERNYKH y ROVIRA (1998) advierten de la ligereza con la que se sostiene que la existencia de estos sulfuros en las escorificaciones es un signo de su fundición, cuando su formación pudo originarse por otros minerales presentes en la ganga. En nuestras muestras, este pudiera ser el caso de Valdegalaroz, donde hemos detectado barita y plomo, pero en Santa Marta II no existen.

En el fondo de la cuestión creemos que está la opinión general de que la minería de estos momentos no tenía capacidad técnica para profundizar a la zona de cementación de sulfuros secundarios de cobre, y que el mineral de estas fundiciones procedía de la zona superficial de oxidación, donde son abundantes los carbonatos de cobre. Este esquema de oxidación, lixiviación y cementación de las mineralizaciones es válido en líneas generales, pero es más rico en matices de lo que se plantea. Los trabajos que venimos desarrollando en la ciudad hispanorromana de *Munigua* (Villanueva del Río y Minas, Sevilla), pueden servirnos para un mejor entendimiento de este problema. En los escoriales romanos de las minas cercanas hemos recogido muestras de los minerales explotados. A simple vista eran carbonatos de cobre procedentes de la zona de oxidación, pero por su análisis hemos comprobado que estaban formados por una paragénesis de carbonatos de cobre, carbonatos de hierro, óxidos de hierro y sulfuros de cobre (SCHATTNER, PÉREZ y OVEJERO, 2003).

De este modo sí puede comprenderse la presencia de sulfuros de cobre en las escorias y el crisol, sin

que ello suponga una minería de la zona de cementación rica en sulfuros de cobre del tipo de los cobres grises. Estos sulfuros existirían también en las zonas superficiales, dentro de cuerpos minerales donde predominan los carbonatos de cobre, los cloruros de cobre, y los carbonatos, óxidos e hidróxidos de hierro. En definitiva, un estudio más exhaustivo y completo de las mineralizaciones trabajadas puede ser otra vía para explicar la existencia de sulfuros en el registro metalúrgico de época prehistórica.

## BIBLIOGRAFÍA

- AMO Y DE LA HERA, M. del (1975). Enterramientos en cista de la provincia de Huelva. *Huelva, Prehistoria y Antigüedad*, pp. 109 y ss. Madrid.
- AUBET, M. E.; SERNA, M. R.; ESCACENA, J. L., y RUIZ, M. M. (1983). *La Mesa de Setefilla, Lora del Río (Sevilla). Campaña de 1979*. Excavaciones Arqueológicas en España, 122. Madrid.
- BACHMANN, H. G. (1982). *The identification of slags from archaeometallurgical sites*, Institute of Archaeology (Occasional Publication, 6). Londres.
- CHERNYKH, E. N., y ROVIRA, S. (1998). La metalurgia del cobre en Kalgari (Orengur, Rusia): informe preliminar. *Paléometallurgie des cuivres*, pp. 77 y ss. Montagnac.
- DELIBES, G.; FERNÁNDEZ-MIRANDA, M.; FERNÁNDEZ, M. D., y ROVIRA, S. (1990). Almizaraque (Almería): minería y metalurgia calcolíticas en el suroeste de la Península Ibérica. *Minería y Metalurgia en las Antiguas Civilizaciones Mediterráneas y Europeas I*, pp. 81 y ss. Madrid.
- DOMERGUE, C. (1987). *Catalogue des mines et des fonderies antiques de la Péninsule Ibérique*. Série Archéologie, VIII. Madrid.
- FERNÁNDEZ, F.; RUIZ, D., y SANCHA, S. (1976). Enterramientos en cista del cortijo de Chichina (Sanlúcar la Mayor, Sevilla). *Trabajos de Prehistoria* 33, pp. 351 y ss.
- GARCÍA SANJUÁN, L. (ed.) (1998). *La Travesía. Ritual funerario y jerarquización social en una comunidad de la Edad del Bronce de Sierra Morena occidental*. Spal Monografías, 1. Sevilla.
- GIARDINO, C. (1998). *Il metalli nel mondo antico. Introduzione all' archeometallurgia*. Roma.
- GOMES, M. V.; GOMES, R. V.; BEIRÃO, C., y MATOS, J. L. de (1986). *A necrópole da Vinha do Casão (Villamoura, Algarbe), no contexto da Idade do Bronze do sudoeste peninsular*. Lisboa.

<sup>9</sup> Así por ejemplo en el asentamiento minero-metalúrgico de Chinflón. Su excavación y estudio, en ROTENBERG y BLANCO (1980), y PELLICER y HURTADO (1980).

