

LA MINERÍA ROMANA EN EL SUROESTE IBÉRICO

Roman mining at southwest of Iberian Peninsula

JUAN AURELIO PÉREZ MACÍAS * y AQUILINO DELGADO DOMÍNGUEZ **

RESUMEN Se presenta en este trabajo un panorama general de la minería romana en el Suroeste Ibérico, en especial en la Faja Pirítica ibérica, un distrito minero que destacó en época alto-imperial por su producción de plata y cobre. Se caracteriza la naturaleza polimetálica de sus depósitos, y la ingeniería minera y metalúrgica que permitió la extracción de sus minerales complejos. Los inmensos escoriales nos informan de los niveles de producción alcanzados, y el patrón de asentamiento romano del modelo de gestión de esta colonización minera, dependiente del tesoro imperial.

Palabras clave: Faja Pirítica Ibérica, Minería romana, Cobre, Plata, Asentamientos, Colonización, *Fiscus*.

ABSTRAC In this paper we will produce an overview of the role of Roman mining in the Southwest Iberian Peninsula, especially in the Iberian Pyrite Belt, a mining district that was famous during the High Roman Empire Age for its production of silver and copper. We will describe the poly-metallic nature of their deposits and the mining and metallurgical engineering technique that allowed for the extraction of their complex ores. The slags heaps become a telling source of information about the production levels achieved and the Roman settlement pattern describes the management model for this mining colonization that was under the administration of the imperial treasury.

Key words: Iberian Pyrite Belt, Roman mining, Copper, Silver, Settlements, Colonization, *Fiscus*.

GEOLOGÍA Y MINERÍA EN EL SUROESTE IBÉRICO

Se ha convertido en ya en un tópico la referencia a la Faja Pirítica Ibérica cada vez que intentamos explicar determinados procesos históricos en el suroeste ibérico, y más allá de las consideraciones singulares que puedan plantearse desde cada uno de nuestros

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

** Museo minero de Riotinto, Plaza del Museo s/n, 21660 Minas de Riotinto, Huelva. museomineroriotinto@telefonica.net

Fecha de recepción: 21-4-2014. Fecha de aceptación: 19-11-2014.

ámbitos de investigación, e incluso desde nuestros particulares posicionamientos, lo cierto es que la realidad incuestionable de los millones de toneladas que aún se alojan en muchos de los depósitos de sulfuros polimetálicos que se encuentran en este distrito, es un argumento difícilmente rebatible (Tornos, 2008).

Es la geología la que ha podido diferenciar en el suroeste ibérico dos grandes zonas de interés para la minería, la Zona Ossa Morena y la Zona Surportuguesa, que formaron parte del primitivo Macizo Ibérico. Es la Zona Surportuguesa, en la que se desarrolla la Faja Pirítica Ibérica (fig. 1), la que más ha atraído la atención de los historiadores de la antigüedad y los arqueólogos, pero por los propios caracteres y capacidades de la minería antigua, la anterior al Siglo de las Luces, las minas de la Zona Ossa Morena revisten un enorme interés por la diversidad de sus manifestaciones metálicas.

En la Zona Ossa Morena son abundantes las estructuras filonianas, con mineralizaciones de sulfuros de hierro, bisulfuros de hierro-cobre, sulfuros de cobre, lentejones de óxidos de hierro en yacimientos de tipo *skarn*, mineralizaciones en rocas ultramáficas, etc. (Ovejero, 2004). Una diversidad que convirtió a esta zona en un área de minería del cobre muy activa en la prehistoria reciente, y este interés en la minería del cobre se



Fig. 1.—Faja Pirítica ibérica.

mantuvo hasta época romano-republicana, cuando fue sistemáticamente explotada por la voracidad de las compañías que llegaron en busca de la rentabilidad de este tipo de yacimientos (lám. I).

Por el contrario, las mineralizaciones de la Faja Pirítica destacan por sus enormes proporciones (Listel *et al.*, 1998). Son yacimientos con millones de toneladas de minerales, y en ocasiones se encuentran muy próximos unos a otros, como sucede en los cotos de Riotinto y Tharsis. Además de sus grandes tonelajes, son formaciones en masa con una composición polimetálica, lo que las hace atractivas por sus contenidos de cobre, plata, zinc, plomo, oro, etc. La naturaleza polimetálica de estas masas de sulfuros contribuyó a que los procesos de lixiviación y precipitación formaran enriquecimientos de interés, de enorme potencialidad para la industria minera de todos los tiempos.

Los minerales de cobre que se encontraban en estos depósitos han emigrado hacia el nivel freático, ya que habían sido lixiviados y disueltos por las aguas ácidas que se formaban al contacto del agua meteórica con los sulfuros. Estos minerales de cobre emigran con las aguas hasta el nivel freático, donde precipitaron en forma de sulfuro secundario de alto valor metálico. Lo mismo sucedía con otros minerales solubles, como el zinc. De este modo se formó un enriquecimiento secundario por la cementación de estos minerales.

Los minerales de plata han permanecido en la zona de oxidación, donde suelen concentrarse por la pérdida de valor de otros metales, pero algo de plata puede emigrar también con las aguas a la base de la montera de gossan, donde se fue formando un nivel rico en plata en el que predominaban minerales terrosos, entre ellos la jarosita (lám. II). Los estudios realizados a la par por D. Williams (1950) sobre la posición de estas mineralizaciones de plata y de R. Palmer (1929) sobre los minados romanos, les llevaron a la conclusión de que la minería romana se centró en este tipo de minerales. Sin embargo, estos minerales de plata se concentran en toda la montera, donde los minerales de plata más abundantes son sulfohaluros de plata y mercurio, los arseniuros y antimonuros de plata, como la proustita, freibergita, estromeyerita o la tetradrita, y nos es extraño encontrar amplios complejos mineros romanos en las zonas más próximas a la superficie, como sucede en la masa de Filón Sur de minas de Tharsis (lám. III). Estos minerales presentan una composición media de unos 30 a 40 gramos de plata a la tonelada, pero se han encontrado muestras en yacimientos arqueológicos de la zona que alcanzan los 4000 gramos a la tonelada.

En la zona de oxidación también se produjo un enriquecimiento relativo del oro presente en los sulfuros primarios, y lo normal es que se alcancen enriquecimientos relativos de unos 2 a 4 gramos a la tonelada (García, 1980). El oro se presenta en estado elemental en forma de partículas submicroscópicas de tamaño máximo inferior a una micra. Esta circunstancia ha llevado a considerar que el oro pudo ser una de las razones de explotación de estas minas en la Antigüedad. Esta opinión, que la moderna investigación arqueometalúrgica descarta, no puede ser tenida en cuenta, pues la extracción de oro en época reciente solo ha podido ser realizada empleando el proceso de cianuración (métodos McArthur-Forrest y Merrill-Crowe), puestos en práctica por la mineralurgia en la segunda mitad del siglo XX.

Un tercer elemento de sumo interés para la minería antigua, por su relación con la metalurgia de la plata, verdadero sostén de la producción prerromana y romana, fue el plomo. En general, estas masas de sulfuros polimetálicos eran deficientes en minerales

de plomo, pero en determinadas masas y en algunas minas abundan también minerales de plomo y zinc.

Por último, conviene remarcar que desde el punto de vista geológico y desde el arqueometalúrgico las minas del suroeste contenían grandes cantidades de minerales de cobre y de plata, pero cada mina es un universo particular y no en todas ellas se habían formado esas zonas de enriquecimiento en plata. De hecho, muchas minas tuvieron que sostener su producción solo en la explotación de minerales de cobre. Este es el caso de la mina de Aljustrel, famosa por la aparición de las tablas de bronce (Domergue, 1983), en las que se distinguen perfectamente las disposiciones relativas a la minería de la plata y a la del cobre, pero la arqueometría solo ha podido distinguir residuos metalúrgicos relacionados con la producción de cobre (Pérez *et al.*, 2011).

INGENIERIA MINERA Y PRODUCCIÓN METALÚRGICA

Los inmensos escoriales que jalonan los barrancos que rodean a estas minas, algunos de ellos con millones de toneladas de residuos de las fundiciones, dan fe de la fortaleza con la que la administración imperial se dedicó a la explotación de estas mineralizaciones. Fueron estos escoriales, estos rimeros de escorias según expresión antigua, los que más llamaron la atención a los viajeros que visitaron estas minas desde época bajo-medieval. Hasta el punto de que algunas de sus minas se identificaron con las minas de Tharsis, las minas del rey Salomón. Desde entonces se tomó conciencia de la envergadura de la explotación romana, pero no fue hasta mediados del siglo XIX cuando otra fiebre minera, la del cobre para la incipiente electrificación y la del azufre para la creciente industria química, fue capaz de revalorizar unos yacimientos que no se encontraban ni mucho menos agotados. Esta minería comenzó en el siglo XVIII en Riotinto, para alimentar de cobre a la fábrica de artillería de Sevilla, pero la revolución industrial haría que en todas las minas se volvieran a emprender trabajos de prospección, y el resultado fue que estos distritos mineros recobraron su esplendor perdido en el siglo V d.C. Como en época romana, este fenómeno afectó también a las minas filonianas de la zona Zona Ossa Morena, pero finalmente la minería solo tuvo éxito en las grandes masas de sulfuros, donde incluso se hicieron algunos intentos para recuperar el oro y la plata que contenían las monteras de gossan (Planta de Oro de Filón Sur de Tharsis).

Desde fines del siglo XIX y comienzos del siglo XX el desarrollo tecnológico de la ingeniería minera aportó nuevas formas de extracción, entre ellas las explotaciones a cielo abierto con potentes excavadoras de vapor (Bucyrus), y en todas las minas estas rozas al aire libre (cortas) dejaron al descubierto en los distintos bancos de las mismas el sistema de explotación empleado en época romana. Este sistema ya había causado admiración cuando en los trabajos de interior (contramina) se localizaron labores romanas a profundidades sorprendentes. Los ingenieros del siglo XIX pensaban que siguiendo la estela de los trabajos romanos se descubrirían las mejores leyes de los minerales (Pérez y Delgado, 2011b), tal era la confianza que se depositaba en la eficacia de la ingeniería minera romana. Sin embargo, el mayor éxito de la minería romana fue la organización y la regulación estricta de los trabajos.

