

LA MINA Y FUNDICIÓN ROMANA DE LOS PUERTOS DE SANTA BÁRBARA (CARTAGENA)

THE ROMAN MINE AND FOUNDRY FROM LOS PUERTOS DE SANTA BÁRBARA (CARTAGENA, SPAIN)

Jesús BELLÓN AGUILERA *

Resumen

Este trabajo resume los resultados obtenidos mediante la investigación realizada a propósito de la excavación arqueológica realizada en la mina y fundición romana de Los Puertos de Santa Bárbara (Cartagena) con el objetivo de ofrecer una visión de conjunto sobre las características físicas y espaciales de una instalación minero-metalúrgica menor del área de Carthago Nova.

Summary

This work is a summary from the achieved results by means of the carried investigation about the archeological working made in the roman mine and foundry from Los Puertos de Santa Bárbara (Cartagena, Spain). The report's purpose is to show a global vision of material and spatial features from a small mining and metallurgy site in the Carthago Nova's environment.

Palabras Clave

mina, fundición, romana, características, Carthago Nova.

Key Word

mine, foundry, roman, features, Carthago Nova.

1. INTRODUCCIÓN

Los trabajos sobre arqueominería en la Región de Murcia cuentan con una amplia trayectoria documental e investigadora cuyos orígenes podrían ser remontados a las primeras menciones sobre los hallazgos monetarios, epigráficos o artefactuales realizadas como consecuencia del auge de las explotaciones mineras a mediados del s. XIX (GUILLÉN RIQUELME 2004). Si exceptuamos los trabajos de los hermanos Siret, centrados en la zona de Almería y con una concepción y metodología muy avanzada para su tiempo, el inicio de las investigaciones de carácter científico sobre la minería en la Región de Murcia puede situarse en la década de los cuarenta del pasado siglo, en relación con los primeros trabajos de A. Beltrán (BELTRÁN 1944) y A. Fernández de Avilés (FERNÁNDEZ DE AVILÉS 1942) sobre la minería en el área de Carthago Nova. Por las mismas fechas, G. Gossé publicaría su trabajo sobre la minería en la antigüedad, en el que se encuentran numerosas referencias tanto a las características generales de la minería romana, como a los espectaculares hallazgos realizados en el Coto Fortuna, en el Distrito Minero de Mazarrón (GOSSÉ 1942). A partir de la década de los

* Universidad de Murcia. jesusbellon@hotmail.com

sesenta, se producirá un avance cualitativo con la incorporación progresiva de nuevas perspectivas y métodos de trabajo derivados de los avances teóricos y metodológicos de la arqueología, destacando las investigaciones de C. Domergue (DOMERGUE 1966), que culminarán sucesivamente en dos obras fundamentales para el estudio de la minería y metalurgia romana en la P. Ibérica (DOMERGUE 1987 y 1990), entre las que se encuentran, como es lógico, abundantes referencias a las labores mineras en Cartagena y Mazarrón.

Ya a mediados de los años ochenta, la Universidad de Murcia comenzó un Proyecto de Investigación sobre la metalurgia, *Evolución y tecnología de los procesos metalúrgicos en el Sureste de la Península Ibérica durante el I milenio a. C.*, que se desarrolló entre 1988 y 1990, y cuyos resultados parciales se expusieron en un seminario realizado en 1991, siendo publicados posteriormente en 1993 (ARANA *et al.*, 1994). También durante esta década, se iniciaron los trabajos de S. Ramallo sobre la minería y metalurgia púnica y romana del Sureste (RAMALLO 1983) (RAMALLO *et al.*, 1985 y 1994). Durante la última década, los trabajos sobre minería y metalurgia se han desarrollado de forma irregular, destacando la aplicación parcial de técnicas de arqueología extensiva o el reconocimiento de los diversos elementos y tipos de yacimientos que componen el patrimonio arqueológico de las zonas mineras (ANTOLINOS MARÍN 2005a y 2005b), si bien la ausencia de proyectos de investigación específicos dotados de presupuestos adecuados dificulta considerablemente el desarrollo cualitativo y cuantitativo de las investigaciones.

La Región de Murcia se encuentra en su totalidad en el ámbito de las Cordilleras Béticas, quedando representadas en su geografía prácticamente todas las grandes unidades que las caracterizan: de N. a S. las Zonas Externas, localizadas en términos generales al norte de la Falla de Crevillente, con los Dominios Prebético y Subbético, y las Zonas Internas, localizadas también al sur de esta Falla y con los Complejos Maláguide, Alpujárride, Nevado-filábride y Unidades Intermedias. Además, gran parte del territorio está ocupado por cuencas de origen tectónico colmatadas por potentes rellenos de materiales neógenos y cuaternarios (ARANA, *et al.*, 1999). El accidente tectónico del Corredor del Guadalentín constituye el límite septentrional de la zona, en la que se haya ubicada la zona mineralizada de las Sierras del Litoral o *Dominio Meridional* de la Región de Murcia, extendiéndose desde las inmediaciones del Mar Menor hasta Almería; en toda la zona, los yacimientos minerales se relacionan con la paleogeografía del substrato bético, con el volcanismo neógeno, con las cuencas sedimentarias neógenas o con las aguas termales actuales (ARANA 1987).

