









La *societas Sisaponensis*, los lingotes de Doña Rama-Belmez y la explotación minera de los montes de *Corduba*

Antonio Monterroso-Checa¹ , Claude Domergue², Christian Rico² ,
Mar Zorzalejos-Prieto³ , Fernando Palero-Fernández⁴ , Sabine Klein⁵ ,
Isabel María García-Magdaleno⁶, Pier Renato Trincherini⁷, Massimo Gasparini¹ ,
Francesca Marchegiani⁷, Juan Carlos Moreno-Escribano¹ , Stefano Nisi⁷ , y
José Rafael Ruiz-Arrebola⁸

¹Unidad de Investigación y Transferencia en Ciencias del Patrimonio (Grupo HUM 882), Área de Arqueología, Universidad de Córdoba <amonterroso@uco.es> <aa2gagam@uco.es>
<aa2moesj@uco.es>

²Laboratoire TRACES, Université Toulouse Jean Jaurès <claudedomergue263@gmail.com>
<rico@univ-tlse2.fr>

³Departamento de Prehistoria y Arqueología, Universidad Nacional de Educación a Distancia (UNED) <mzarzalejos@geo.uned.es>

⁴Kerogen Energy <fpalero@kesl.es>

⁵Ruhr-Universität Bochum <sabine.klein@bergbaumuseum.de>

⁶Unidad de Espectrometría de Masas y Cromatografía-SCAI, Universidad de Córdoba
<isabel.garcia@uco.es>

⁷Istituto Nazionale di Fisica Nucleare, Laboratori Nazionali del Gran Sasso
<pierre.trincherini@gmail.com>

<francesca.marchegiani@lngs.infn.it> <stefano.nisi@lngs.infn.it>

⁸Departamento de Química Orgánica, Universidad de Córdoba <qo1ruarj@uco.es>

Abstract: This article presents new information on the historical and productive context of mining exploration in the mountains of *Corduba* during Roman times, as well as on the management of resources. For as long as the epigraphic evidence has been known, it has been suggested that the *societas Sisaponensis* may have been present in the area and that it may have been involved in the production of lead and silver, despite its famous association with cinnabar exploitation, as mentioned in a well-known passage by Pliny the Elder. Our research in the north of Córdoba province and archaeometric analyses carried out on three lead ingots recovered from the site of Los Escoriales de Doña Rama, located in the Sierra de Gata (Belmez-Córdoba), advance our understanding of these problems, as they allow us to propose new questions about the exploitation of these sites and the activity of the *societas*. The ingots were found in a Roman mine-metallurgical facility, which is exceptional, and bear an inscription, S S, which undoubtedly links them to the *societas Sisaponensis*.

Keywords: Hispania, mining archaeology, archaeometry, Pb isotopes

Resumen: El objetivo principal de este trabajo es presentar importantes novedades sobre el marco histórico y productivo de la explotación minera de la sierra de *Corduba* en época romana, así como de la gestión de sus recursos. Desde hace años y a partir de la documentación epigráfica disponible, se ha venido apuntando una posible presencia en este territorio de la *societas Sisaponensis* y de la explotación de plomo y plata por su parte, a pesar de la afamada vinculación con el beneficio del cinabrio que recoge un conocido pasaje de Plinio. Nuestras investigaciones en el norte de Córdoba y los análisis arqueométricos realizados sobre tres lingotes de plomo

recuperados en el paraje de Los Escoriales de Doña Rama, situado en la Sierra de Gata (Belmez-Córdoba), suponen una superación de la frontera del conocimiento sobre los aspectos reseñados, ya que permiten contrastar estas dos hipótesis tradicionales y proponer nuevas cuestiones sobre la explotación de estos parajes y la actividad de esta *societas*. Estos lingotes fueron encontrados en una instalación minero-metalúrgica romana, algo que es excepcional, y conservan una inscripción, S S, que los vincula sin duda con la *societas Sisaponensis*.

Palabras clave: Hispania, minería, arqueología, arqueometría, isótopos de Pb

Minería y metalurgia en el Valle del Guadiato: El yacimiento de Los Escoriales de Doña Rama-Belmez

La gran riqueza minera de la península ibérica alimentó un desarrollo muy importante de esta actividad en época romana, gracias a la diversidad de minerales y tipos de yacimientos explotados durante el prolongado período comprendido entre el siglo II a.C. y la Antigüedad Tardía. Este asunto ha sido intensamente estudiado en las últimas décadas, desde las investigaciones generales de C. Domergue a los análisis sobre regiones y territorios concretos¹ (Fig. 1). En el sureste, las explotaciones de galena argentífera de la Sierra de Cartagena-La Unión, el área de Mazarrón y la zona almeriense tuvieron una gran importancia desde el período tardorrepblicano.² Un peso importante adquirieron en tiempos altoimperiales las explotaciones de cobre, plata y oro del suroeste peninsular,³ objeto ya de un intenso interés minero desde tiempos prerromanos. Pero, sin duda, entre las áreas mineras hispanas más célebres e intensamente analizadas se encuentran las explotaciones auríferas del noroeste y el Tajo, con un despliegue de medios e infraestructuras para el beneficio sin precedentes desde el período augusteo.⁴ La cuarta gran región minera hispana se localiza en Sierra Morena, un amplio territorio donde se explotaron mineralizaciones de galena argentífera, cobre, hierro y cinabrio. En el ámbito oriental el aprovechamiento tuvo lugar a partir del siglo II-I a.C. en los distritos de Linares-La Carolina,⁵ al igual que sucede en los distritos de Alcuña y Almadén,⁶ situados en la vertiente norte de la Sierra. En el área occidental de Sierra Morena se localizan los ámbitos mineros de las actuales provincias de Badajoz y Sevilla, donde se conocen yacimientos de galena argentífera, hierro y cobre, algunos de ellos gestionados desde núcleos como *Munigua* (Villanueva del Río y Minas, Sevilla).⁷

El área cordubense, en el sector central de Sierra Morena, en que se inscribe el presente estudio, es un ámbito de gran importancia que demanda un estudio actualizado (Fig. 2). No en vano, se trata de un sector logístico decisivo para entender la enorme potencia

¹ Domergue 1987; Domergue 1990; Orejas y Rico 2012; Zarzalejos, Esteban, et al. 2012; Zarzalejos, Fernández-Ochoa, et al. 2012; Orejas y Sánchez-Palencia 2014; García et al. 2017, entre otras.