La primera tarea era la de los buscadores de metal (Diodoro, V:37:3). La exploración minera se realizaba siempre tomando como guía los afloramientos de óxidos e hidróxidos de hierro (gossan) de las masas, que eran la mejor señal de la potencia de los yacimientos. En otras ocasiones, cuando la mineralización no afloraba en superficie, la prospección se guiaba por indicios más leves, como las surgencias de aguas de tonos rojizos o amarillentos, y estas aguas teñidas por los óxidos, agrias o simplemente herrumbrosas, delataban un depósito o filón oculto. Para detectar la posición de los minerales se utilizaron dos tipos de labores, los pozos circulares o subcirculares desde la superficie y las galerías o socavones desde los costados (Cauuet *et al.*, 2002). No siempre el pozo o el socavón encontraban las zonas de mayor interés, pues las fallas y otros procesos geológicos complicaban la comprensión de la situación de la mineralización por el desplazamiento de los minerales de su posición original. Pero en un porcentaje muy alto estas exploraciones con pozos y galerías toparon con los minerales buscados, y el empeño que se puso en ellas se manifiesta en la profundidad de algunas de estas labores, que en ciertos casos superan los 70 m desde la boca de superficie. Por lo general, son labores de pequeño formato que no superan un metro de diámetro, pero cuando uno de ellos se convierte en el acceso a la mina sus dimensiones se ensanchan para permitir una entrada cómoda. Algunos de estos pozos de acceso fueron reutilizados en época moderna para instalar bombas de desagüe, como los Pozos Amargos en la Masa de Planes de Riotinto. Fue tanta la importancia que la minería romana asignó a estos pozos verticales que las concesiones tomaban el nombre de *putei* (pozos).

Aunque en los depósitos de sulfuros polimetálicos del suroeste las mineralizaciones son masivas, las leyes de unos minerales y otros pueden variar a lo largo de las masas, y a partir de los pozos se desarrolla otra exploración ya en el interior, para el seguimiento de las mejores partidas de mineral, tanto en la montera (*putei argentarii*), donde se concentraban los minerales de plata (lám. III), como en el enriquecimiento supergénico (*putei aerarii*), donde se alojaban los sulfuros secundarios de altas leyes en cobre. Desde estos pozos se desarrolla un sistema de pequeñas galerías de exploración (*ternagii*) en la horizontal de los yacimientos, labores de escasa altura y anchura, en las que se tenía que trabajar de rodillas y sin posibilidades de dar la vuelta, y contrapozos para poder seguir la investigación diseñando con ellos diferentes pisos. Este tipo de minería se ha denominado de Pozo y Galería, un sistema que con ligeras variaciones se mantuvo hasta el siglo XIX. Muchos autores han considerado que estas pequeñas galerías y pozos son las formas más comunes de la minería romana, pero sólo se emplearon en la exploración, pues una minería que alcanzó tanto rendimiento no podía ser rentable con esas minúsculas labores, que sólo pretendían ahorrar esfuerzo y capital en la localización de las verdaderas zonas de extracción.

En este punto conviene aclarar que debía existir una clasificación de las especies minerales y de sus porcentajes metálicos. Algunos minerales pueden diferenciarse por su apariencia física, por el predominio de determinadas coloraciones, textura o peso, que antes de los análisis químicos siempre han sido fórmulas para conocer si tenían más o menos metal. Con algunos minerales esto era posible, así por ejemplo con los carbonatos de cobre, malaquita o azurita, por sus colores verdes o azules, e incluso algunos minerales secundarios de buenas leyes, como la calcosina, el Negrillo de los mineros por su color negruzco. Pero poder distinguir estos minerales no siempre era una garantía de éxito, ya que estas masas eran polimetálicas y en los mineralotectos podían encontrarse varias

especies. La prospección minera romana desarrolló otras formas de evaluación en estas mineralizaciones en las que era dificultoso poder ponderar sus contenidos metálicos por la apariencia física. A falta de procedimientos químicos, se recurrió a las denominadas fundiciones de bondad, que suponían que ante la sospecha de que el mineral era de calidad, se llevaba al exterior para comprobar en el horno el porcentaje del metal retenido. Esto explica que algunas minas que no llegaron a producir metal contengan algunas partidas de escorias producto de estas fundiciones de experimentación. En muchas pequeñas minas quedan rastros de estos escoriales y hemos de pensar que una parte de las escorias que se encuentran en las minas son producto de estas pruebas. Con los minerales de plata estas reducciones eran más necesarias, pues la presencia de plata no se detecta por ninguna apariencia física, ni peso, ni color, y la diferencia de los valores de plata, de 1200 ppm a 4000 ppm, era una cantidad demasiado determinante en la metalurgia antigua. Esto obligaba al empleo de técnicos especializados, cuya pericia debería ser muy estimada a lo hora de poner en marcha una concesión. Del mismo modo, exigía que toda la operación estuviera coordinada y supervisada por capataces expertos que llevaran la empresa minera a sus mejores rendimientos.

Cuando desde alguno de estos pozos o galerías se alcanzaba un punto de buenas leyes, se desarrollaban las labores de extracción, que se adaptaban en todo momento a esas bolsas de minerales más ricos. Estas labores de extracción se caracterizan por sus formas irregulares y por sus mayores dimensiones. Son cámaras artificiales formadas por el hueco que ocupaban esas zonas de enriquecimiento, y podían alcanzar grandes anchuras y alturas. En Riotinto algunas superan los 100 m de longitud, y casi todas ellas terminan en culetones, pequeños huecos donde se ha perdido la riqueza del mineral. Por sus medidas los ingenieros de minas las llamaron Anchurones, para distinguirlas de las pequeñas galerías de exploración, Al ser sus formas caprichosas, estas cámaras de extracción de grandes dimensiones también recibieron el nombre de Cuevas, y en la zona de Filón Norte en Riotinto se las conocía por sus nombres, como la Cueva del Lago, cuyo desagüe formaba uno de los nacimientos del río Tinto, la Cueva del Tabaco, Cueva del Salitre, etc. (Pérez y Delgado, 2011d).

Cuando bajaba la calidad de los minerales había que continuar con la exploración para agotar las posibilidades que ofrecía el terreno que comprendía la concesión. Esta exploración debería realizarse otra vez empleando esas pequeñas galerías, que salían de estas grandes cuevas y anchurones en todas direcciones, y cuando no se alcanzaban nuevas zonas de extracción, ésta exploración podía seguir en la vertical de la zona concedida, empleando a su vez pozos desde las zonas ya agotadas para formar nuevos pisos. Podían ser verticales, pero también fueron muy utilizados los pozos inclinados, que formaban un rampa o plano inclinado para facilitar el acceso o la evacuación de los minerales. A partir de varios pisos podían sucederse grandes cuevas de extracción por pozos verticales o inclinados. Esta minería de pisos era también una novedad que fue posible gracias a la planificación topográfica de las labores de interior, y cuando las concesiones terminaban de ser explotadas en horizontal, cuando se alcanzaban los límites de la concesión, o en vertical, cuando se llegaba a los sulfuros primarios que ya no tenían leyes rentables, se abandonaban los trabajos.

Todo este sistema minero, sencillo pero eficaz, descansaba sobre un concepto del que depende toda la explotación minera, desde la forma de gestión hasta la ingeniería

minera de sus formas, el de la concesión. El arrendamiento se cimenta en un principio, el terreno de la mineralización puede ser parcelado y asignado mediante contrato de arrendamiento (*locatio*). La administración imperial debía dimensionar así el territorio de las minas, en términos semejantes a como lo hacía cuando dividía el territorio para definir la *pertica* del terreno que iba a ser concedido por sorteo a los colonos. No debe sorprendernos pues que el término de *colonus* se utilice tanto para los agricultores que reciben la parcela para su explotación como a los mineros que pueden explotar las riquezas del subsuelo. De este modo podemos llegar a comprender en su justa medida la labor de los administradores y funcionarios, y en esto la medición del terreno era la labor preliminar, como lo era en la colonización agrícola de un territorio.

La delimitación de la concesión (*putei*) sería una tarea fundamental para que la explotación minera pudiera organizarse de una forma racional, y con ella creemos que están relacionadas otra serie de labores muy repetitivas de la minería romana, los pozos que se distribuyen de manera regular en las grandes cámaras de extracción (Cauuet, 2004). Han sido interpretados generalmente como pozos de ventilación, y de ahí el nombre de *spiramina* con el que se los conoce. Es indudable que estos pozos favorecían la circulación del aire y mantendrían las labores de interior más limpias, pero estas minas no destacaban por los gases sofocantes, a lo más un aumento de la temperatura y de la humedad que podía dificultar los trabajos. Tampoco se entiende bien que no tengan una disposición particular, formando alineaciones como en las labores de desagüe, sino en los contornos de las cuevas. Estos pozos no servían sólo como labores de ventilación, pues no aparecen en las labores que más los necesitaban, las pequeñas galerías de explotación, en las que nunca aparecen este tipo de pozos. Más allá de esta funcionalidad, estos pozos eran la única comunicación de la labor subterránea con la superficie del terreno, y de esta forma podían servir de estaciones topográficas a través de las cuales podía reflejarse en superficie la dimensión de la explotación en contramina. Estos pozos eran pues claves para la administración, pues a partir de ellos podía controlar que los arrendatarios no sobrepasen los límites que le fueron concedidos para la explotación. Y son también labores que permiten evitar conflictos entre los distintos arrendatarios, fijando las dimensiones de cada explotación. En definitiva, de alguna manera las zonas a explotar debían tener su *forma*, pero no pensamos que se llegara, como en el caso de la colonización agrícola, a la parcelación del *metallum*. Un simple control de las concesiones podía ser suficiente. Mayores problemas plantea esa definición de pozos argentíferos y pozos cupríferos que se distinguen en los bronces de Aljustrel. Teniendo en cuenta la geología de estas minas, no parece que fuera *a priori* cuando se clasificaran de este modo las concesiones, ya que en las minas con buenos minerales de plata y cobre, como muchas de la Faja Pirítica (Riotinto, Tharsis, Sotiel-Coronada, y Cueva de la Mora), unos se encontraban sobre otros, a veces muy próximos. En las minas en las que solo se explotaron los minerales de plata, como Serra de Caveira y São Domingos, o los de cobre, como Aguas Teñidas y Vuelta Falsa, la posibilidad de encontrar unos y otros era cierta, y el resultado tampoco era previsible.