El yacimiento minero-metalúrgico romano de los “Puertos de Santa Bárbara” se encontraba emplazado en las inmediaciones del núcleo de Cuesta Blanca, T. M. de Cartagena, en el punto kilométrico 87,850 de la nueva autovía AP7 Vera-Cartagena, siendo designado durante los trabajos de excavación del mismo como “*Colada de Cuesta Blanca I, Y4*”. Se ubicaba en la cima y ladera de una pequeña colina situada en la margen derecha de la *Rambla de Casas Nuevas*, ocupando casi toda la franja meridional del cerro, justo bajo la cumbre y en una zona muy afectada por las labores de desmonte realizadas con maquinaria agrícola. Estas labores habían alterado la topografía original del cerro, desmontando parcialmente los diversos depósitos del mismo para la puesta en cultivo de frutales en secano (almendros). El acceso al yacimiento se realizaba desde la N-332 Cartagena-Mazarrón, desviándose por Cuesta Blanca de Arriba en dirección a Los Marines y, desde allí, siguiendo en dirección NO por el carril que ocupaba la *Rambla de Casas Nuevas*, clasificado como una colada perteneciente a la red caminera de Cañadas y Vías Pecuarias de España y por donde se propuso el trazado de la Vía Augusta de Carthago Nova a Acci (SILLIÈRES 1986).

El estudio de los materiales cerámicos recuperados confirma, por un lado, la existencia de dos períodos productivos claramente diferenciados desde el punto de vista tipológico: un primer momento relacionable con las formas más antiguas recuperadas, especialmente ánforas Dressel 1A, Lamboglia 2 y Púnico-ebusitanas PE 17, y que debe fecharse entre el 150/130 a. C. y el 90/80 a. C., y un segundo momento relacionable con las formas cerámicas más recientes (ánforas Dressel 1B y 1C, Lucerna Ricci G o formas Vegas 2 ó 24, p. e.) y que debe fecharse igualmente entre el 90/80 a. C. hasta, como muy tarde, el 60/50 a. C., como ya hemos explicado con anterioridad. Cabe destacar la ausencia de formas características en los yacimientos minero-metalúrgicos altoimperiales, sobre todo, entre las ánforas, en las que destaca la ausencia de las formas Dressel 7-11, Lomba do Canho 67 o púnico-ebusitanas PE 25, presentes de forma generalizada, incluso, en los yacimientos de las inmediaciones (BELLÓN AGUILERA 2006).

Además, hay que reseñar la abrumadora presencia de materiales de origen itálico en el registro material recuperado como consecuencia de la excavación arqueológica, especialmente significativa en el caso de las formas de cocina por comparación con otros yacimientos, cuyo estudio parece evidenciar la existencia de una importante relación con el entorno indígena (PASSELAC 2002).

2. LA ORGANIZACIÓN SOCIAL DEL ESPACIO

2.1 La mina romana

La presencia de halos de alteración compuestos por el enrojecimiento superficial de los esquistos ubicados en las inmediaciones del plano de falla, enrojecimiento derivado de un proceso conocido como *piritización* de la roca encajante (PARK y MACDIARMID 1981), la localización de restos típicos de ganga en las inmediaciones con la presencia de mineral de cuarzo con cristalizaciones de pirita y la existencia de otros indicadores secundarios, como rellenos de falla compuestos por roca milonitizada, muy meteorizados hacia el centro e interior de la misma, o restos de brecha de grano fino, unida a la existencia de huecos parcialmente colmatados por procesos geomorfológicos posteriores en el interior de la falla, eran indicadores más que suficientes de la existencia de una mina en el sector en cuestión.

Es precisamente ésta la que ocupa un lugar central en la explotación, determinando, a efectos prácticos, toda la organización espacial del yacimiento (Fig. 1).

Existen diversas menciones, descripciones y clasificaciones del tipo de mina según se trate de explotaciones superficiales o subterráneas, desde el trabajo clásico de G. Gossé (GOSSÉ 1942), hasta los trabajos de A. Blanco y B. Rothenberg (BLANCO FREIJEIRO y ROTHENBERG 1981) o C. Domergue (DOMERGUE 1990), o el más reciente de J. García Romero (GARCÍA



Fig. 1. Planimetría del yacimiento.

ROMERO 2002); en el caso de nuestro objeto de estudio, el abandono de las labores de extracción y su sellado posterior mediante los depósitos generados por la acción de los agentes geomorfológicos, junto a la ausencia de trabajos de explotación posteriores, tan habituales por lo demás en los distritos mineros de Cartagena-La Unión y Mazarrón (GUILLÉN RIQUELME 2004), permitieron la posibilidad de obtener una imagen bastante ajustada de una pequeña explotación minero-metalúrgica antigua en la que, tal y como se ha señalado para otros yacimientos peninsulares (GARCÍA ROMERO 2002), las labores de extracción se adaptaron ejemplarmente a la configuración del yacimiento, realizando en primera instancia la explotación o seguimiento de las vetas superficiales en profundidad en un procedimiento generalizado en la antigüedad y mencionado en algunas fuentes clásicas (HALLEUX 1989), hasta conformar una *rafa* o *trinchera*, es decir, una explotación a cielo abierto de sección estrecha y alargada para, posteriormente, profundizar en los abovedamientos estructurales de la fisura mediante la apertura de *socavones* (DOMERGUE 1971).

Este modo de explotación produjo una grieta relativamente acusada y sinuosa sobre el terreno (*Lám. 1*) cuyo trazado se desarrollaba sobre el plano de falla originario rebajando, donde era necesario, los rellenos de falla estériles al objeto de permitir el acceso a las mineralizaciones hasta conformar el desarrollo casi en vertical de las paredes laterales de la explotación, en un modelo típico de explotación minera antigua (FLUCK *et al.* 1993). Modos de trabajo similares se pueden observar en las minas del Sudoeste, especialmente en las minas 2 y 3 de Chinflón o en las de Cuchillares (BLANCO FREIJEIRO y ROTHENBERG 1981) (*Lámina S3*).



Lámina 1. Panorámica general de la mina.