² Antolinos 2019.

³ Pérez y Delgado 2014.

⁴ Sánchez-Palencia 2000; Sánchez-Palencia 2003.

⁵ Gutiérrez 2010; Arboledas, 2007; Arboledas et al. 2014.

⁶ Fernández-Ochoa et al. 2002; Zarzalejos, Esteban, et al. 2012; Zarzalejos, Fernández-Ochoa, et al. 2012.

⁷ Schattner et al. 2012.



Fig. 1. Ámbitos mineros de España en la Antigüedad sobre base. (©IGN-PNOA)



Fig. 2. Ámbitos mineros de Sierra Morena en la Antigüedad sobre base. (©IGN-PNOA)

financiera de la propia Córdoba y el Valle Medio del Guadalquivir desde la Protohistoria a la Antigüedad.⁸ En las tierras del antiguo *Conventus Cordubensis* estaría precisamente la principal fuente de financiación de las riquísimas familias que, en época romana, impulsaron la edilicia de la capital de la Bética.⁹ Y aquí pudo estar también la razón, quizás, que ayudaría a entender por qué Agripa situó en *Colonia Patricia* la única ceca imperial de Occidente hacia el XIX a.C.¹⁰

⁸ Rodríguez 2019; Monterroso-Checa et al. 2023.

⁹ Ventura 1999.

¹⁰ García-Bellido 2006.

Ese territorio minero del área cordobesa fue, sin embargo, uno de los primeros en ser objeto de análisis arqueológicos sistemáticos a nivel peninsular, a raíz de las investigaciones emprendidas por J. M. Blázquez, C. Domergue y P. Sillières sobre minería, metalurgia, intercambios, sociedad y paisaje en torno a la célebre mina de La Loba en Fuente Obejuna.¹¹ Este yacimiento tuvo una primera explotación cuprífera, que se ha relacionado con el asentamiento calcolítico y tartésico del Cerro de los Castillejos. Hasta ahora, es el único caso en este ámbito en el que se han documentado diversos momentos de explotación de un mismo frente antiguo, si bien, con un fuerte hiato temporal entre ellos.¹² En su fase tardorrepblicana se exploraron los filones o rafas antiguas y se excavó parte del poblado, documentando distintas etapas de extracción.

En época imperial, C. Domergue¹³ recoge algunos sitios en la Sierra de Los Santos, como Doña Rama, Los Eneros, San Bartolomé, La Lagunilla o El Piconcillo, que ilustran el auge de la industria más floreciente, la de la galena argentífera, como ya ocurría en la segunda fase de La Loba. Se trata de un reducido número de centros mineros, por ahora, con escasa documentación cartográfica, planimétrica y, en general, arqueológica. A esa serie, J. García Romero añadió después La Pastora y el Cerro del Viandar, que comparecen en la Sierra de los Santos junto a San Bartolomé y Doña Rama, al tiempo que, siguiendo a Domergue,¹⁴ dividió El Piconcillo en cuatro yacimientos individualizados.¹⁵ Como en los casos anteriores, no hay mucha más documentación que la mera noticia de su existencia.

El yacimiento de Los Escoriales de Doña Rama (Belmez), sobre el que ahora tratamos (Fig. 3), aporta conocimiento a partir de su caracterización como un posible *vicus* minero-metalúrgico y la posible identificación de la *statio* o área de almacenamiento y administración donde estarían custodiados los lingotes. Tres de ellos, piezas únicas en su género en este contexto serrano, constituyen los documentos de análisis que dan pie a la interpretación del marco productivo y de gestión de las explotaciones que aquí presentamos.

En cuanto a este yacimiento, los antecedentes de análisis arqueológico se reducen a sumarias noticias, como su mención en los catálogos de E. Márquez¹⁶ y C. Domergue,¹⁷ quién recogió allí algunas cerámicas del siglo I d.C, así como fragmentos de litargirio entre los depósitos de escorias. El entonces director del Museo de Belmez y del Territorio Minero, A. Daza,¹⁸ anotaba asimismo la existencia en este lugar de una fundición de cobre y de una factoría metalúrgica. Posteriormente, J. García¹⁹ calificaba también el yacimiento como una fundición de galena argentífera. A. Daza dejó noticia de la presencia de estructuras y materiales romanos de muy diverso tipo en superficie, que relacionó con un asentamiento de época republicana por el hallazgo de cerámicas

¹¹ Blázquez et al. 2002.

¹² Blázquez et al. 2002, 25–47.

¹³ Domergue 1990, 46 y 202.

¹⁴ Domergue 1987, I, 141–44; Domergue 1990, 523, fig. 9.

¹⁵ García 2002, 180–83.

¹⁶ Márquez 1983, 227.

¹⁷ CO 26 y CR 4 en Domergue 1987.

¹⁸ Daza 1998, 238.

¹⁹ García 2002, 108.