Toda esta infraestructura minera, capaz de rentabilizar las inversiones, estaba complementada con otras medidas que facilitan el trabajo, como los sistemas de iluminación y las medidas de seguridad. Sobre los primeros estamos bien informados en las pequeñas galerías de exploración, en las que aparecen cada tres o cuatro metros unos huecos en

las paredes donde se depositaban las lucernas que alumbraban el tajo. Estos lucernarios todavía conservan las paredes ennegrecidas por el humo de las lámparas, y fue tal la necesidad de lucernas que algunos alfareros se especializaron en su fabricación (Luzón, 1967). Pero no puede concluirse que haya lucernas específicamente mineras, menos cuidadas, sino tipos propios de la mano de cada alfarero, ya que en las labores de interior también se han documentado tipos más elaborados (Willies, 1997).

En cuanto a las medidas de seguridad, la ingeniería romana recoge toda la tradición minera desde la Prehistoria reciente, y obliga a dejar unos pilares (*pilae*) de sustentación cuando las cámaras son demasiado amplias, y cuando las labores son estrechas y verticales estos pilares son horizontales. Los ingenieros de minas del siglo XIX llegaron a familiarizarse con este tipo de recursos romanos y los llamaron Columnas cuando eran pilares verticales y Llaves cuando eran horizontales. Si el terreno era blando se recurría también a la entibación (*fulturae*) con madera de alcornoque o encima, y en los pozos verticales se recurría a la entibación con una fina tablazón de pino para prevenir los desprendimientos. Toscas escaleras talladas en un tronco se utilizaban también para armar andamios cuando la extracción se realizaba en realce, de abajo hacia arriba, un tipo de técnica que aparece por primera vez en época romana, bien documentada en la mina de Algarés de Aljustrel (Viana *et al.*, 1954).

Pero, sin duda, el mayor éxito de la ingeniería minera romana se logró en el sistema de desagüe, sin cuya resolución nunca se hubieran alcanzado los niveles de producción que caracterizaron a las minas romanas. La mayor parte de la extracción se llevaba a cabo en las inmediaciones del nivel freático, donde se encontraban las mayores concentraciones de leyes de plata en la base de la montera de gossan, y las de cobre del enriquecimiento secundario. Tanto en un tipo de minería como en otra se irían encharcando las labores, lo que en muchas épocas del año impedía la continuidad de los trabajos. Es aquí en el desagüe donde la minería romana se manifiesta en toda su eficacia. En primer lugar al considerar que la labor de desagüe es fundamental para el mantenimiento de la minería, y de ahí que en los broncees de Aljustrel se le dedique una atención especial (VIP II:14), para impedir que pueda dañarse y se arruine la mina. Y en segundo lugar aportando soluciones técnicas al mismo, en las que entran a formar parte ingenios de origen helénico y labores específicas (Luzón, 1968). Entre estas últimas se encuentra la Galería de Desagüe (*cuniculus*), que recorre todo el complejo minero y saca el agua a un punto de cota inferior en el exterior. Su recorrido estaba acompañado de pozos (lumbreras), que servían para orientar la dirección de este acueducto subterráneo. Son por tanto galerías de perfil inclinado, en las cuales el agua fluía al exterior por su propio peso. En los broncees de Aljustrel se prohíbe que se realicen trabajos de exploración o extracción en sus alrededores, un síntoma de su importancia. Pero a veces, debido a la disposición de la mineralización, no era posible encontrar un punto al exterior que estuviera a menor cota que los trabajos de interior, y en ese caso se recurría al empleo de ingenios que bombeaban el agua hasta la galería de desagüe. Entre estos se encuentran los Tornillos de Arquímedes, la bomba de Ctesibio o la polea de cangilones (fig. 2), como los encontrados en la mina de Sotiel-Coronada, donde las labores romanas alcanzaron gran profundidad. En el suroeste se emplearon más las norias de madera (*rotae aquariae*), que colocadas por pares y en series elevaban el agua de unos pisos a otros. Han aparecido en Riotinto, Tharsis, São Domingos, y Lagunazo, y el sistema más completo se descubrió en el Filón

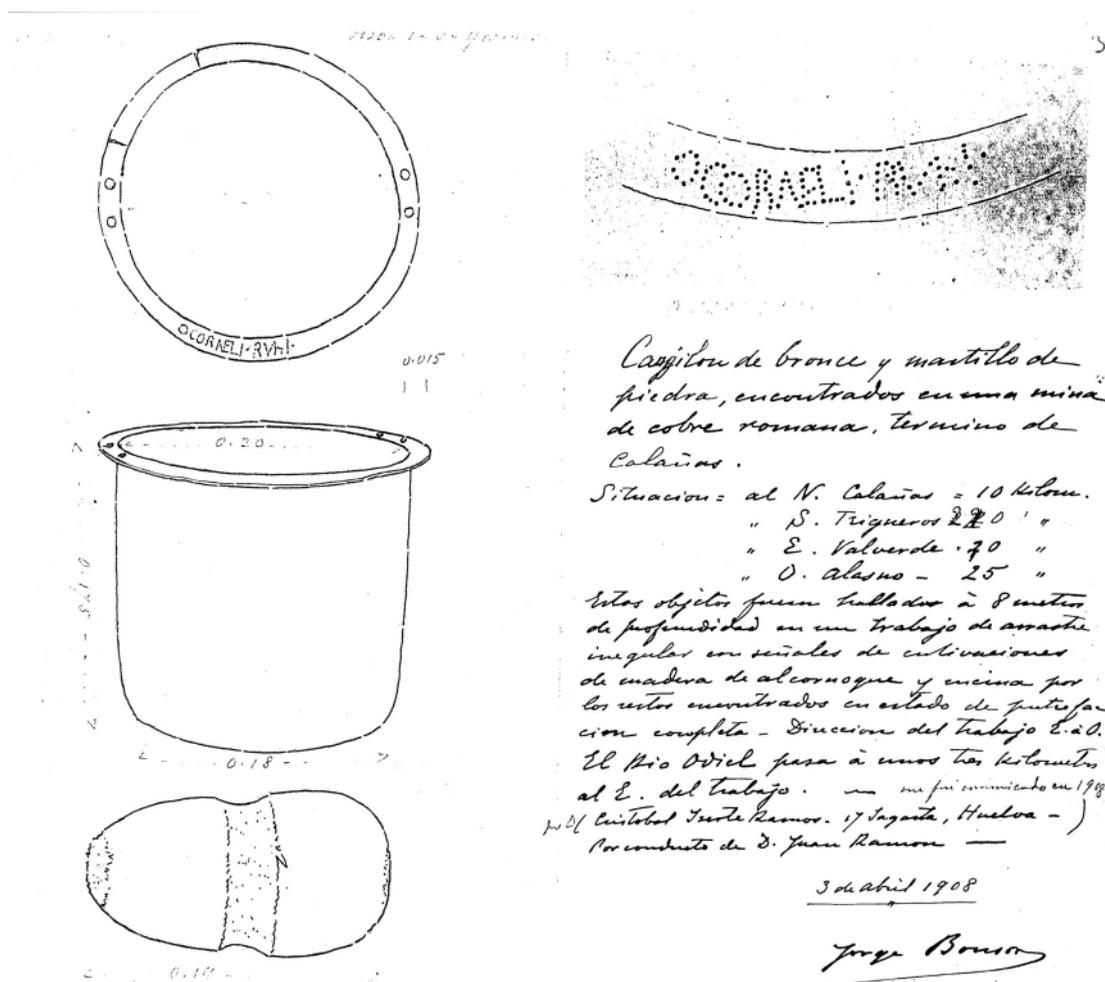


Fig. 2.—Cangilón de la mina de San Cristóbal (Calañas), según J. Bonsor.

Sur de Riotinto (Delgado y Regalado, 2010), que elevaba el agua a una altura de 80 m, una magnífica prueba de sus capacidades.

En el campo de la metalurgia también se produjeron notables avances (Hunt, 1988), con hornos que eran capaces de resistir nueve cargas sucesivas de mineral para formar un buen régulo metálico, cuyo resultado son grandes lupias de escoria que alcanzan el metro de longitud (lám. IV), y en las que, como si de una sección estratigráfica se tratara, quedan las huellas de la superposición de las distintas lechadas de sangrado. Un conocimiento preciso de las técnicas de reducción permitía el tratamiento de minerales complejos, patente en ese tipo de escorias conocidas como Metal Blanquillo (speiss), un arseniuro de hierro que es resultado de la fundición de minerales con exceso de arsénico

(arseniuros). Los mecanismos de la copelación también eran perfectamente conocidos, y ello llevó a la importación de plomo de otras cuencas mineras, para añadirlo a la carga de los hornos de los minerales de plata (lám. V), favoreciendo la recuperación de plata en un plomo argentífero lo más rico posible.

LA COLONIZACIÓN ROMANA EN LAS MINAS DEL SUROESTE

En la Faja Pirítica Ibérica la minería del cobre nunca tuvo una gran significación antes de época romana. El contrapunto a esta pobre producción metalúrgica fue el descubrimiento de los minerales de plata en el II milenio a.C., llamados a impulsar la minería y la producción metálica a lo largo de la primera mitad del I milenio a.C. En este momento se incrementaron también las explotaciones de las mineralizaciones filonianas de cobre, pero fue una minería que no alteró el tradicional sistema de ingeniería minera y metalúrgica, y que sólo se cambiaría en época Orientalizante, una etapa en la que todo el esfuerzo se centró en la explotación de las grandes masas polimetálicas, con un monocultivo especializado en la minería y metalurgia argentíferas, salvo contadas excepciones, como Monte Romero, donde se produjo a la vez plata y cobre (Pérez, 2013).