- GÓMEZ RAMOS, P. (1996). Hornos de reducción de cobre y bronce en la Pre y Protohistoria de la Península Ibérica. *Trabajos de Prehistoria* 53(I), pp. 127 y ss.
- GÓMEZ RAMOS, P. (1999). *Obtención de metales en la Prehistoria de la Península Ibérica*, BAR International Series, 735. Oxford.
- GÓMEZ, F.; PÉREZ, J. A., y CAMPOS, J. M. (1996). Nuevo elemento de definición del territorio del bajo Guadiana. El enterramiento del Bronce del suroeste de Valdecerros (Ayamonte, Huelva). *Actas de las I Jornadas Transfronterizas sobre la Contienda Hispano-Portuguesa*, pp. 101 y ss. Badajoz.
- GÓMEZ, P.; MONTERO, I., y ROVIRA, S. (1999). La metalurgia prehistórica en la sierra de Aracena. *XII Jornadas del Patrimonio de la Comarca de la Sierra*, pp. 237 y ss. Huelva.
- HURTADO, V., y GARCÍA, L. (1994). Áreas funcionales en el poblado de la Edad del Bronce de El Trastejón (Zufre, Huelva). *Arqueología en el entorno del bajo Guadiana*, pp. 239 y ss. Sevilla.
- HURTADO, V.; GARCÍA, L., y MONDÉJAR, P. (1993). Prospección en la sierra de Huelva y estudio de materiales del yacimiento de El Trastejón. Campaña de 1991. *Anuario Arqueológico de Andalucía II (1991)*, pp. 254 y ss.
- KASSIANIDOU, V. (1993). The production of silver in Monte Romero, a 7<sup>th</sup> century BC workshop in Huelva, Spain. *Papers from the Institute of Archaeology* 4, pp. 37 y ss.
- MONGE SOARES, A. (1993). O Bronze do Sudoeste na margem esquerda do Guadiana. As necrópoles do Concelho de Serpa. *Actas de las IV Jornadas Arqueológicas*, II, pp. 179 y ss. Lisboa.
- MONTERO RUIZ, I. (1994). *El origen de la metalurgia en el sureste peninsular*. Almería.
- NOCETE, F., et alii (1997). *Cabezo Juré, 2500 a. C., Alosno, Huelva*. Huelva.
- PALACIOS, R., y PRIETO, R. (1921). Memoria sobre los criaderos minerales ricos en cobre y otros del término de Cala. *Boletín de Minas y Metalurgia* 47, pp. 1 y ss.
- PARREIRA, R. (1995). Aspectos da Idade do Bronze no Alentejo Interior. *A Idade do Bronze em Portugal. Discursos de poder*. Lisboa.
- PAVÓN SOLDEVILLA, I. (1994). *Aproximación al estudio de la Edad del Bronce en la cuenca media del Guadiana: la Solana de Alanje (1987)*. Cáceres.
- PAVÓN SOLDEVILLA, I. (1998). *El tránsito del II milenio a. C. en las cuencas medias del Tajo y Guadiana: la Edad del Bronce*. Cáceres.
- PELLICER, M., y HURTADO, V. (1980). *El poblado metalúrgico de Chinflón (Zalamea la Real, Huelva)*. Sevilla.
- PÉREZ MACÍAS, J. A. (1996a). *Metalurgia extractiva prerromana en Huelva*. Huelva.
- PÉREZ MACÍAS, J. A. (1996b). *La producción de metales en el Cinturón Ibérico de Piritas durante la Prehistoria y Antigüedad*. Salamanca.
- PÉREZ MACÍAS, J. A. (1998). *Las minas de Huelva en la Antigüedad*. Huelva.
- PINEDO VARA, I. (1963). *Piritas de Huelva. Su historia, su minería y aprovechamiento*. Madrid.
- PRIETO, R. (1924). Estudio de Conjunto del Grupo Sultana. *Cobre*.
- QUIRING, H. (1935). Vorgeschichtliche Studien in Berwerken Sudspaniens. *Seitschft f. d. Berg-Hutten und Salinenwesen im Deustschen Reich*, pp. 493 y ss. Berlín.
- RIVERA JIMÉNEZ, T. (1999). Explotaciones mineras de época romana en la Rivera de Cala: Sultana, San Rafael y California. *XII Jornadas del Patrimonio de la Comarca de la Sierra*, pp. 311 y ss. Huelva.
- RIVERO, E., y VÁZQUEZ, M. C. (1988). Un enterramiento del Horizonte Ferradeira en la provincia de Huelva. *II Jornadas de Patrimonio de la Sierra de Huelva*, pp. 215 y ss. Sevilla.
- ROMERO BOMBA, E. (2002). La necrópolis de cistas de Valdegalaroz (La Nava, Huelva). *XVI Jornadas del Patrimonio de la Comarca de la Sierra*, pp. 473 y ss. Huelva.
- ROTEHNBERG, B., y BLANCO, A. (1980). *Ancient copper mining and smelting at Chinflón (Huelva, SW Spain)*. British Museum (Occasional Paper, 20), pp. 41 y ss. Londres.
- ROVIRA LORENS, S. (1995). Industria metalúrgica. *El Calcolítico a debate. Reunión del Calcolítico de la Península Ibérica*, pp. 166 y ss. Sevilla.
- RUIZ, D., y FERNÁNDEZ, J. (1987). El yacimiento metalúrgico de San Bartolomé de Almonte (Huelva), *Huelva Arqueológica VII*.
- SALKIELD, L. U. (1970). Ancient slags in the south west of the Iberian Peninsula. *La minería hispana e iberoamericana. Contribución a su investigación histórica*, pp. 85 y ss. León.
- SANTANA, I. (1990). Excavación de urgencia de una estructura siliforme de enterramiento en el cortijo de María Luisa (Cantillana, Sevilla). *Anuario Arqueológico de Andalucía III (1988)*, pp. 283 y ss.
- SCHATTNER, T.; PÉREZ, J. A., y OVEJERO, G. (2003). Munigua 2001 (Villanueva del Río y Minas). *Anuario Arqueológico de Andalucía II (2000)*, pp. 76 y ss. Sevilla.

SCHUBART, H. (1975). *Die Bronzezeit im Sudwestern der Iberischen Halbinsen*. Madrider Forschungen, 9, Berlín.

TAVARES, C., y SOARES, J. (1979). O monumento I da necrópolis do Bronze do sudoeste do Pessegueiro (Sines). *Setúbal Arqueológica* v, pp. 121 y ss.

TYLECOTE, R. F. (1974). Can copper be smelted in a crucible? *Journal of Historical Metallurgy Society* 8 (1).

TYLECOTE, R. F. (1979). *A history of metallurgy*. Londres.