Fig. 3. Yacimiento de Los Escoriales de Doña Rama-Belmez sobre ortofoto. (©PNOA-Actual)

camparienses.²⁰ Constató también pesas y balas de plomo, escorias e incluso un pavimento en ladrillo que imita el *opus sectile* marmóreo y que depositó en el museo belmezano.²¹ Estos hallazgos le instaron a elaborar una solicitud de declaración del yacimiento como Bien de Interés Cultural (BIC),²² algo que nunca se llegó a materializar. Fue el propio Daza quién citó por primera vez la existencia de un lingote de plomo de 32 kg con la inscripción S S,²³ aunque no se llevó a cabo ningún trabajo sobre él, ni queda constancia gráfica de la pieza entera ni, por último, de la presencia de las citadas letras S S en otros lingotes distintos a los aquí presentados.

J. A. Morena,²⁴ basándose en el informe para la declaración de BIC presentado por A. Daza y J. García posteriormente, relacionaba con el citado yacimiento una serie de piletas y canales de agua. Este último citaba igualmente la existencia de “unos cincuenta hornos de tostación y refino, de 1,5–1,8 m de diámetro y hasta 1 m de profundidad, alineados en grupos, formando campos de hornos intercomunicados mediante canales de tiro en la llanura, o escalonados en la ladera”.²⁵ Asimismo, dejaba constancia de la existencia de fuelles con toberas cerámicas²⁶ y, por último, aportaba una foto del lingote del museo de Belmez, que adscribe al tipo I b de Domergue.²⁷

J. García describía también con cierto detalle las estructuras que se sitúan en la ladera, relacionándolas con un almacén, con dependencias “laborales y señoriales” dominando la explotación, con muros de 0,70 × 40 m, pasillos de 1 m de anchura y habitaciones de 3 × 3 m. Cita igualmente la existencia de algunas basas de ladrillos acuñados, una pequeña tapadera, cuencos de paredes rectas, *tegulae*, ánforas Dressel 1B, un fragmento de *terra sigillata* sudgálica y uno de *terra sigillata* hispánica de Andújar y canutos de litargirio,²⁸ ratificando lo ya observado por C. Domergue. Todos estos datos han vuelto a ser incorporados más recientemente en una valoración sintética sobre la minería y metalurgia romana en el término de Belmez, donde Doña Rama se califica como un centro de producción de mediana/gran envergadura.²⁹

La mayor afección antrópica a este yacimiento se produjo en el transcurso de la construcción del gasoducto Magreb-Europa en la década de 1990. Se efectuó una sumaria prospección superficial, dentro de las múltiples realizadas en el recorrido del gasoducto, que prácticamente no ofrece mayor novedad.³⁰ Cuando se practicó la zanja para albergar la tubería, se descubrieron restos de muy diverso tipo pertenecientes al yacimiento en una amplia zona de este sector, entre ellos, además de los lingotes y

²⁰ Morena 1999, lám. V.

²¹ Morena 1999, lám. V–VI.

²² Morena 1999, 3. El BIC es una figura jurídica que se aplica en España a la protección de bienes patrimoniales de carácter mueble o inmueble de diferente naturaleza, a partir de su regulación por la Ley 16/1985 del Patrimonio Histórico Español.

²³ Morena 1999, 12.

²⁴ Morena 1999, lám. X–XII.

²⁵ García 2002, 600, 656 y 663.

²⁶ García 2002, 148.

²⁷ García 2002, 693, fig. 170.

²⁸ García 2002, 148.

²⁹ Aroca y Moreno 2015.

³⁰ Morena 1999, 3–4.

diversas estructuras, también se hallaron tumbas en cista en el margen suroeste del yacimiento.

En el reconocimiento del yacimiento que hemos realizado mediante ortofotografía aérea y procesamiento de los datos LiDAR-PNOA (Plan Nacional de Ortofotografía Aérea) no hemos hallado traza de esos 50 hornos citados por J. García. En el sitio, nos parece igualmente que las piletas y canales relacionados con la actividad metalúrgica que allí se encuentran no presentan técnica edilicia romana y deben corresponderse con un aprovechamiento moderno; quizás con el período de refundición de escorias que se produjo en los siglos XIX y XX por iniciativa de la Sociedad Minero Metalúrgica de Peñarroya-Pueblonuevo.

En el presente, el yacimiento está situado entre dos propiedades privadas, en un paraje que en el Mapa Topográfico Nacional de 1895 se denomina Casa de Los Escoriales de Doña Rama. El sitio se localiza en la vertiente meridional de la Sierra de Gata, situado parte en ladera y parte en llano. La zona de ladera, que alberga el asentamiento minero-metalúrgico, está ocupada por especies del bosque mediterráneo, mientras que la zona baja, dedicada a pastos, carece de cubierta arbórea.

En la parte de ladera, el procesamiento de los datos LiDAR-PNOA del Instituto Geográfico Nacional muestra unas construcciones en terraza de unos 130 m de longitud y 40 m de anchura (Fig. 4 a-b). Hay al menos dos niveles escalonados de construcciones. Se conserva visible el cimiento o una hilada del alzado de mampostería de roca local en casi toda esa extensión, que es la captada por el sensor LiDAR (Fig. 5 a-d). La zona es rica en artefactos arqueológicos, destacando la masiva presencia de escorias. Debe tratarse del poblado cercano a la instalación metalúrgica siguiendo el ejemplo de La Loba. No es de descartar que este centro metalúrgico tratase minerales de diversos depósitos metálicos existentes en un entorno geográfico cercano aun cuando haya extracciones en la cima de esta sierra.