La distribución y organización espacial de las diversas zonas y espacios que componen la explotación minera sugiere que los trabajos de explotación se iniciaron en superficie y continuaron hasta la extracción de las últimas vetas de mineral, localizadas probablemente en la zona de abovedamiento del filón principal; el vaciado del mismo generó una covacha de extracción o *socavón* en el corazón de la explotación minera, con un acceso en pendiente desde el sur que fue acomodado mediante la instalación de diversas losas de piedra de contorno irregular, a modo de escalera, para facilitar el trasiego de los mineros.

El trabajo de extracción debió realizarse con herramientas metálicas de hierro y todo el utillaje en esparto o cerámica habitual para este tipo de explotaciones (GOSSÉ 1942; GARCÍA ROMERO, 2002). Sin embargo, no se observaron evidencias del uso de los mismos en los esquistos estériles de la roca de base, y tampoco se localizaron restos de ningún tipo. Del mismo modo, no existían evidencias que sugirieran la aplicación del fuego como método de extracción, generalmente reservada a rocas encajantes más duras y difíciles de trabajar (HEALY 1993), por lo que nuestros conocimientos

sobre los modos y técnicas empleados se ven forzosamente restringidos a los disponibles en la bibliografía especializada, cuya amplia difusión hace innecesaria su exposición aquí.

2.2 Los espacios habitados

Las explotaciones mineras romanas suelen presentarse como un ámbito socioeconómico relativamente cerrado, en el que la vida se desarrollaba en torno a las mismas con normativas (DOMERGUE 1983) e, incluso, moneda propias (CHAVES TRISTÁN 1987).

Frente a grandes asentamientos como el Cabezo Agudo (FERNÁNDEZ DE AVILÉS 1942), ubicados en las zonas más ricas y con mayor actividad del distrito minero, existen multitud de explotaciones de tamaño medio y pequeño (DOMERGUE 1987) cuya existencia no puede ser evaluada conforme a los criterios actuales de rentabilidad para las explotaciones, basados en el modelo de mercado impuesto por la economía capitalista. La existencia de numerosas explotaciones de tamaño pequeño dispersas por el interior de los distritos mineros, ya ha sido puesta de relieve por la bibliografía especializada para el caso de Córdoba (GARCÍA ROMERO 2002), proponiendo para las mismas una organización espacial consistente, según la topografía del emplazamiento, en la coexistencia de espacios productivos (hornos metalúrgicos, etc.) y lugares de hábitat, ubicados en laderas opuestas para evitar la contaminación derivada de los gases liberados por la combustión y fusión del mineral, especialmente tóxicos en el caso de la galena (HEALY 1993).

Este es precisamente el caso que nos ocupa. Por desgracia, las labores de aterrazamiento de la maquinaria agrícola en la segunda mitad del siglo pasado nos han privado de entender exactamente el desarrollo espacial y formal del establecimiento, si bien los escasos restos excavados nos permiten elaborar algunas hipótesis a su propósito.

Los únicos restos estructurales conservados se corresponden con un recorte practicado en el esquisto de base con 2,55 m de lado, es decir, casi equiparable a los 2,50 m de longitud que suelen localizarse de forma relativamente frecuente en la arquitectura doméstica romana, y un agujero central interpretado como poste de sustentación para una techumbre, de manera similar a los documentados en algunas estancias de la Casa de Likine, en Teruel (VICENTE REDÓN *et al.* 1991). Los restos conservados incluyen un relleno de nivelación para regularizar la superficie de uso sobre el que se ubicó un pavimento de tierra, solución que tampoco resulta extraña en las viviendas urbanas (VICENTE REDÓN *et al.* 1991).

La potencia del agujero de poste documentado en la excavación, equiparable a las ya mencionadas para Tiermes, indica la presencia de una techumbre relativamente pesada. Techumbre que, por otra parte, debió requerir los apoyos derivados de estructuras de cierre tradicionales (paredes). Estas estructuras de cierre, pudieron erigirse en línea sobre los zócalos formados por el recorte en la roca de base, como sucede en el ya mencionado yacimiento de Tiermes o en Valeria, donde también se documentan recortes y espacios habitados en la roca de base (FUENTES DOMÍNGUEZ 1991).

2.3 Los espacios productivos

La transformación del mineral en metal comenzaba por la preparación del mismo para su posterior tratamiento al fuego. El objetivo de la misma consistía en la separación de la mena y de la ganga. La

primera operación era realizada directamente por los mineros en la propia mina (DOMERGUE 1990), recogiendo los minerales objeto de la explotación y desecharando los minerales y rocas no productivas o estériles, que se acumulaban primero al exterior y luego en el interior mismo de las minas por diversos métodos: apilados junto a las paredes de las galerías o en las partes ya explotadas de la mina, esparcidos sobre la superficie, amontonados sobre vigas de madera o lajas de piedra en el techo de rafas, galerías, pozos e, incluso, pozos de ventilación (BAILLY-MAITRE 1993), arrojados hasta la colmatación en galerías o pozos abandonados, etc., lo que proporciona un aspecto caótico y sucio a este tipo de explotaciones antiguas cuando se las explora por primera vez.

La siguiente operación era la trituración del mineral. Para ello se empleaban, habitualmente, morteros de piedra, conocidos generalmente con el nombre de “piedras de cazoletas” (Fig. 2). De tendencia trapezoidal o rectangular y realizados en rocas duras, preferentemente volcánicas o metamórficas (HEALY 1993), el uso de los mismos se prolongaba en ocasiones hasta la ruptura del fondo cóncavo de la muela (GARCÍA ROMERO 2002), si bien resulta más habitual el empleo de las dos caras opuestas del mismo bloque de piedra para evitar el desgaste ocasionado por el uso (TYLLECOTE 1987). El uso de las “piedras de cazoletas” está constatado desde la prehistoria reciente (BLANCO Y LUZÓN 1969) hasta la baja Edad Media y suelen estar presentes en casi todos los yacimientos minero-metalúrgicos.