Este panorama se mantendría incluso después de la conquista romana, pues el nuevo marco administrativo que se inaugura con la expulsión de las últimas tropas cartaginesas y de la creación de las provincias hispanas, no supuso un verdadero acicate para la exploración minera. Antes al contrario, el foco de mayor atracción siguió siendo el de aquellos distritos que ya habían alcanzado buen rendimiento en época bárcida, como eran las minas de *Carthago Nova* y *Castulo*, es decir el distrito murciano y el de Linares-la Carolina (Domergue, 1990). No debe ser casual que todas las fuentes de época republicana se refieran a estos distritos mineros, y que haya un silencio absoluto sobre los enormes depósitos de minerales del suroeste, que durante el período Orientalizante habían capitaneado la producción de plata y las exportaciones al Mediterráneo. Nada quedaba de ese antiguo esplendor, y si estas minas albergaban a poblaciones dedicadas al laboreo minero, la productividad sería tan baja que no ha dejado rastro ni en las fuentes latinas ni en la documentación arqueológica.

Sólo Riotinto se sale de este cuadro. Entró en franca decadencia desde la segunda mitad del siglo VI a.C., y aunque existen algunas evidencias de poblamiento en el siglo V a.C. (copas Cástulo), en el siglo IV y en la primera mitad del siglo III a.C. el despoblamiento es generalizado. Lo contrario sucede en otro distrito importante, el de Tharsis, que en el siglo V y IV a.C. estaría muy activo a juzgar por la circulación anfórica (Pérez, 1999). Sin embargo, en la segunda mitad del siglo III a.C. o a finales del mismo se detecta en la estratigrafía de Cortalago (Riotinto) una vuelta a la actividad, que significó un fuerte relanzamiento y la introducción de una nueva tecnología metalúrgica, con hornos de sangrado de mayor capacidad. Aunque la plata seguía siendo la única línea de producción, los materiales asociados a las capas de escorias, en especial las ánforas vinculadas al Círculo del Estrecho, confirman la fuerte influencia comercial ejercida por *Gadir* y, seguramente, por *Carthago*. Esta excepción de Riotinto, que sería otro de los distritos argentíferos en los que la influencia púnica se deja sentir, puede ser la explicación de que sea también este yacimiento el único en el que se detecta minería en

época republicana (Pérez y Delgado, 2011a). La minería republicana en Riotinto vendría a significar así la continuidad de la explotación iniciada en época bárcida. Como en el caso de *Carthago Nova* y *Castulo* las *societates* siguieron la estela de las explotaciones auspiciadas por *Carthago*.

Esta explotación republicana se ha detectado también en otras minas cercanas a Riotinto, como la Umbría de Palomino (Blanco y Rothenberg, 1981), en la que se han recuperado lingotes de plomo procedentes de la zona murciana junto con ánforas vinarias del tipo Dressel 1A en un escorial de fayalitas argentíferas de sangrado. También en Riotinto se recogieron en los escoriales lingotes de plomo procedentes de Cartagena, que se han explicado por la necesidad de importar plomo metálico para alimentar los hornos y facilitar así la formación de un régulo de plomo argentífero con minerales en los que el plomo tenía una baja representación porcentual. Los estudios de plomo isotopo revelan que en las escorias de los primeros estratos de la sección de Cortalago el plomo procedía de las propias mineralizaciones de Riotinto o de las minas de la Faja Pirítica (Cradocck *et al.*, 1985), es decir que los minerales de la zona tenían suficiente plomo para favorecer la formación de plomo argentífero, y si en época republicana ya era necesario importarlo de los distritos del sureste cabe plantear un cambio en las mineralizaciones trabajadas o en un afinamiento de las técnicas de reducción, lo que exigiría mayor adición de plomo a la carga del horno para incrementar la capacidad de recuperación de plata. En cualquier caso, si parece evidente que se fue operando un cambio en la tecnología metalúrgica tendente a la optimización de la producción de plata.

A partir de la circulación monetaria se ha señalado también una fase de explotación republicana en Sotiel-Coronada (Chaves, 1988), pero sin un detalle de esta circulación resulta poco apropiado añadirla a la lista de minas con producción republicana, pues en ella no se han encontrado otros materiales republicanos. Con relación a ello y con los instrumentos mineros localizados en la mina, entre ellos los Tornillos de Arquímedes y la Bomba de Ctesibio, F. Chaves (1988) sostiene que pudo ser explotada por *societates* como las que operaban en Sierra Morena, donde son frecuentes estos ingenios de desagüe, lo que vendría respaldado por la escasa circulación de numerario oficial de Roma. En Riotinto la mayor parte de las monedas en circulación proceden de la ceca oficial de Roma, y esto sería una señal de que su explotación estuvo en manos del Erario. Resultan cuestiones interesantes, pero por ahora no pueden ser validadas con otros argumentos, pues como hemos referido no está suficientemente demostrada la explotación republicana en Sotiel-Coronada. No es seguro que este tipo de máquinas de desagüe no funcionaran también en época imperial y las monedas republicanas siguieron en uso hasta época tardo-republicana, hasta la segunda mitad del siglo I a.C., en los años en los que se generaliza la minería en todas estas minas.

La importancia que va a ir adquiriendo Riotinto en este ámbito geográfico y el interés que puso Roma en su explotación, se manifiesta igualmente en una serie de *castella* republicanos que jalonan los caminos entre este distrito minero y los *oppida* de la campiña, principalmente con *Ilipla* (Niebla) y con *Ituci* (Tejada la Nueva). De ellos conocemos ya dos casos, los de Valpajoso en Villarrasa (Bustamante *et al.*, 2009) y El Castrejón de Escacena del Campo (Rufete, 2009), mientras en Riotinto respondería a esta misma política el yacimiento de El Castillejo (Pérez y Delgado, 2011a). No son asentamientos que puedan relacionarse con los movimientos de tropas que se produjeron en el suroeste durante la etapa de la rebelión sertoriana, ya que difícilmente podían haber contribuido

a la defensa de esta zona minera ante los grandes contingentes que movilizan cada uno de los bandos, sino como puestos fiscales y puntos de vigilancia (*stationes*). Hasta ahora el único testimonio de una posible amenaza en las minas durante la guerra sertoriana sería el tesorillo de Riotinto (Carson, 1952), pero las oscuras circunstancias de su hallazgo ofrecen pocas posibilidades de contextualización.

En resumen, la mayor parte de las minas de la Faja Pirítica no fueron explotadas en época republicana, y a ello debió contribuir que sus mineralizaciones eran lo suficientemente complejas como para no alentar a esas sociedades mineras de itálicos a interesarse por ellas. La necesidad de importar plomo para las fundiciones explica claramente estas dificultades que encontraron los técnicos metalúrgicos en la reducción de estos minerales.

Esta oscuridad en la que se mueve la minería de época republicana contrasta con la magnificencia que presenta en época imperial, cuyas manifestaciones se extienden por toda la zona, desde los pequeños yacimientos filonianos de Ossa Morena hasta las masas polimetálicas de la Faja Pirítica. Hemos de buscar necesariamente una causa a este profundo cambio que se opera en la explotación minera, y su origen lo encontraremos en las transformaciones que se producen en Roma en época tardo-republicana, que cristalizan finalmente en el advenimiento del Principado de Augusto. Hemos indicado que no se denotan apenas sobresaltos en las minas del suroeste, en las que solo Riotinto tendría una producción de plata significativa. Tanto es así que en este momento y en el que sigue de enfrentamientos entre cesarianos y pompeyanos, en el que Hispania se ve inmersa directamente en el conflicto civil, no se perciben cambios en esta zona minera. Ninguna mención a que los movimientos de tropas tuvieran que ver con la riqueza de estos centros mineros, imprescindibles para el abastecimiento de plata con el que satisfacer el estipendio del cada vez más creciente número de efectivos que van a ir engrosando a cada uno de los bandos. La plata como moneda cada vez tendrá mayor importancia para el pago de la soldada, y las acuñaciones legionarias que se irán sucediendo a lo largo de todo este período sería un buen argumento que avalara el interés de los contendientes en las zonas mineras. Pero ni del relato de los acontecimientos, ni de la documentación arqueológica se desprende que a estos bandos hubiera interesado el control de los distritos mineros. Luego es poco probable que fueran estas luchas de poder en la Península Ibérica las que propiciaran que las minas del suroeste fueran exploradas sistemáticamente.

Es en la segunda mitad del siglo I a.C. cuando puede plantearse seriamente que hubo un impulso sistemático en la minería de las mismas. Un primer paso en la incorporación efectiva sería el interés de los gobernadores romanos en ellas, y en este sentido hay que resaltar el trabajo llevado a cabo durante la *propraetura* de César en la Ulterior, de pacificación definitiva de la Lusitania y de atracción al elemento autóctono mediante las exenciones de impuestos con los que Metelo las castigó por su apoyo a Sertorio. Es éste un contexto inicial que se deja notar también en las minas, que empiezan a ser valoradas como sectores de explotación. A estos años se deben las primeras explotaciones en Aljustrel, donde el asentamiento de Morro de Mangancha es un fiel reflejo de lo que pudo estar sucediendo en otras minas. No podemos distinguir si fue ésta una obra de la iniciativa privada, de algunas de las compañías itálicas que operaban en las minas hispanas, que ante este nuevo panorama no sienten recelos a invertir en otras áreas mineras de rentabilidad incierta, o si, por el contrario, estamos ante una explotación auspiciada e impulsada por el Estado. Las excavaciones que se han realizado en Morro de Mangancha,

tanto las iniciales de C. Domergue y R. Freire de Andrade (Domergue, 1990), como las más recientes del Proyecto Vipasca (Pérez *et al.*, 2012), nos llevan a catalogarlo como un asentamiento militar no vinculado directamente a la minería. Sin embargo, es un acuartelamiento militar de ciertas proporciones, alejadas de los pequeños *castella* que se encontraban en la zona de Riotinto. Sus construcciones de estancias adosadas en batería recuerdan extraordinariamente a los *contubernia* militares y sus materiales muebles son característicos del consumo en los ámbitos militares. No creemos que fuera el ejército el encargado de poner en explotación el coto minero de Aljustrel, pero si hay que atribuir al ejército una importante tarea en la tutela de la mina.