En la zona de pastos (Fig. 5 e-f) se conserva otro sector del yacimiento, cuya existencia ha generado una loma, como puede apreciarse igualmente mediante el procesado de los datos LiDAR-PNOA, y al suroeste de la misma se hallaron también las tumbas antes reseñadas. Toda la zona está cubierta de un manto de artefactos arqueológicos y estructuras. Es aquí donde aparecieron durante las labores ya señaladas de la década de 1990 dos lingotes juntos. En una superficie tan reducida, se podría pensar que era el lugar donde se almacenaba y gestionaba el material procesado en la fundición. Sólo una excavación podría confirmar esta hipótesis.

Aunando la zona existente entre el asentamiento minero y el hipotético espacio de almacenamiento, el yacimiento tendría una superficie mínima de unas 6,5 ha. Como se decía, ha sido explotado masivamente desde el siglo XIX-XX, como testimonia la vasta cantidad de escorias completamente vitrificadas que quedan en el sitio.

Los datos LiDAR parecen también sugerir que pudo existir un posible fortín militar, justo en el cerro situado al sureste de la explotación; aunque esta posibilidad debe confirmarse por otros medios. Este tipo de instalación se identifica con frecuencia en los territorios mineros, configurando un paisaje de control estratégico en las áreas de producción.³¹

³¹ Pérez 2018, 114.

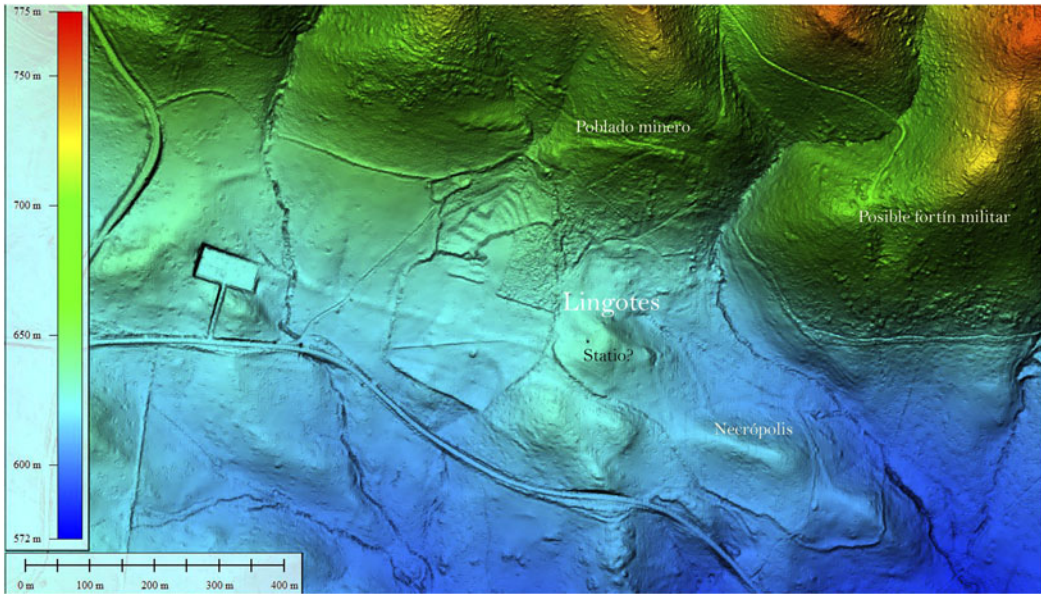


Fig. 4a. Yacimiento de Los Escoriales de Doña Rama-Belmez sobre Modelo Digital del Terreno. (©LiDAR-PNOA)

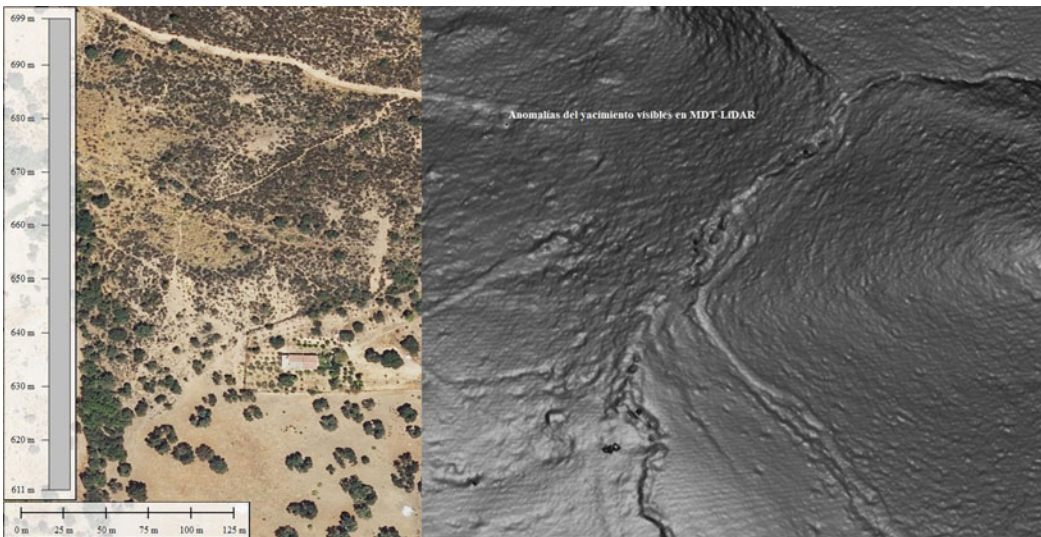


Fig. 4b. Modelo Digital del Terreno y Ortofoto PNOA del asentamiento minero procesado desde datos. (©LiDAR-PNOA y ©PNOA-Actual)

Los lingotes

Como bien se sabe, el lingote es un producto comercial, resultado de la última fase de la cadena operatoria de la transformación de un mineral metalífero, en nuestro caso la galena argentífera. El plomo, que se obtenía mediante un doble proceso metalúrgico y después de haber recuperado la plata del mineral, era acondicionado en barras alargadas en lingoteras