Pero también existieron otros medios de trituración para un mayor volumen de mineral: cilindros de piedra, molinos de mano circulares (DOMERGUE 1990) o molinos troncocónicos similares a los empleados para la molturación del cereal (HEALY 1993).

La concentración del mineral podía realizarse, simplemente, mediante la selección manual de los granos obtenidos de la molienda, separando las partículas buscadas de los minerales de ganga. Este método de trabajo resultaba eficaz con minerales con un alto grado de pureza (DOMERGUE 1990). Sin embargo, resultaba poco eficaz cuando el contenido de la mena tenía menores grados de pureza o para obtener elevados rendimientos en la producción (CONOPHAGOS 1980); el método empleado entonces consistía en la concentración mediante el empleo de agua.

Al igual que en otros yacimientos (PLEINER 1993), la organización del trabajo implicaba una ordenación de los procesos productivos de acuerdo con la lógica de la misma. Como ya he avanzado con anterioridad, se trataba de minimizar los costes disminuyendo, mediante una organización racionalizada, la cantidad de trabajo necesaria para el desarrollo de las diversas actividades que implicaba la transformación del mineral. En el caso que nos ocupa, las instalaciones se realizaron en la cota inme-

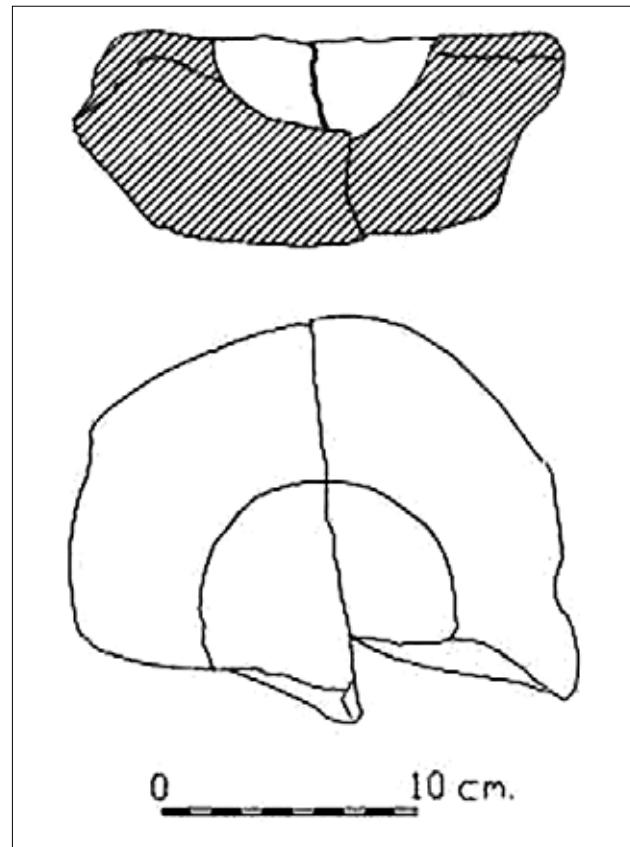


Fig. 2. Piedra de cazoleta.

diatamente inferior a bocamina, organizando los diversos espacios y procesos productivos en batería a lo largo de un eje longitudinal NE-SO, en el Sector 4, y SE-NO, en los sectores 1 y 2, en un modelo de organización espacial típicamente romano.

El proceso de trituración y concentración del mineral en el yacimiento objeto de estudio se ubicaba en la zona noreste del Sector 4 de la excavación. En la franja más septentrional, junto a los recortes en la roca de base del mismo, se ubican varios espacios en los que debía realizarse la trituración y concentración del mineral. Estos espacios debieron estar compartimentados por tabiques dispuestos perpendicularmente al eje longitudinal de la explotación, como demuestra la documentación gráfica de la intervención, quedando documentado como tabique de separación el más suroccidental de los mismos, junto a la estructura del horno de tostación. Al SE de esta zona, se excavó un canal de evacuación excavado en la roca que se prolongaba a lo largo de todo el sector 4, y que, en la zona de los hornos, se hallaba lleno de cenizas y restos de materiales.

En lo que se refiere a las herramientas empleadas para la trituración, tan sólo se ha localizado una piedra de cazoleta en las laderas del yacimiento, algo alejada de la zona descrita (Fig. 1), si bien cabe destacar la presencia de una mano de mortero en piedra pulimentada, así como la muela superior de un molino circular manual (Fig. 3) y fragmentos de la muela inferior, desplazados al SO pero localizados estratigráficamente en relación con el canal de drenaje.

Al E de dicho canal se localizaron dos cubetas excavadas en la roca, conservando esta última restos del enlucido de cal con el que fueron revestidas las paredes. Ambas deben ser identificadas como cubetas de lavado para la concentración del mineral (BAILLY MAÎTRE 2002), bien sea con bateas o con tamices, según las descripciones de Plinio y Polibio de las minas de oro y plata de Hispania (DOMERGUE 1990), coincidiendo las medidas de las mismas con las medidas habituales de las construcciones romanas.

Como ya se ha señalado, la obtención de los mayores grados de pureza del metal implicaba la ejecución de diferentes operaciones durante el proceso metalúrgico. Estas operaciones se complicaban cuando el mineral objeto de trabajo era un compuesto de azufre, es decir, sulfuros como la calcopirita (CuFeS_2), la calcocita (Cu_2S) o la galena (PbS). Estos minerales, como algunos carbonatos e hidratos (TYLECOTE 1987), requerían un tratamiento previo de reducción para ser convertidos en óxidos y eliminar los restos de azufre, que producirían un metal de baja calidad, lo que se solía hacer mediante la tostación del mineral para obtener la reducción en dos fases. Es la llamada *tostación por reducción*, y suele ser la más habitual en la antigüedad (BACHMAN 1993).