Desde el punto de vista histórico lo que más sorprende es que fuera un asentamiento muy efímero, que se abandonó definitivamente a lo largo de los primeros años del siglo I d.C., en época de Calígula o de Claudio. En un periodo en el que la explotación minera estaba firmemente encarrilada en todas las comarcas del suroeste, que se habían convertido en las minas que más contribuían al abastecimiento de metal, al tiempo que las minas de Sierra Morena, Alto Guadalquivir y Sureste entraban en decadencia. Esto no obsta para que consideremos que la minería fuera una empresa privada, en la que los arrendatarios adquirirían los derechos de explotación mediante una *locatio censoria*, aunque los términos de la misma se nos escapan.

Este despertar de la minería en la Faja Pirítica, que se desvela tras el asentamiento de Morro de Mangancha, puede aproximarnos a la fiebre minera que se vivía en estas comarcas y también en la Zona de Ossa Morena, y del enorme esfuerzo que se volcó en la exploración minera en los últimos años del siglo I a.C. y durante la primera década del siglo I d.C. Esto no hubiera sido posible si en otros distritos mineros no se hubieran detectado síntomas de agotamiento, lo que habría obligado a la búsqueda de nuevas fuentes de abastecimiento de plata. Las explotaciones en Riotinto y la pacificación definitiva de todo el suroeste peninsular constituían dos buenos acicates para que se focalizara la atención en estos distritos mineros, y es posible que la carencia de plata en los primeros años del Principado, un momento en el que se recurrió a la fundición de estatuas de plata erigidas en honor del *princeps* (Dión Casio, LIII:22:3), también pudo contribuir a ello. Pero de lo que no cabe ninguna duda es que estas causas originaron una extensa exploración de las minas de la Faja Pirítica y de la Zona de Ossa Morena, ya que al cabo de algunos años estaban en explotación todos los yacimientos que han tenido actividad entre fines del siglo XIX y primera mitad del siglo XX.

Hay que distinguir por tanto entre una fase de exploración minera y una segunda de explotación, y si bien de la primera se pasa sin solución de continuidad a la segunda hemos de preguntarnos quién las lleva a cabo y cómo se formaliza la fase de explotación. Los bronceos de Aljustrel nos detallan en sus diferentes capítulos cómo se desarrolla esta explotación a fines del siglo I d.C. y primera mitad del siglo II d.C., pero para la primera mitad del siglo I d.C. no contamos con documentos tan valiosos. No obstante, de la documentación arqueológica pueden extraerse una serie de indicios razonables. El primero de ellos es el que se manifiesta en determinadas minas que no tuvieron una producción relevante, pero en las que la exploración minera se desarrolló en toda su intensidad. Valgan como ejemplo las minas de Sotiel Coronada (Calañas) y Cabezas del Pasto (Puebla de Guzmán), cuyas labores romanas fueron topografiadas en detalle por J. Gonzalo Tarín (1988).

En Sotiel Coronada se conoce la aparición de un cangilón de polea de desagüe con el nombre de *L. Vibius Amarantus* (Gonzalo, 1988), que se ha considerado como el concesionario de la explotación. Es un documento de un valor excepcional que indicaría que la extracción se lleva a cabo por particulares, en este caso un *conductor*, y la filiación del personaje es claramente itálica. En una mina cercana a Sotiel Coronada, la mina filoniana de sulfuros de cobre de San Cristóbal (Calañas) se localizó otro cangilón a nombre de *Q. Cornelius* (Pinedo, 1963), lo que confirmaría la explotación particular de estas minas. A pesar de estos documentos que avalan la explotación privada, no creemos que el gigantesco despliegue de medios que trajo consigo la explotación fuera realizada por particulares.

En Cabezas del Pasto los afloramientos de gossan fueron acribillados por pozos que bajaban en vertical para localizar los enriquecimientos en plata y cobre, pero desgraciadamente no se localizó la masa principal y la mina no entró en una verdadera fase de producción, pues los escasos mantos de escorias delatan únicamente fundiciones de bondad, de muestreo de leyes, y no acumulaciones que indiquen verdadera producción metálica. El enorme esfuerzo para la labra de estos pozos requeriría una fuerte inversión que finalmente no se vio recompensada por el éxito. Esto no desanimó a los arrendatarios, que siguieron perforando otros afloramientos cercanos.

Pensamos que los principales yacimientos, como los de Riotinto, Tharsis, etc., atraerían esos capitales que ya no rendían como antes en las cuencas mineras de Córdoba, Linares y Cartagena, y que del espectacular resultado de esas exploraciones se pasó a una prospección generalizada de los más mínimos asomos de mineralizaciones a la búsqueda de depósitos de similares características. Ni que decir tiene que el resultado no siempre fue el mismo, pero para lo que de verdad nos importa, al final se descubrieron y comenzaron a explotarse los grandes yacimientos de la región.

Otra cuestión paralela es la investigación de cómo se llevó a cabo la administración de un territorio tan extenso, que se prolongaba desde las inmediaciones de la *Colonia Romula* (Sevilla) hasta las cercanías de la desembocadura del Sado, donde se encuentra la mina de Serra de Caveira. En un primer momento no se tomaría conciencia de la amplitud del territorio y de las riquezas metálicas que albergaba, pero a medida que fue aumentando la exploración minera la realidad acabaría imponiéndose, más de ochenta y cinco yacimientos con enormes riquezas de cobre y plata entraron en la fase de explotación, y lo que era más a tener en cuenta, la posibilidad de poder encontrar aún más minas de estas características. La solución parece que no dio lugar a tanteos en los sistemas de administración, y la mayor parte de este territorio paso a manos del *fiscus*, aunque se encontrara en gran medida en una provincia cuya administración correspondía al Senado. En esta política se siguió el mismo criterio que se empleó en otras zonas con minas de metales estratégicos para la amonedación, como las minas del noroeste peninsular. Las fuentes nos indican que en época de Augusto había minas en manos particulares, como las que pertenecían a ciudades (*Carthago Nova*, *Astigi*, etc.), las que tenía su esposa Livia, o las famosas de Sexto Mario en Sierra Morena, que posteriormente confiscaría Tiberio (Domergue, 1990), pero en estos cotos recientemente descubiertos no pensamos que las opción fuera la administración privada, menos aún en minas de plata en un momento en el que hubo escasez de este metal.

La mejor manera de acercarnos a la realidad administrativa de estas tierras, es atender a otros fenómenos que entraron a formar parte de la política del *princeps*, los repartos de

tierras, las fundaciones coloniales, y como consecuencia de todo ello el comienzo de una colonización agrícola como no se había llevado a cabo antes (Gorges, 1979). Ninguno de estos fenómenos está documentado en la zona minera ni en las tierras de los alrededores. Las promociones municipales o coloniales, en tanto que suponían la delimitación de los territorios de esos lugares, podían ser un freno a que en un futuro se localizaran minas en sus territorios, las asignaciones de tierras o los repartos individuales porque eran tierras pobres desde el punto de vista agrícola, y la colonización agrícola porque podía perjudicar a unas tierras que debían quedar en reserva por si se descubrían nuevos yacimientos. En algunos sectores las minas se encuentran separadas apenas por un par de kilómetros, y con este ejemplo conceder lotes de tierras podía ser un serio inconveniente para futuras explotaciones mineras. En consecuencia, todo este territorio quedó al margen de los dos fenómenos que mejor caracterizan a la política de Augusto, las promociones de ciudades y la colonización agrícola. Desde la aparición de los broncees de Aljustrel se ha hecho mucho hincapié en que estos territorios constituían *saltus* imperiales bajo la administración de *procuratores* (Chic, 2008), y este modelo se lleva a época flavia (Domergue, 1990), momento en el que la epigrafía detecta los primeros procuradores mineros, pero en esencia este modelo de grandes propiedades imperiales exentas de la municipalización/colonización y de los repartos de tierras arranca de época augustea, aunque el sistema de procuratelas mineras no hubiera aparecido todavía.

Toda una serie de asentamientos nos ofrecen pistas de cómo se llevó a cabo la administración de este extenso territorio que se prolongaba por dos provincias, la Bética y la Lusitania. Son pequeños *castella* que se reparten de manera irregular sobre el territorio, unas veces marcando los límites y otras sobre los principales pasos naturales, y *praesidia* en las principales minas. Estos acuartelamientos en las minas parecen haberse inaugurado con el Morro de Mangancha en Aljustrel en época tardo-republicana, pero se multiplican en época augustea. Algunos están recogidos en las fuentes, como la *mansio* de *Praesidium* cerca de la desembocadura del Guadiana (Bendala, 1987), y el mejor conocido es el Cerro del Moro en Riotinto, cuyo registro material arroja interesantes aportaciones sobre la minería de este momento (Pérez y Delgado, 2007). Esta situación puede chocar con el reparto que se hizo en el 27 a.C. entre las tierras que eran administradas por la caja imperial, el *fiscus*, y las que dependían del Senado, del *Aerarium Saturni* (Dión Casio, LIII,12:4). Las primeras serían provincias fronterizas o no del todo pacificadas en las que se mantenía la presencia de legiones, como la *Hispania Citerior*, y las segundas eran provincias ya totalmente pacificadas en las que no era necesaria la permanencia de legiones, como *Hispania Ulterior*, que de este modo era una provincia inermes. Pero que no hubiera legiones en estas provincias senatoriales, como las tres que quedaron acuarteladas en la *Citerior*, no significaba que estuvieran desmilitarizadas, pues en ellas la defensa y la seguridad estaban en manos de tropas auxiliares (Le Glay, 2002:104). Por otro lado, tanto en unas como en otras la autoridad suprema del mando militar correspondía a Augusto en calidad de su *imperium proconsulare maius*, al que estaban sometidos incluso los gobernadores provinciales de rango consular o pretoriano.