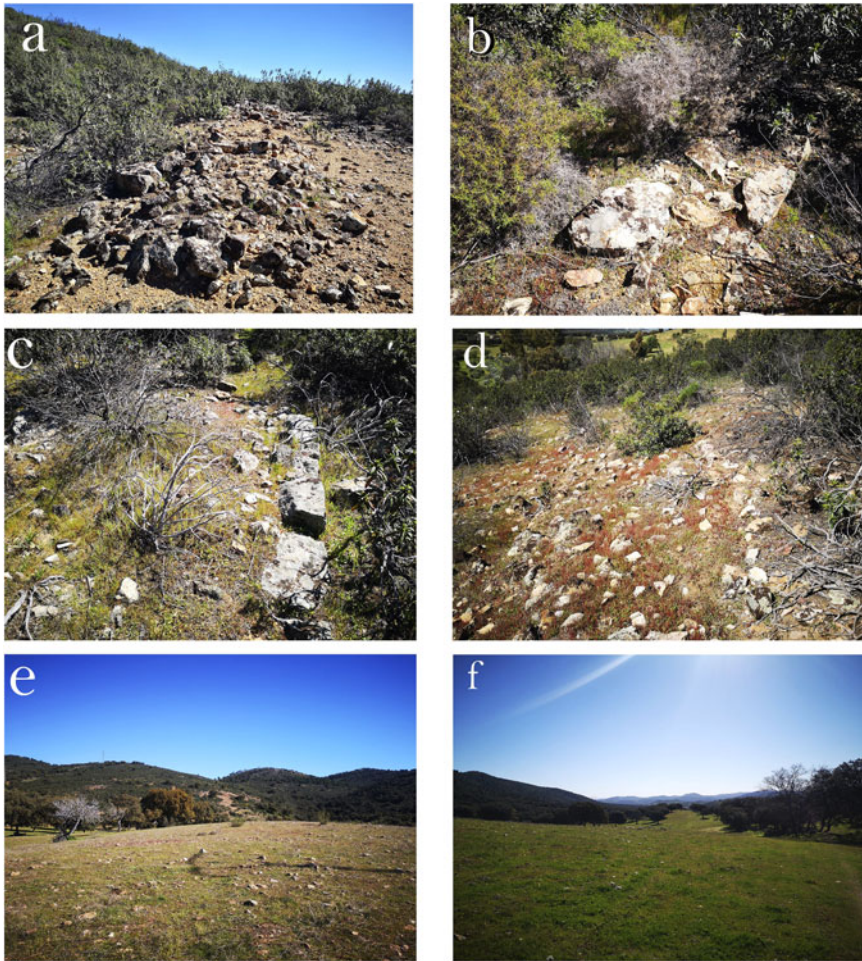


Fig. 5. (a), (b), (c) y (d) Construcciones en ladera situadas en el sector a monte del yacimiento; (e) y (f) Sector inferior del yacimiento situado en llano. (©Proyecto MEI-Heritage UCO)

para su posterior difusión.³² Estos lingotes son bien conocidos por los numerosos ejemplares que han llegado hasta nosotros. La mayor parte proviene de contextos arqueológicos subacuáticos, de pecios o restos de los barcos en los que fueron cargados para su comercialización y hundidos con ellos en las rutas marítimas que unían los sectores productivos y sus mercados.³³ Más raros son los lingotes encontrados en sitios terrestres, ya en los lugares de su destino, como por ejemplo los documentados en Pompeya y Herculano,³⁴ y anecdóticos son los que fueron hallados en los mismos enclaves que los producían.³⁵ Este parece ser el caso de los tres lingotes objeto de este estudio, ya que, en primera instancia, podría pensarse que fueron fabricados en la

³² Sobre la tipología de los lingotes de plomo y el proceso de fabricación, véase en última instancia, Domergue y Rico 2023, 155–59 y 170–71.

³³ Una síntesis, para el comercio del plomo hispánico, en Domergue y Rico 2018, 197–200.

³⁴ Domergue y Rico 2023, nos. 4001 y 4006.

³⁵ Por ejemplo, los lingotes encontrados en el siglo XIX en el Coto Fortuna de Mazarrón, marcados con el nombre de la *societas* que explotaba este distrito cerca de Cartagena (Antolinos y Díaz

misma fundición de Doña Rama, donde se hallaron, y así parece confirmarlo el estudio arqueométrico que se expone a continuación.

Descripción y medidas

Según se ha indicado con anterioridad, uno de los tres lingotes (no. 3) fue recuperado en tiempos de A. Daza y sólo se conserva una mitad, muy alterada, en el Museo de Belmez. Parece haber recibido una fuente de calor que la ha alterado completamente y no se conservan trazas de la eventual inscripción.

Los otros dos lingotes (nos. 1 y 2), inéditos, fueron donados al Museo Histórico de Belmez y del Territorio Minero por los propietarios de las parcelas en que se extiende el yacimiento.³⁶ El lingote no. 2 está en perfecto estado de conservación, mientras que el no. 1 ha sido sumariamente dañado por un objeto cortante en la zona de la inscripción sin afectar demasiado a los caracteres, pero ninguno de ellos presenta alteración de patinas o cualquier tipo de oxidación.

Los tres lingotes (Figs. 6 y 7) pertenecen al tipo D2 de Domergue y tienen formas más o menos semejantes, pero pesos distintos (Tabla 1). El lingote no. 1 pesa 32,5 kg mientras que el lingote no. 2 pesa 23,5 kg. El lingote no. 3, del que se conserva casi la mitad, debió pesar igualmente unos 32 kg en origen, ya que la porción conservada pesa casi 15 kg.