Otro procedimiento para la reducción de los sulfuros consistía en forzar una reacción en interior mismo del horno. Es la llamada *tostación por reacción*. Para ello, se empleaban los mismos hornos que los utilizados para la fusión del mineral, con una carga compuesta por carbón y cobre o galena. El pro-

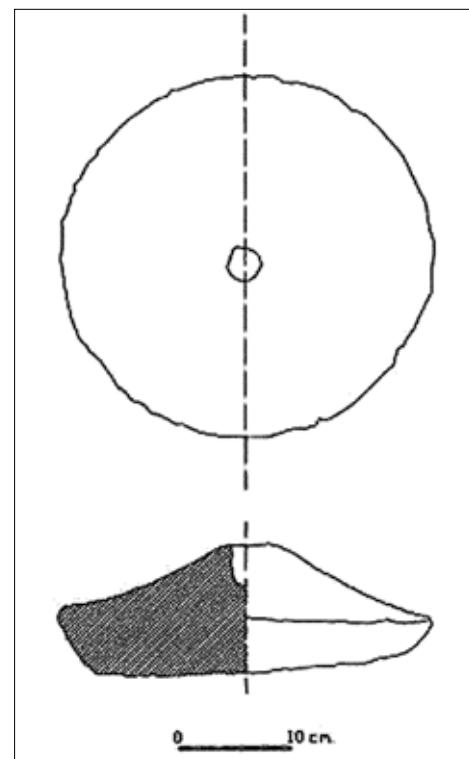


Fig. 3. Molino manual.

ceso se iniciaba con una fase de tostación que se producía en la zona superior del horno y en la que la carga era removida para facilitar la reacción siguiente, que se producía en la zona inferior (BACHMAN 1993). En un momento determinado, se elevaba la temperatura interior del horno hasta los 700º C y comenzaba la fase de reacción, en la que intervenían los minerales de plomo ya oxidados. El producto obtenido de esa manera era conocido como Mata, en el caso del cobre y, al igual que el plomo, debía ser refinado para purificar los residuos derivados del proceso.

Pero el procedimiento empleado para la tostación de la galena en el yacimiento de los Puertos de Santa Bárbara era, sin duda, el primero, muy habitual en el mundo romano incluso para facilitar el tratamiento del hierro (PLEINER 1993); los hornos excavados en relación con esta técnica están compuestos básicamente por una plataforma relativamente plana, conservando uno de ellos el arranque de un semicerre exterior de arcilla, probablemente para la contención de la carga.

La baja temperatura de fusión del plomo podía generar pequeñas pérdidas de metal fundido en el caso de que el contenido en dicho mineral fuera suficientemente elevado, momento en que el proceso debía detenerse para evitar el colapso del sistema. Esto es lo que explicaría la aparición de pequeñas plasas de plomo fundido en la zona de vaciado de los hornos, caracterizada por la existencia de depósitos cenicientos asociados a la combustión.

El producto así obtenido, un óxido de plomo, necesitaba, como ya he avanzado, la adición de carbón vegetal para facilitar la reacción que posibilitaría la obtención del metal.

Esta reacción se producía en el interior de los hornos de fusión. Más de diez ejemplares de este tipo de hornos han sido excavados en el yacimiento minero-metalúrgico de Los Puertos de Santa Bárbara, si bien la mayoría se presentan prácticamente desarticulados y completamente limpios de indicios de carga, metal fundido o cualquier clase de restos de escoria (incluyendo escorificaciones en las paredes, bases, etc.). Por otra parte, este tipo de restos tampoco han sido localizados de forma sorprendente en ningún punto del yacimiento, cuestión que trataré de abordar más adelante.

Todos los hornos de fusión son, morfológicamente, idénticos, y están construidos igualmente con la misma técnica: una cámara circular en el suelo sobre la que se elevaba una estructura de tendencia hemiesférica construida con materiales refractarios compuestos por restos de ánforas fragmentadas y trabados con un mortero de barro que, probablemente, tenía algún contenido de cal, a juzgar por la textura y coloración del mismo. Todos los hornos pertenecen al mismo tipo genérico clasificado como *hornos de tinaja* (GARCÍA ROMERO 2002) (Lám. 2) y presentaban un acabado en forma de cúpula coronado por una chimenea para la que parecen haberse empleado los cuellos y bocas de las ánforas utilizadas en el resto de la construcción en una fórmula constructiva muy



Lám. 2. Horno de tinaja, con canal de sangrado y boca.

similar a la que debió emplearse en la construcción de los hornos localizados en los niveles republicanos del yacimiento minero-metalúrgico de “Finca Petén”, en Mazarrón (BELLÓN AGUILERA 2006).

La carga de mineral y combustible debía realizarse por la zona superior del horno, mientras que la alimentación de oxígeno debía producirse a través de unas toberas que no se han conservado y que debieron estar ubicadas en el tercio inferior del horno, cerca de la base. Allí, una pequeña abertura debía permitir el trabajo de remoción para el sangrado de la escoria, fácilmente localizable dado el bajo punto de fusión del plomo, así como la oxidación parcial del metal (HEALY 1993), lo que permitía la salida del mismo en forma una escoria que, por lo demás, debió ser recogida de forma sistemática para su reprocesado.

Ahora bien, ¿qué motivaba esta recogida sistemática de escoria cuya significativa ausencia ya hemos advertido para el conjunto del yacimiento? La respuesta, en mi opinión, viene ligada al tipo de mineral explotado, deducible de un análisis detallado de los propios restos arqueológicos en el que debemos incluir la ausencia de escorias como un elemento capital para la correcta identificación del mismo.