Un aspecto que confiere a este asentamiento parte de su singularidad es que se encuentra fuera del área mineralizada de Riotinto, es decir, no estuvo involucrado directamente con la minería y la metalurgia. Y una segunda aclaración es que convivió en paralelo con el

tradicional lugar de hábitat y trabajo de los mineros, el poblado de Llano de los Tesoros/Cortalago (Luzón y Ruiz, 1970; Pérez, 1998). Características no menos importantes son la tipología de los edificios, que recuerdan a las formas de la arquitectura de los campamentos militares, un consumo de cerámicas de lujo (Sigillatas Itálicas) que suponen un buen nivel de capacidad adquisitiva de sus habitantes, y un abastecimiento regular de los mejores productos béticos, las salazones de la Bahía de Cádiz (Dressel 7-11), defruto de la Baja Andalucía (Haltern 70), y aceite del Guadalquivir (Dressel 20 antigua). La circulación monetaria revela estrechos contactos con la capital provincial (*Colonia Patricia Corduba*), con la sede del legado imperial en la Lusitania (*Augusta Emerita*) y los enclaves portuarios del Guadalquivir (*Ilipla Magna, Italica, Osset, y Orippo*), y con las monedas corrientes en otros establecimientos mineros, como las imitaciones de numerario de *Castulo* (Chaves, 1986). Un pequeño escorial en una de las edificaciones de la parte más alta del establecimiento se ha relacionado con la investigación de los procesos de tratamiento de minerales complejos debido a que estas escorias son ricas en arseniuro de hierro (Craddock *et al.*, 1987). El tratamiento de estos minerales supone que desde estos años se alcanzan las profundidades del enriquecimiento secundario, y es por tanto un asentamiento en el que se están realizando ensayos con el tratamiento de estos nuevos minerales. Desde esta perspectiva habría que alinearlos en este nuevo ritmo de producción en las minas del suroeste y sería una constancia de programas de experimentación encaminados a obtener un mayor aprovechamiento de minerales de metalurgia compleja. A partir de todo esto proponemos que debieron ser técnicos venidos desde las minas del Alto Guadalquivir los que se encargaron de valorizar estas mineralizaciones, y que este asentamiento es la sede administrativa de la mina en época augustea, donde residiría un contingente militar que controla la explotación del coto minero, y donde se centraliza la llegada de alimentos, la salida de metales hacia los lugares de exportación, etc.

A nivel de producción este sistema de explotación imperial resultaría un éxito, pues por primera vez en la historia minera de Riotinto se constata la producción de cobre (Blanco y Rothenberg, 1981), lo que unido a la producción de plata la convertiría quizás en la mina más importante del imperio.

Este sistema administrativo que se ejemplifica en el Cerro del Moro se extendería por toda la Faja Pirítica, en la que la mayoría de las minas comienzan su explotación en época de Augusto. Los contextos iniciales en todas ellas coinciden, Sigillatas Itálicas, ánforas del Guadalquivir (Haltern 70) y Bahía de Cádiz (Dressel 7-11). La mina de Tharsis arranca de esta misma cronología (Pérez, 1998), y en Aljustrel los primeros niveles de Casa do Procurador corresponden igualmente a época julio-claudia (Pérez *et al.*, 2012). Las principales minas de la región comenzaron ahora su fase de producción industrial, al tiempo que en el territorio se van a ir construyendo pequeños asentamientos fortificados (*castella*), con los mismos hábitos de consumo militar detectados en el Cerro del Moro, como el Castillito de Paymogo (Pérez, 2011c). Este esfuerzo de la administración imperial tuvo su recompensa, entraron en explotación grandes yacimientos en los que se consiguieron a la vez altas cotas de producción de plata y cobre, y entre estos yacimientos se encuentran los de Riotinto (lám. VI), Tharsis, Cueva de la Mora, y Sotiel-Coronada (lám. VII). En otras minas solo fue posible la producción de plata o cobre, como Aljustrel, La Zarza (lám. VIII), São Domingos, Aguas Teñidas, etc. (Salkield, 1970; Blanco y Rothenberg, 1981; Domergue, 1990; Pérez, 1998).

Sin embargo, lo que había sido una actividad industrial de explotación a lo largo de toda esta comarca minera se vería reducida al cabo de unos años a los yacimientos con mayores reservas. Muchos de los yacimientos que habían sido rentables a lo largo de la primera mitad del siglo I d.C., dejaron de ofrecer estos buenos resultados. Y a lo largo de la segunda mitad del siglo I d.C. se irán abandonando lentamente, a medida que decrecían las partidas de minerales de buenas leyes. Entre estos yacimientos se encuentran algunos de los que habían dado fama a este distrito, Castillo de Buitrón, Cueva de la Mora, o Sotiel Coronada, en los que no se han encontrado evidencias materiales de épocas flavia y antonina. Pero esto no supuso que la minería de estos depósitos entrara en decadencia, pues existían algunos yacimientos en los que no dejaban de localizarse nuevas mineralizaciones con millones de toneladas, y sobre ellos se focalizó a partir de este momento la explotación minera. Entre estas minas se encuentran las de Riotinto, Tharsis y Aljustrel, en las que la producción fue creciendo a la par que el hábitat minero iba ampliándose progresivamente. A pesar de que en muchas minas hubiera cesado la producción, no por eso el fisco buscó otras fórmulas de explotación económica del territorio, no se dio paso a la colonización agrícola, desconocida en época alto-imperial en el Andévalo, el espacio geográfico de la Faja Pirítica con mayor concentración de minas.

Desde mediados del siglo I d.C. se vive así pues el momento de máximo esplendor de estas minas del suroeste, con estos principales yacimientos produciendo plata y cobre. Es el momento también en el que se van abandonando los asentamientos militares (*castella* y *preasidia*), y en el que se formalizan los grandes poblados mineros que acogen a la más variopinta población y servicios, pero en los que nunca se desarrollaron fórmulas de promoción ciudadana, ya que al ser territorios imperiales dedicados al monocultivo minero nunca pasarían de la categoría de simple *vicus*. Tres de ellos destacan sobre los demás, el de Llano de los Tesoros/Cortalago en Riotinto (*Urium*), el de Filón Sur en Tharsis (*Rubrae*), y el de Algares/Casa do Procurador en Aljustrel (*Vipasca*). Nunca destacaron por sus programas arquitectónicos y decorativos, pero en ellos se desarrolla un microcosmos que permite el autoabastecimiento de determinados bienes y servicios, mientras la administración imperial asegura el abasto de alimentos desde las zonas agrícolas y pesqueras más próximas, que de esta manera se desarrollan al compás de la minería.

Es probable que a partir de estas tres cabeceras se llevara a cabo la administración de este territorio, y esto las convierte además en sedes del funcionariado imperial. Junto a ellas proliferaran asimismo otro tipo de yacimientos mineros, desde las pequeñas oficinas minero-metalúrgicas, como la excavada en la mina de Aguas Teñidas (Pérez *et al.*, 2013), hasta simples poblados de materiales perecederos en yacimientos en los que se realizaban labores de prospección.

De este modo, la segunda mitad del siglo I d.C. y la primera mitad del siglo II d.C. fue la época dorada de la minería romana en el suroeste peninsular. Ya no se trataba de descubrir nuevos lugares de extracción, sino de optimizar la explotación de minas con depósitos que a veces alcanzaban más de un km de longitud y que en algunos lugares estaban formadas por varias masas. Todo esto debió complicar sobremanera la gestión de la minería, y ello coincide con la aparición en estos cotos mineros de las figuras de los *procuratores metallorum*, unos representantes de la administración imperial sobre los que caía la pesada tarea de organizar la vida en los poblados mineros y de vigilar y atender a las labores mineras, para que siguieran reportando los magníficos frutos que hasta ese momento habían ofrecido.

Los bronce de *Vipasca* (Aljustrel) son el testimonio que mejor permite acercarnos a la complejidad del trabajo de estos representantes del *fiscus* (Domergue, 1983; Mateo, 2001). A ellos competía todo lo que pudiera afectar de manera directa o indirecta a la minería. Estaban sometidas a su supervisión todas las cuestiones de la vida ciudadana en los poblados, el abastecimiento, los servicios y los problemas de policía. Hay que tener en cuenta que en estos poblados no vive solo la población dedicada a la minería y la metalurgia, sino todo un sector que ofrecía sus servicios a la población. Barberos, zapateros, maestros de escuela, etc., son mencionados en los bronce de Aljustrel, y el reglamento de la mina, que cumple en esto las mismas funciones de la leyes municipales en los municipios, fija las condiciones del ejercicio de estos trabajos, limitando abusos y, lo que es más importante, fijando la cuantía impositiva para el desarrollo de los mismos (Orejas *et al.*, 2013). Debió ser tanta la atracción de estos poblados mineros que el fisco buscó rentabilizar no solo la riqueza que salía del interior de los trabajos subterráneos, sino todo el caudal de riqueza que se movía alrededor de las minas. Un arduo cometido para el procurador, que tuvo que ser auxiliado por toda una corte de funcionarios imperiales (Hirt, 2010), tanto en las tareas de minería y la metalurgia (*praeses fodinae*), como aquéllas relacionadas con la contabilidad, el archivo, tesorería, etc. (*machinatores, probatores, arcarii vectigalis, commetarienses, assessores, dispensatores*, etc.). La vida de estos poblados mineros recuerda de cerca el trasiego diario de nuestros pueblos hasta hace años, con el pregonero (*praeco*) anunciando las subastas y las asociaciones (*collegia*) profesionales que aseguraban a sus miembros una sepultura digna en caso de muerte (*collegium salutare*). Entre estas asociaciones se debían encontrar las de los arrieros (*asinarii* y *muliones*), que también están recogidos en los bronce de Aljustrel, cuyo concurso era fundamental para el traslado de los minerales a las fundiciones y del metal a los puertos de embarque. El contingente de soldados (*milites*) destacado en la mina era una garantía de seguridad y sus funciones de policía se recompensaban con la entrada gratuita a determinados servicios, como los baños, que constituían la única actividad lúdica en estos apartados campamentos mineros, donde las luchas del circo o las carreras de caballos eran desconocidas. Sus vidas estaban pues alejadas de los beneficios de la *annona et spectaculis*, y sus horas libres solo podían ser empleadas en juegos domésticos como el *ludus lautruncolorum*, cuyas fichas aparecen corrientemente en las excavaciones. La ideología imperial en ellos no se transmite en los teatros y otros monumentos de espectáculos, sino en edificios administrativos donde desde época de Calígula (Hertel, 1982) y Claudio se van acumulando grupos escultóricos de la familia imperial (Pérez *et al.*, 2008). Otra parte importante de la población minera serían los arrendatarios de las concesiones (*conductores*), verdaderos inversores, que podían explotarlas directamente o, lo que consideramos que sería más frecuente, recurrir a subcontratistas o aparceros (*coloni*), que debían ser muy numerosos como para que se designe con este nombre a los habitantes de estos cotos mineros en los bronce de Aljustrel.