La morfología y dimensiones de las cartelas con las letras S S conservadas en los lingotes nos. 1 y 2 (Fig. 8 a–b) denotan que no se hicieron con la misma matriz, dado que la distancia de los caracteres respecto al marco de la cartela es distinta. Están más cerca las letras del marco en el no. 1 que en el no. 2, donde figuran más centradas. Igualmente, en el lingote no. 1 las letras no guardan la misma altura, estando algo más cerca del marco la segunda letra S.

Por lo que respecta a la forma, el lingote no. 3 tiene un acusado perfil troncopiramidal en comparación con los lingotes nos. 1 y 2, distinguiéndose más netamente una mayor anchura en un extremo que en el otro.

Analíticas

La necesidad de analizar la composición y la firma isotópica de los lingotes viene dada por dos cuestiones. La primera es dilucidar si estos lingotes de plomo son producto de desplatación de galenas argentíferas o, por el contrario, provienen de galenas de bajo contenido en Ag. La segunda es la de dilucidar la proveniencia del mineral de estos lingotes. Esta segunda cuestión realmente podría resultar algo superflua, puesto que los lingotes provienen de un yacimiento catalogado como minero-metalúrgico, los Escoriales de Doña Rama-Belmez, situado en esos montes de Córdoba donde ya sabemos que operaba la *societas Sisaponensis*. Y, de hecho, lo más importante antes de iniciar y sacar conclusión alguna sobre las analíticas, es recordar que los lingotes llevan una inscripción

2012) o los marcados por los hermanos *Roscii* hallados en el Cortijo de Roche, cerca de la gran mina cartagenera del Cabezo Rajado (Domergue y Rico 2023, no. 1064).

³⁶ Hay que agradecer a sus donantes su responsable actuación con el patrimonio belmezano e hispano, puesto que este asunto trasciende el interés puramente local. Los lingotes fueron depositados en el Museo Histórico y del Territorio Minero de Belmez por el primer autor de este trabajo.



Fig. 6. Lingotes 1, 2 y 3. Fotogrametría. Vistas longitudinales, frontales y secciones. (©Proyecto MEI-Heritage UCO)

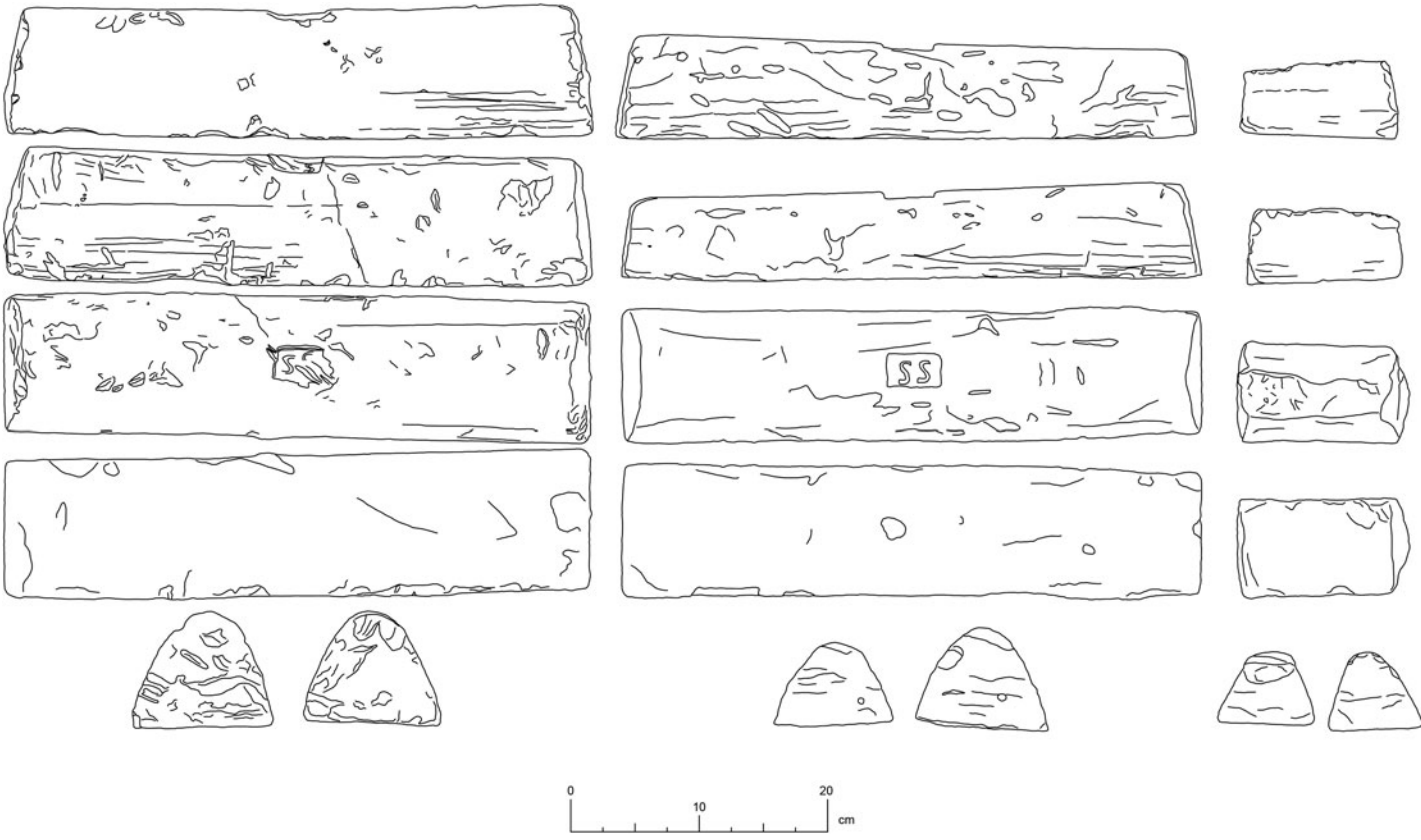


Fig. 7. Lingotes 1, 2 y 3. Dibujos. Vistas longitudinales, frontales y secciones. (©Proyecto MEI-Heritage UCO)

Tabla 1.
Dimensiones de los tres lingotes.