En efecto, la ausencia de escorias en toda la superficie excavada se explica perfectamente si el principal objetivo de la transformación metalúrgica es la obtención de la plata y del plomo a partir del beneficio de la galena argentífera. En este sentido, cabe recordar lo expuesto por C. Conophagos en su trabajo sobre la producción de la plata en las minas del *Laurium* (Cit. Tex.):

“(...) Considerons que nous utilisons relativement peu de charbon pour la fusion. Nous avons ainsi dans le four une atmosphère de réduction faible.

L'argent sera réduit dans sa presque totalité et prendra le chemin du plomb argentifère métallique. Il s'y dissout parfaitement. Il reste un peu d'argent dans le plomb de la scorie. Le plomb ne sera pas bien réduit, il en restera une assez grande quantité en combinaison chimique, dans la scorie.

La scorie est ainsi riche en plomb (10%). Elle est relativement pauvre en argent. (...).

Les anciens utilisaient exprès le moins de charbon possible à la fusion pour des raisons d'économie de charbon et pour avoir une réduction insuffisante. Ils avaient ainsi, en connaissance de cause, des scories riches en plomb, mais, en même temps avec un rapport Ag:Pb faible. (...)" (CONOPHAGOS 1980: 280-281).

Pero, además, el empleo del plomo como colector de la plata, añadido incluso cuando el mineral tratado tenía un bajo contenido de este metal, como en el caso de las jarositas del Sudoeste, exigía (Cit. Text.):

“(...) It requires the complete oxidation of the ore to be smelted in a preliminary roasting step and the complete conversion of lead compounds to oxides. (...)" (BACHMAN 1993: 489).

Como ya hemos expuesto, el producto así obtenido consistía en un régulo de plomo enriquecido en plata y una escoria rica en óxido de plomo (litargirio) susceptible de recuperación mediante un nuevo tratamiento metalúrgico y objeto, por ello mismo, de comercio (DOMERGUE 1990). La plata, a su vez, era recuperada mediante la copelación.

El procedimiento del plomo como colector de la plata y de la copelación parece haber sido conocido y utilizado ya al menos desde el Bronce Tardío en Riotinto (BLANCO FREIJEIRO Y ROTHENBERG

1981). El proceso consiste en la separación del plomo enriquecido en plata o *plomo de obra* de la plata, obteniendo como principal residuo de la operación el óxido de plomo o litargirio cuyo tratamiento posterior permitía, a su vez, la obtención de plomo (DOMERGUE Y TOLLON 2002).

Ya he avanzado que el enriquecimiento en plata del plomo de obra debió de realizarse mediante el empleo de los hornos de fusión descritos con anterioridad, sugiriendo la posibilidad de que el mismo se obtuviese en los hornos de menor tamaño calificados como de refino. También se ha mencionado la especificidad de un tipo de horno para la fusión del litargirio.

El proceso posterior de copelación requería un horno de doble cámara para evitar el contacto del combustible con el baño, ya que la utilización de carbón implicaría una reducción inmediata del óxido de plomo en caso de contacto entre éste y el combustible (CONOPHAGOS 1980). Además, la copela debía realizarse en recipientes compuestos por una mezcla de huesos triturados y cenizas o margas para evitar pérdidas de metal debidas a una reacción negativa derivada de la alta afinidad entre el plomo y la sílice, lo que hubiera detenido el proceso; por ello, estos materiales pudieron emplearse también en los revestimientos o enlucidos interiores de estos hornos (BACHMAN 1993).

Aunque no se puede apoyar firmemente esta hipótesis ante la ausencia de un muestreo sistemático de los depósitos y residuos localizados durante el transcurso de la excavación, yo pienso que esa era la funcionalidad de los hornos de doble cámara localizados en el transcurso de los trabajos de excavación (Lám. 3).

Los productos obtenidos mediante los procesos metalúrgicos descritos serían la plata y el plomo. A juzgar por la ausencia prácticamente total de escorias u otros restos relacionables con la transformación del mineral en metal, es posible pensar que existieron procesos ulteriores de refinado y transformación de los mismos en otro lugar, de forma parecida a lo propuesto por Conophagos para las minas del *Laurium*, en Grecia (CONOPHAGOS 1980).

La existencia de estos procesos posteriores de transformación y refinado habría supuesto una recogida sistemática de residuos tras el abandono de las actividades productivas con vistas a ulteriores tratamientos de los residuos derivados de la explotación original. Como es lógico, tampoco podemos descartar la existencia de rebuscas posteriores como en el caso de muchos yacimientos de estas características (DOMERGUE 1971), si bien hay que advertir aquí la huella que suelen dejar las mismas en el registro arqueológico, evidentes en el caso de algunos yacimientos de las inmediaciones (BELLÓN AGUILERA 2006), donde se han documentado numerosas fosas de explotación orientadas al efecto.



Foto 3. Horno de copelación.

3. CONCLUSIONES

La situación geográfica del yacimiento, en una zona de paso entre la costa y el interior y junto a la Vía Augusta, debió reportar al emplazamiento considerables ventajas de índole comercial, permitiendo tanto un fácil aprovisionamiento de víveres y herramientas para la explotación minerometalúrgica, como un transporte rápido de los productos obtenidos.

El análisis de la distribución espacial del mismo ha establecido la vinculación de la especificidad de los espacios sociales excavados con la ubicación de las fuentes de extracción del mineral. En este sentido, ya se ha señalado la localización de los espacios productivos a bocamina, ubicación relacionada con un claro interés económico orientado a la reducción de los costes de la explotación, evitando acarreos o traslados de los minerales. A su vez, los espacios de habitación fueron instalados en la vertiente opuesta, sin dudar, para minimizar el impacto de los gases originados por la transformación del mineral en metal, pero igualmente con una clara intención económica. Primero, al mantener la mano de obra en las inmediaciones de la explotación; segundo, por la economía de medios empleados para ello, si bien no es posible vincular con certeza este tipo de construcciones con la existencia de mano de obra esclava.