No sabemos la incidencia de los forzados a minas en la demografía de estos poblados, pero desde época republicana aparece este castigo. Con Sila la *lex Cornelia de sicariis et veneficiis* condena a minas a los suministradores de pócimas abortivas. La condena a minas (*damnatio ad metalla*) era prácticamente una condena capital, la segunda más grave después de la pena a muerte, reservada al robo a mano armada, al incendio intencionado o a los actos de violencia contra ciudadanos romanos. En la época de las grandes

persecuciones contra los cristianos del siglo III d.C. fue también frecuente la condena *in ludum vel metallum*.

Una idea general es que en las minas se encontraban gran cantidad de esclavos (Diodoro, V:38:1; Estrabón, XII:3:40), pero incluso en este caso, si no eran condenados podían tener su propio pecunio y pagar una sepultura digna. Los comentarios de Diodoro (V:36-38) sobre las minas de *Cathago Nova* han pesado mucho, pero esta referencia nos aleja de otra realidad que podía ser igualmente importante en las minas, el gran volumen de población de aluvión que encontró en estos poblados mineros mejores expectativas de vida de la que le ofrecían sus lugares de origen. No hay que pensar solo en los asalariados que venían a trabajar a las minas en aquellos tajos en los que era poco recomendable el empleo de mano de obra servil, mineros especializados en determinadas labores de minería y metalurgia, sino toda una amplia gama de posibilidades para mejorar las condiciones de vida, como los artesanos de los variados oficios que se necesitan en las minas, carpinteros, sogueros, herreros, esparteros, albañiles, alfareros, etc., que debían formar una parte de la población minera. La epigrafía recoge los nombres de algunos de estos emigrados, como el *figulus Lucius Iulius Reburinus* (Luzón y Ruiz, 1970), aunque en contadas ocasiones reflejan su ocupación. En las lápidas funerarias son escasas las menciones a esclavos, solo dos casos en Riotinto, *Germanus* (CILA I:34), que quizás debamos relacionar con un cautivo de guerra, y *Faustilla Flaviorum* (CILA I:35). Esta convivencia de los esclavos y libres en los poblados mineros queda patente en algunos de los capítulos de los bronceos de Aljustrel, como aquél relativo al robo de mineral, en el que se pena al ladrón si es esclavo con azotes y su venta, y con la confiscación de bienes y destierro del territorio de la mina si es libre (VIP II:10).

En fin, el universo cotidiano en estos grandes poblados mineros no difería mucho del que se desarrollaba en los municipios próximos a las minas, salvo el mayor control que exigían las explotaciones mineras, los peligros derivados de la contaminación ambiental de la calcinación del mineral al aire libre (Cauuet *et al.*, 1999), y el luto que provocaban los desgraciados y frecuentes accidentes en las labores subterráneas. La arqueología ha documentado algunos de estos factores de riesgo, como el grupo de mineros que murieron sepultados en una de las galerías de la concesión Dolores de Minas de Cala (Gonzalo y Tarín, 1886), o los efectos nocivos del empleo de plomo en las operaciones de recuperación de plata en las fundiciones, que desencadenarían enfermedades como el saturnismo. Pero por encima de éstos y otros aspectos negativos, hay que significar que los grandes centros mineros del suroeste, en especial Riotinto, Tharsis y Aljustrel, que alcanzaron grandes proporciones, superaron en crecimiento y en actividad económica a los pequeños municipios de las tierras de campiña, de vida más sosegada, solo alterada por el ritmo de las estaciones, las faenas agrícolas y fiestas religiosas que se adaptaban a ellas.

Cuando estas minas estaban en plena producción y sin que se atisbaran las más mínimas señales de decadencia, en el último cuarto del siglo II d.C. se paralizan de repente, y los poblados mineros, antes llenos de bullicio y de vida, se abandonan paulatinamente. Es poco lo que podemos aportar sobre este período crítico de la minería antigua, salvo constatar la gravedad de sus consecuencias, que marcará el ritmo de la minería romana y transformará profundamente los sistemas de producción metálica. Afectó de igual modo a todas las minas, a las que estaban dedicadas a la metalurgia argentífera, y a las que vivían del minado de los minerales de cobre. Es difícil de explicar esta decadencia

echando mano del argumento del agotamiento de las zonas de enriquecimiento, ya que la paralización fue general, sin secuenciar la parada de los trabajos en función de unas minas y otras. La consecuencia más grave fue que a la par que cesaban los trabajos mineros, desaparecida la fuente de riqueza alrededor de la cual giraba toda la vida de los poblados, éstos se abandonan y se convierten en ruinas, muchas de las cuales ya no volvieron a levantarse jamás. Así sucedió con el principal asentamiento de Riotinto, el Llano de los Tesoros/Cortalago, que se abandonó definitivamente. En otras se abandonan también los poblados, pero cuando la minería volvió a adquirir cierto tono, parte de las estructuras alto-imperiales se utilizan como áreas de necrópolis, y éste es el caso del poblado de Filón Sur en Tharsis, que en la segunda mitad del siglo III d.C. y comienzos del siglo IV d.C., recupera una cierta actividad, pero ya muy alejada de lo que había sido la producción en los siglos I y II d.C. En toda la Faja Pirítica solo el poblado de Aljustrel, una mina que solo había tenido producción de cobre, retomó una actividad significativa cuando la economía romana se recuperó con las reformas de Diocleciano y el impulso económico de la dinastía constantiniana. El asentamiento de Algarés vivió una segunda época dorada hasta principios del siglo V d.C. (Martins *et al.*, 2012), un retorno que también se detecta en el poblado de Marismilla en Riotinto (Pérez *et al.*, 2012), un pequeño poblado minero dedicado solo a la minería del cobre, alejado de la proyección urbana que había alcanzado el Llano de los Tesoros. De esta manera acaba la minería antigua en la Faja Pirítica, que se vio afectada como ningún otro sector por la crisis económica de fines del siglo II d.C., y aunque se intentó recuperar la producción, la minería y metalurgia de la plata se perdió para siempre. El cobre permitió la vuelta a la actividad en el siglo IV d.C., pero sin la intensidad y la fuerza con que se había desarrollado en siglos anteriores.

Explicar la crisis económica como el resultado de una crisis de la minería no tiene el menor sentido. Las minas aún conservaban suficientes reservas, que fueron explotadas en época bajo-imperial e incluso han sido el sostén de la minería contemporánea. Más bien habría que explicar este fenómeno al revés, el abandono del trabajo minero sucedió después de la crisis generalizada de la economía romana (Chic, 2005), cuyas causas de fondo todavía están en discusión. Sin un poder imperial fuerte y sin arrendatarios que pudieran invertir grandes sumas en la minería, era evidente que ésta no podía desarrollarse y alcanzar las ganancias que había generado hasta entonces. Hay que tener muy presente que la minería era fundamentalmente una actividad privada regulada por el poder imperial en tanto que era propietario de estas tierras. En el fondo la minería era una actividad que requería grandes capitales para sufragar las costosas labores de exploración, extracción y desagüe, y en un momento de recesión la falta de estas inversiones pudo originar el cese de la exploración de nuevas zonas de enriquecimiento, y con ello una drástica bajada de la productividad que acabó en su paralización. Aunque hubo de existir minería a partir de esta crisis, la falta de capitalización de las explotaciones convirtió a la minería de estas minas en una búsqueda anárquica y desorganizada de partidas de mineral que habían quedado sin explotar para asegurar el mantenimiento del sistema minero.