	<i>Longitud base (a)</i>	<i>Anchura base (b)</i>	<i>Altura dorso (c)</i>	<i>Longitud dorso (d)</i>	<i>Longitud cartela (e)</i>	<i>Anchura cartela (f)</i>	<i>Profundidad cartela (g)</i>	<i>Altura letra</i>
<i>Lingote 1</i>	45 cm	10,8 cm	8,6 cm 8,9 cm	10,3 cm	3,6 cm	2,4 cm	0,8 cm	1,6 cm
<i>Lingote 2</i>	45 cm	10 cm	6,4 cm 7,5 cm	9,2 cm 10,1 cm	4,3 cm	2,6 cm	0,8 cm	1,6 cm
<i>Lingote 3</i>	20 cm	11 cm	9 cm	Fracturado	No conserva	No conserva	No conserva	No conserva

que confirman que fueron producidos por dicha sociedad. Por lo tanto, estando en sus dominios cordubenses, muy difícil o inverosímilmente, se pueden aducir o imaginar razones para pensar que los lingotes o su material vengan de otra geografía hispana. Aun así, procedimentalmente, los hemos sometido a la metodología pertinente como se expone a continuación.

Por una parte, se ha caracterizado su composición y por otra se ha indagado e interpretado convenientemente cuanto permite deducir su firma isotópica.

ANÁLISIS QUÍMICO DE LOS LINGOTES—Para la realización de esta analítica se descartó prudentemente el lingote no. 3 por la corrosión y termoalteraciones que presenta y se tomaron muestras en las caras inferiores de los lingotes nos. 1 y 2. Se prepararon en ambos lingotes tres muestras de unos 0,5 gramos en cada una de ellas, disponiendo de duplicados para ratificar los resultados analíticos de cada lingote.

Para el análisis cuantitativo de los elementos químicos presentes en estas muestras se empleó la técnica de espectrometría de masas con plasma de acoplamiento inductivo (ICP-MS). Las muestras tomadas de los lingotes fueron digeridas con ácido nítrico en un equipo DigiPrep, utilizando vasos de teflón para evitar contaminaciones, con temperatura regulada durante 90 minutos. La digestión así obtenida fue convenientemente rebajada empleando una disolución de ácido nítrico al 10 por ciento para su correspondiente análisis por ICP-MS. Estos análisis se llevaron a cabo en un analizador PerkinElmer NexION 350X. Los análisis se realizaron en la Unidad de Espectrometría de Masas y Cromatografía (EMC) de los Servicios Centrales de Apoyo a la Investigación de la Universidad de Córdoba.

Los resultados obtenidos se muestran en las Tablas 2 y 3. Se puede ver que ambos lingotes presentan un contenido de Pb en torno al 98 por ciento. El cobre es el metal más abundante como impureza, entre 1,67% y 1,93%. El resto de los elementos traza son el níquel, la plata y el antimonio, cuya presencia posiblemente esté relacionada con la fuente del mineral de plomo. Se puede comprobar que la composición de ambos lingotes es muy parecida, lo que indica que ambos proceden de la misma colada, resultado de un mismo proceso de obtención y seguramente de los mismos minerales.

Los Escoriales de Doña Rama se localiza en la comarca cordobesa del Alto Guadiato fronteriza con Extremadura, que desde el punto de vista minero se caracteriza por una gran profusión de manifestaciones de minerales de plomo-plata que constituyeron los distritos mineros de Fuente Obejuna, en Córdoba, y de Azuaga, en Badajoz. Ambos distritos presentan una gran similitud desde el aspecto puramente geológico y



Fig. 8a. *Lingote 1. Marcas SS. (Imagen ©Proyecto MEI-Heritage UCO)*



Fig. 8b. *Lingote 2. Marcas SS. (Imagen ©Proyecto MEI-Heritage UCO)*

metalogénico, por lo que pueden considerarse como la misma entidad a dichos efectos. Las mineralizaciones metálicas de esta comarca consisten principalmente en filones de galena con rumbo principal noreste–suroeste a este-noreste–oeste-suroeste, emplazados en fracturas que afectan a rocas sedimentarias y metamórficas de un amplio rango de edades que van desde el Precámbrico superior al Carbonífero silésico. Estas mineralizaciones se caracterizan por ser argentíferas, con casos de elevados contenidos en el noble metal, especialmente frecuentes en un entorno cercano a Doña Rama.

Tabla 2.
Resultados de ICP-MS del lingote no. 1. (Cantidades en porcentaje en peso.)

<i>Elemento</i>	<i>Muestra 1</i>	<i>Muestra 2</i>	<i>Muestra 3</i>	<i>Valor medio</i>
Plomo	97,948	98,024	97,814	97,928
Cobre	1,867	1,756	1,935	1,852
Níquel	0,018	0,017	0,020	0,018
Antimonio	0,160	0,195	0,223	0,192
Plata	0,007	0,008	0,008	0,007

Tabla 3.
Resultados de ICP-MS del lingote no. 2. (Cantidades en porcentaje en peso.)