Como ya se ha avanzado, la existencia de este modelo de instalaciones minero-metalúrgicas ya había sido mencionada por la bibliografía especializada en el caso de Córdoba a partir de los resultados obtenidos mediante la realización de prospecciones superficiales sobre el terreno, si bien uno de los principales problemas para abordar el estudio de las mismas consistía, precisamente, en la ausencia de excavaciones sistemáticas que permitieran comprender adecuadamente la organización de la producción en este tipo de establecimientos. Este es precisamente uno de los principales puntos de interés de este trabajo de investigación, que aporta como novedad la descripción y análisis espacial de un yacimiento minero-metalúrgico menor, cuyas características resultan inéditas en el área de Carthago Nova.

El análisis de los espacios productivos en relación con la organización de la producción se ha basado en la descripción y explicación de los diferentes restos arqueológicos exhumados en la excavación de acuerdo con los datos disponibles actualmente para el análisis de los mismos. Para ello, se ha procedido a exponer los modos de preparación, concentración y tostación del mineral previa a su fusión y copelación en relación con las diversas estructuras y espacios exhumados. Este análisis ha mostrado también la organización de la producción de forma lineal, distribuyendo los diferentes espacios y procesos productivos de forma perpendicular y consecutiva al principal eje de organización del conjunto de acuerdo con un modelo de organización típicamente romano, tal y como se ha definido en Inglaterra o Alemania. Es muy posible que la existencia de estas compartimentaciones perpendiculares al principal eje de distribución de los espacios de trabajo y definidas físicamente por tabiques de mampostería y barro, demuestre claramente la planificación de la producción conforme a un modelo previamente establecido que, en definitiva, responde a una concepción global del espacio típicamente romana cuyo mejor referente es la organización de los espacios urbanos en torno al *cardo* y *decumanus*, o los trabajos de centuriación de los espacios agrícolas.

En lo que se refiere a la vida del yacimiento, el análisis de la secuencia estratigráfica en relación con los materiales cerámicos exhumados, ánforas Dressel 1A y Lamboglia 2 o Dressel 1B y 1C, ollas Vegas 2, cubiletes Vegas 25 o lucernas de tradición minera, como la forma Ricci G, ha demostrado la existencia de dos momentos productivos diferentes comprendidos entre los lapsos temporales delimi-

tados por el 150/130 a. C. hasta el 90/80 a. C., y entre el 90/80 a. C. hasta, como muy tarde, el 60/50 a. C. El análisis global del yacimiento indica que, más que de dos momentos productivos claramente diferenciados, podría tratarse de un parón productivo. La causa del mismo, dada la cronología de los materiales, podría ser buscada en relación con la llegada al poder de Sila y la Guerra de Sertorio (82-72 a. C.) en cuyo desarrollo tuvieron un especial relieve las operaciones en el Levante durante los años centrales de dicha década, operaciones en las que Carthago Nova desempeñaría un importante papel como base militar romana de la Hispania Citerior.

Agradecimientos:

Quiero hacer constar mi agradecimiento al director del trabajo, D. Pedro Aguayo de Hoyos, por su colaboración, amistad y paciencia.

BIBLIOGRAFÍA

- ANTOLINOS MARÍN, J. A. (2005a): Prospección minero-metalúrgica antigua en la sierra de Cartagena y su entorno, *Memorias de Arqueología*, 13, pp. 581-602. Murcia.
- (2005b): Las técnicas de explotación en las minas romanas de *Carthago Noua*. En PARRA LLEDÓ, M.: *Patrimonio minero de la Región de Murcia. Bocamina*. Murcia, pp. 71-86.
- ARANA, R.; MUÑOZ AMILIBIA, A. M^a; RAMALLO ASENSIO, S.; ROS SALA, M^a. M. (Eds.) (1994): *Metalurgia en la Península Ibérica durante el primer milenio a. C. Estado actual de la investigación*. Murcia.
- ARANA CASTILLO, R.; RODRÍGUEZ ESTRELLA, T.; MANCHENO JIMÉNEZ, M. A.; GUILLÉN MONDÉJAR, F.; ORTIZ SILLA, R.; FERNÁNDEZ TAPIA, M. T.; DEL RAMO JIMÉNEZ, A. (1999): *El patrimonio geológico de la Región de Murcia*. Murcia.
- ARANA, R. (1987): *Geología ambiental del Distrito Minero de Mazarrón (Murcia)*. Trabajo inédito.
- BACHMAN, H. G. (1993): The archaeometallurgy of silver, en FRANCOVICH, R.: *Archeologia delle Attività Estrattive e Metallurgiche*, Firenza, pp. 487-496.
- BAILLY-MAÎTRE, C. (2002): *L'argent. Du minerai au pouvoir dans la France médiévale*. Paris.
- BAILLY-MAÎTRE, C. (1993): Les mines médiévales et modernes. Aspects techniques, en FRANCOVICH, R. : *Archeologia delle Attività Estrattive e Metallurgiche*, Firenza, pp. 355-380.
- BELLÓN AGUILERA, J. (2006): El yacimiento minero-metalúrgico romano de Finca Petén (Mazarrón, Murcia). Un primer balance a propósito de las recientes excavaciones arqueológicas. En AA. VV.: *Carlantum IV*, Jornadas de Estudio sobre Mazarrón, Murcia, pp. 63-86.
- BELTRÁN MARTÍNEZ, A. (1944): Las minas de la región de Cartagena, según los datos de la colección de su museo, *Memorias de los Museos Arqueológicos Provinciales*, v, pp. 201-209.
- BLANCO FREIJEIRO, A.; ROTHENBERG, B. (1981): *Exploración Arqueometalúrgica de Huelva*. Barcelona.
- BLANCO, A.; LUZÓN, J. M. (1969): Pre-Roman Silver Miners at Riotinto, *Antiquity*, 43, pp. 124-131.