BIBLIOGRAFÍA

- BENDALA, M. (1987): "Ab ostio fluminis Anaee...", *Cuadernos de Prehistoria y Arqueología de la Universidad Autónoma de Madrid* 11/12, pp. 129-139.
- BLANCO, A. y ROTHENBERG, B. (1981): *Exploración Arqueometalúrgica de la provincia de Huelva*, Editorial Labor, Barcelona.
- BUSTAMANTE, M., PÉREZ, J.A., HERAS, F.J. y LAGARES, J. (2009): "El *castellum* romano de Valpajoso (Villarrasa, Huelva)", *IV Encuentro de Arqueología del Suroeste Peninsular*, Universidad de Huelva, Huelva, pp. 928-946.
- CARSON, R.A.G. (1952): "A hoard of Roman republican denarii from Riotinto, Spain", *Numismatic Chronicle* 12/Sixth Series, pp. 129-130.
- CAUQUET, B. (2004): "Apport de l'archéologie minière à l'étude de la mise en concessions des mines romaines aux II^e et III^e siècles. L'exemple de Vipasca (Aljustrel, Portugal) et d'Alburnus Maior (Roşia Montană, Roumanie)", *V Mesa Redonda Internacional sobre la Lusitania Romana: Las comunicaciones* (Gorges, J.G., Cerrillo E. y Nogales, T., eds.), Ministerio de Cultura, Cáceres, pp. 33-60.
- CAUQUET, B., DOMERGUE, C., DUBOIS, C., PULOU, R. y TOLLON, F. (1999): "La production de cuivre dans la province romaine de Lusitanie. Un atelier de traitement du minerai à Vipasca", *Économie et territoire en Lusitanie romaine*, Collection de la Casa de Velázquez 65, Madrid, pp. 279-306.
- CAUQUET, B., DOMERGUE, C. y DUBOIS, C. (2002): "Mine d'Aljustrel (Portugal), fouilles archéologiques dans les anciens réseaux miniers des Algarves", *Mineração no Baixo Alentejo II*, Câmara Municipal de Castro Verde, Castro Verde, pp. 38-97.
- CRADDOCK, P.T., FREESTONE, I.C., GALE, N.H., MEEKS, N.D., ROTHENBERG, B. y TITE, M.S. (1985): "The investigation of a small heap of silver smelting debris from Rio Tinto, Huelva, Spain", *Furnaces and Smelting Technology in Antiquity*, British Museum Occasional Paper 48, pp. 199-214.
- CRADDOCK, P.T., FREESTONE, I.C., y HUNT, M.A. (1987): "Recovery of silver from speiss at Río Tinto", *IAMS Newsletter* 10-11, pp. 8-11.
- CHAVES, F. (1986): "Hallazgo de monedas en Riotinto (Huelva)", *Estudios en Homenaje al Dr. Antonio Beltrán Martínez*, Universidad de Zaragoza, Zaragoza, pp. 863-872.
- CHAVES, F. (1988): "Aspectos de la circulación monetaria en dos cuencas mineras andaluzas, Riotinto y Cástulo (Sierra Morena)", *Habis* 18-19, pp. 613-637.
- CHIC, G. (2005): "Marco Aurelio y Cómodo. El hundimiento de un sistema económico", *La Hispania de los Antoninos (98-180)* (Hernández Guerra, L., ed.), Universidad de Valladolid, Valladolid, pp. 567-586.
- CHIC, G. (2008): "Los saltos y las explotaciones mineras", *Saltus, ¿Concepto geográfico, administrativo o económico?*, Boletín Arkeolan 15, pp.143-163.
- DELGADO, A. y REGALADO, M.^aC. (2010): "Rotae urionensis. Las norias romanas de Riotinto (Huelva, España)", *Patrimonio Geológico y Minero. Una apuesta por el desarrollo local sostenible*, Universidad de Huelva, Huelva, pp. 659-676.
- DOMERGUE, C. (1983): *La mine antique d'Aljustrel (Portugal) et les Tables de Bronze de Vipasca*, Éd. de Boccard, Paris.
- DOMERGUE, C. (1990): *Les mines de la Péninsule Ibérique dans l'antiquité romaine*, Collection de l'École Française de Roma 127, Roma.
- GARCÍA PALOMERO, F. (1980), *Caracteres geológicos y relaciones morfológicas y genéticas de los yacimientos del Anticlinal de Riotinto*, Diputación Provincial de Huelva, Huelva.
- GONZALO TARÍN, J. (1886): *Descripción física, geológica y minera de la provincia de Huelva*, Memorias de la Comisión del Mapa Geológico de España, Instituto Geológico y Minero de España, Madrid.
- GORGES, J.G. (1979): *Les villes hispano-romaines. Inventaire et problématique archéologiques*, de Boccard, Paris.
- HERTEL, D. (1982): "Calígula. Bildnisse vom Typus Fasanerie in Spanien. Ein Archäologischer Beitrag zur Geschichte des Kaisers Caius", *Madridener Mitteilungen* 23, pp. 258-295.
- HIRT, A.M. (2010): *Imperial mines and quarries in the Roman world. Organizational aspects 27 B.C. – A.D. 235*, Oxford University Press, Oxford.
- HUNT, M. (1988): "Metalurgia antigua de la plata, el cobre, y el hierro en las minas de Riotinto", *I Congreso Nacional Cuenca Minera de Riotinto*, Fundación Riotinto, Huelva, pp. 171-190.
- LE GLAY, M. (2002): *Grandeza y caída del Imperio Romano*, Cátedra, Madrid.

- LISTEL, J.M., MARCAUX, E., THIÉBLEMENT, D., QUESADA, C., SÁNCHEZ, A., ALMODÓVAR, G.R., y SÁEZ, R. (1998): "The volcanic-hosted massive sulphide deposits of the Iberian Pyrite Belt", *Mineralium Deposita* 33:1-2, pp. 2-30.
- LUZÓN, J.M. (1967): "Lucernas mineras de Río Tinto", *Archivo Español de Arqueología* 40, pp. 138-150.
- LUZÓN, J.M. (1968): "Sistemas de desagüe en las minas romanas del suroeste peninsular", *Archivo Español de Arqueología* 41, pp. 101-120.
- LUZÓN, J.M. y RUIZ, D. (1970): "El poblado minero romano de Riotinto", *Habis* 1, pp. 125-138.
- MARTINS, A., PÉREZ, J.A., BAPTISTA, H., BUSTAMANTE, M. y LAGARES, J. (2012): "Novos achados em Algares (Aljustrel, Portugal). Reflexões sobre o Vicus Vipascense", *Actas do V Encontro de Arqueologia do Sudoeste Peninsular*, Almodôvar, Câmara Municipal de Almodôvar, Almodôvar, pp. 293-412.
- MATEO, A. (2001): *Observaciones sobre el régimen jurídico de la minería en tierras públicas en época romana*, Universidade de Santiago de Compostela, Santiago de Compostela.
- OREJAS, A., SASTRE, I., y ZUBIARRE, E. (2013): "Organización y regulación de la actividad minera. Hispania altoimperial", *Paisajes mineros antiguos en la Península Ibérica. Investigaciones recientes y nuevas líneas de trabajo. Homenaje a Claude Domergue* (Zarzalejos, M., Hevia P. y Mansilla, L., eds.), Colección Arte y Humanidades, UNED, Madrid, pp. 31-46.
- OVEJERO, G. (2004): "Ossa Morena. La diversidad metálica", *Metallum. La Minería Suribérica* (Romero E. y Pérez, J.A., eds.), Universidad de Huelva, Huelva, pp. 49-69.
- PÉREZ MACÍAS, J.A. (1998): *Las minas de Huelva en la Antigüedad*, Diputación Provincial de Huelva, Huelva.
- PÉREZ MACÍAS, J.A. (1999), "Pico del Oro (Tharsis, Huelva). Contra argumentos sobre la crisis metalúrgica tartésica", *Huelva en su Historia* 7, pp. 71-98.
- PÉREZ, J.A. y DELGADO, A. (2007): "Los metalla de Riotinto en época julio-Claudia", *Las minas de Riotinto en época julio-claudia* (Pérez J.A. y Delgado, A., eds.), Universidad de Huelva, Huelva, pp. 37-185.
- PÉREZ, J.A. y DELGADO, A. (2011a): "El castellum de El Castillejo (El Campillo, Huelva): explotación romano-republicana en Riotinto", *Río Tinto, Historia, Patrimonio Minero y Turismo Cultural* (Pérez J.A. y Delgado, A., eds.), Universidad de Huelva, Huelva, pp. 45-75.
- PÉREZ, J.A. y DELGADO, A. (2011b): "Obras de romanos en Riotinto según los ingenieros de minas de los siglos y XIX", *Italica* 1, pp. 87-104.
- PÉREZ, J.A. y DELGADO, A. (2011c): "El Castillito (Paymogo, Huelva), un castellum romano en las minas de la Rivera de Malagón", *Actas de las I Jornadas de Patrimonio del Andévalo*, Diputación Provincial de Huelva, Huelva, pp. 127-150.
- PÉREZ, J.A. y DELGADO, A. (2011d): "Ingeniería minera antigua y medieval en el suroeste ibérico", *Boletín Geológico y Minero* 122:1, pp. 3-16.
- PÉREZ, J.A., DELGADO, A. y REGALADO, M.^a C. (2012): "El asentamiento romano en el paraje de Marismilla (Riotinto-Nerva, Huelva)", *Paisajes, Tiempos y Memoria* (Pérez, J.A., Carriazo J.L. y Ceballos, B., eds.), Universidad de Huelva, Huelva, pp. 45-83.
- PÉREZ, J.A., GONZÁLEZ, D., GARCÍA, A., y ECHEVARRÍA, A. (2013): "La fodina de Aguas Teñidas (Almonaster la Real, Huelva)", *Onoba* 1, pp. 219-242.
- PÉREZ, J.A., MARTINS, A., BUSTAMANTE, M., y LAGARES, J. (2012): *In Abditas Terras. Investigações arqueológicas em Aljustrel 2006-2009*, Consulcom, Huelva.
- PÉREZ, J.A., MATOS, J.X., y MARTINS, A. (2011): "Os scaurarii de Vipasca (Aljustrel, Portugal)", *Homenaje a Claude Domergue, Actas del V Congreso Internacional sobre la Minería y Metalurgia Históricas en el Suroeste Europeo*, SEDPGYM, Lleida, pp. 413-428.
- PÉREZ, J.A., SCHATTNER, TH. G., GIMENO, H., y STYLOW, A.U. (2008): "¿Claudius und Livia in Urium? Ein Statuenfund im Erzrevier von Riotinto (Prov. Huelva)", *Madridrer Mitteilungen* 49, pp. 302-340.
- PINEDO, I. (1963): *Piritas de Huelva. Su historia, minería, y aprovechamiento*, Summa, Madrid.
- PALMER, R.E. (1929): "Notes on some ancient mining equipments and system", *Transactions of the Institution of Mining and Metallurgy* 35, pp. 299-336.
- RUFETE, P. (2009): "El Castrejón, un asentamiento de época romana republicana", *Huelva Arqueológica* 22, pp. 5-43.
- SALKIELD, L.V. (1970): "Ancient slag in the south west of the Iberian peninsula", *La minería Hispana e Iberoamericana. Contribución a su estudio*, Cátedra de San Isidoro, León, pp. 85-99.

- TORNOS, F. (2008): “La geología y la metalogenia de la Faja Pirítica Ibérica”, *Macla* 10, pp. 13-23.
- VIANA, A., FREIRE, R. y DA VEIGA, O. (1954): “Minerações romanas de Aljustrel”, *Comunicações dos Serviços Geológicos do Portugal* 35, pp. 5-26.
- WILLIAMS, D. (1950): “Gossanized, breccia-ores, jarosites and jaspers at Rio Tinto, Spain”, *Transaction Institution of Mining and Metallurgy* 526, pp. 1-12.
- WILLIES, L. (1997): “Roman mining at Rio Tinto”, *Bulletin of the Peak District Mines Historical Society* 13:3, pp. 1-30.



Lám. I.—Calizas con costras de malaquita de Minas de Cala.



Lám. II.—Gossan jarosítico de Filón Sur de Tharsis.



Lám. III.—Galerías romanas de Filón Sur de Tharsis.



Lám. IV.—Lupia de escoria de cobre de la mina de Aguas Teñidas (Almonaster la Real).



Lám. V.—Placa de escoria de plata del escorial de Huerta Grande de Tharsis.



Lám. VI.—Poblado romano de Tres Cruces (Riotinto).



Lám. VII.—Estructuras del hábitat romano de Sotiel Coronada (Calañas).



Lám. VIII.—Muros del poblado romano de la mina de Silos de Calañas (La Zarza).