- CHAVES TRISTÁN, F. (1987-88): Aspectos de la circulación monetaria de dos cuencas mineras andaluzas: Riotinto y Cástulo (Sierra Morena), *Habis*, 18-19, Sevilla, pp. 613-637.
- CONOPHAGOS, C. (1980): *Le Laurium antique et la technique grecque de la production de l'argent*. Athènes.
- DOMERGUE, C. ; TOLLON, F. (2002): La mine, les minéraux, les métaux (cuivre, argent, plomb). En BLÁZQUEZ MARTÍNEZ, J. M. ; DOMERGUE, C. ; SILLIÈRES, P. : *La Loba. (Fuenteobejuna, province de Cordoue, Espagne). La Mine et le village minier antiques*, Bourdeaux, pp. 53-77..
- DOMERGUE, C. (1966): Les lingots de plomb romain du Musée Archéologique de Carthagène et du Musée Naval de Madrid, AEA, XXXIX, Madrid, pp. 41-72.
- (1971): Cerro del Plomo, mina « El Centenillo » (Jaén). *NAH*, 16, Madrid, pp. 266-363.
- (1983): La mine antique d'Aljustrel et les tables de bronze de Vipasca, *Conímbriga*, XXII, pp. 5-193. Coimbra.
- (1987): *Catalogue des mines et des fonderies antiques de la Péninsule Ibérique*. Madrid.
- (1989): Les techniques minières antiques en le *De re metallica* d'Agricola, en DOMERGUE, C. (Coord.): *Minería y metalurgia en las antiguas civilizaciones mediterráneas y europeas*, Madrid, pp. 76-95.
- (1990) : *Les mines de la Péninsule Ibérique dans l'Antiquité romaine*. Roma.
- (1993) : Regard sur les techniques minières à l'époque romaine, en FRANCOVICH, R. : *Archeologia delle Attività Estrattive e Metallurgiche*, Firenze, pp. 320-354.
- FERNÁNDEZ DE AVILÉS, A. (1942): El poblado minero íbero-romano del Cabezo Agudo, en la Unión. AEA, 47, Madrid, pp. 136-152.
- FLUCK, P.; FLUZIN, P.; FLORSCH, N.; L'archéologie minière dans ses raports avec les sciences exactes, en FRANCOVICH, R. : *Archeologia delle Attività Estrattive e Metallurgiche*, Firenze, pp. 197-236.
- FUENTES DOMÍNGUEZ, A. (1991): Urbanismo privado y casas en Valeria, en AA. VV.: *La casa urbana hispanorromana*, Zaragoza, pp. 265-280.
- GARCÍA ROMERO, J. (2002): *Minería y metalurgia en la Córdoba romana*. Córdoba.
- GOSSÉ, G. (1942): Las minas y el arte minero en la Antigüedad, *Ampurias*, IV, Barcelona, pp. 44-68.
- GUILLÉN RIQUELME, M. (2004): *Los orígenes del siglo minero en Murcia*. Murcia.
- HALLEUX, R. (1989): Nouveaux textes sur la production minérale du bassin méditerranéen sous l'empire, en DOMERGUE, C. (Coord.): *Minería y metalurgia en las antiguas civilizaciones mediterráneas y europeas*, Madrid, pp. 68-75.
- HEALY, J. F. (1993): *Miniere e metalurgia nel mondo greco e romano*. Roma. (*Mining and metallurgy in the greek and roman world*, London, 1978).
- PARK, E. C.; MACDIARDMID, R. A. (1981): *Yacimientos minerales*. Barcelona.
- PASSELAC, M. (2002): Vaiselle de table et de cuisine, lampes et autres objets de terre cuite. En BLÁZQUEZ MARTÍNEZ, J. M. ; DOMERGUE, C. ; SILLIÈRES, P. : *La Loba. (Fuenteobejuna, province de Cordoue, Espagne). La Mine et le village minier antiques*, Bourdeaux, pp. 231-288.
- PLEINER, R. (1993): The technology of iron making in the bloomery period. A brief survey of the archaeological evidence, en FRANCOVICH, R.: *Archeologia delle Attività Estrattive e Metallurgiche*. Firenze, pp. 533-562.

- RAMALLO ASENSIO, S.; ARANA CASTILLO, R. (1985): La minería romana en Mazarrón (Murcia). Aspectos arqueológicos y geológicos. *Anales de Prehistoria y Arqueología, I*, Murcia, pp. 49-67.
- RAMALLO ASENSIO, S.; BERROCAL, M. C. (1994): *Minería púnica y romana en el sureste peninsular: el foco de Carhago Nova*. En VAQUERIZO GIL, D. (Coord.): *Minería y metalurgia en la España Prerromana y romana*. Córdoba, pp. 79-146.
- SILLIÈRES, P. (1986): “La Vía Augusta de Carthago Nova a Accis”, en GONZÁLEZ BLANCO, A. (Coord.): *Vías romanas del Sureste*. Murcia.
- TYLECOTE, R. F. (1976): *A History of Metallurgy*. London.
- (1987): *The early history of metallurgy in Europe*. London-New York.
- VICENTE REDÓN, J. D.; PUNTER GÓMEZ, M. P.; ESCRICHE JAIME, C.; HERCE SAN MIGUEL, A. (1991): “La Caridad (Caminreal, Teruel)”, en AA. VV.: *La casa urbana hispanorromana*. Zaragoza, pp. 81-130.