<i>Elemento</i>	<i>Muestra 1</i>	<i>Muestra 2</i>	<i>Muestra 3</i>	<i>Valor medio</i>
Plomo	98,136	97,924	98,042	98,034
Cobre	1,678	1,846	1,741	1,755
Níquel	0,016	0,020	0,019	0,018
Antimonio	0,164	0,203	0,191	0,186
Plata	0,006	0,007	0,007	0,007

Los resultados analíticos en los lingotes muestran unos contenidos muy bajos en Ag, muy por debajo de lo que en general muestran las galenas de Sierra Morena.³⁷ Son muy raras las galenas que contienen menos de 100 ppm de Ag, siendo unas de las menos argentíferas las del distrito de Linares, cuyos contenidos en concentrados cercanos al 80% de Pb oscilan entre 170 y poco más de 200 ppm.³⁸ Sin embargo, los lingotes tienen unos contenidos inferiores a 80 ppm, lo que está indicando que ya no se trate de un plomo de obra y que ha debido sufrir un proceso de desplatación.

Como se ha mencionado, en el entorno cercano al sitio de Los Escoriales de Doña Rama, los depósitos minerales plumbíferos son argentíferos, como es el caso del grupo minero de Los Eneros, donde en tiempos modernos se trabajó un filón principal y otros satélites con una ley media del mineral del 40% de Pb con 1,200 g/t de Ag, y 34% de Pb con 1,280 g/t de Ag.³⁹ Cerca de Fuente Obejuna, se hallan las minas de Viñas Perdidas, con minerales del 38 al 42% de Pb con 1.600 ppm de Ag.⁴⁰ Otro yacimiento argentífero cercano es el de La Loba, donde los romanos trabajaron con intensidad, como ya se ha indicado anteriormente. Aún cercano a Doña Rama se localiza otro importante yacimiento de galena que fue el de La Unión-Santa Bárbara, donde a principios del siglo XX se explotó otro importante filón de galena argentífera bajo los trabajos mineros romanos.⁴¹ Algo más al oeste se encuentra el campo filoniano de Azuaga, que destaca, sin embargo, por contar con menores contenidos en plata, pero con minerales de grano más grueso y, por ello, más fáciles

³⁷ Palero y Martín-Izard 2005, tabla 4, 16–17; ENADIMSA y Dir. General de Minas 1971, 24, cuadro II; Rodríguez et al. 2000, 5, tabla I.

³⁸ Moreda y Dueñas 1991, 97, tabla VII.

³⁹ Carbonell 1947, 62.

⁴⁰ Becerril y de la Concha 1949, 4.

⁴¹ Becerril y de la Concha 1949, 6.

de concentrar y tratar. En un ensayo de concentración de estos minerales se consiguió una ley en Pb de 81,47% con un contenido en Ag de 160 ppm.⁴²

Igualmente, resulta muy revelador el contenido en antimonio de los lingotes que, como los análisis indican, es alto, entre las 1.600 y las 2.230 ppm. Antes que nada, hay que indicar que existe una clara correlación positiva entre el contenido en Ag y el de Sb en las galenas argentíferas,⁴³ ya que a muchas de estas menas lo que las enriquece en plata son microinclusiones de sulfoantimoniuros de plomo y cobre que contienen el metal noble (bournonita, freibergita, tetraedrita, etc.). Por ejemplo, en las galenas argentíferas del Valle de Alcudia, los contenidos en Sb están entre 3.000 y 7.000 ppm, que contrastan con los de las galenas pobres en plata, que rara vez llegan a las 2.000 ppm. En la mina de Los Eneros, muy cercana Doña Rama, el contenido en Sb era de unas 5.000 ppm/tm de Pb metal.⁴⁴ Como referente de galenas pobres en Ag, en el caso de las galenas de Linares, los valores de Sb son del orden de sólo 127 ppm en La Cruz⁴⁵ y de 300 ppm en las minas de Adaro⁴⁶ en los concentrados de mineral vendible. Esos altos valores de Sb en el metal de nuestros lingotes estarían indicando un origen de galenas argentíferas como los repetidos ejemplos que hay en el entorno de Doña Rama, ya que, aunque una parte se haya perdido en el proceso de fusión y desplatación por tener un comportamiento volátil a alta temperatura, la elevada concentración de Sb en esas galenas de partida hace que los lingotes aun conserven un elevado contenido en ese elemento.

La cantidad de cobre presente en los lingotes es también alta. Este metal se muestra insoluble con el plomo desde temperaturas relativamente bajas, por lo que su presencia debe estar en forma de microinclusiones, no formando parte de aleación con el Pb. Esto explicaría por qué hay una cierta variabilidad de resultados de contenido en este elemento en cada determinación, cuando cada grupo de tres muestras proceden de un mismo lingote. La diferencia entre resultados máximos y mínimos es del orden del 10%, cuando de haber una homogenización química debiera ser mucho menor. De igual forma, se aprecia que la presencia de cobre supone el detrimento del plomo, con un coeficiente de correlación entre ambos de $-0,9814$, reflejando la íntima interdependencia del contenido de un metal respecto al otro.

La presencia de cobre en el mineral de plomo es algo normal, ya que es frecuente la presencia de minerales cobrizos formando parte de las paragénesis de estos depósitos minerales. Normalmente, estos minerales aparecen en diminutos granos intercrecidos en la galena y, además, en las galenas argentíferas formando parte de las sulfosales que llevan la plata, como las mencionadas anteriormente. Esto hace que la presencia de cobre en el proceso metalúrgico del plomo a partir de la galena esté presente desde un principio, formando una especie de mata que debe ser retirada mediante una operación de refinado del metal. El proceso de primera fusión y desplatación supone un cierto enriquecimiento en Cu en el metal obtenido respecto al contenido que hubiera en el

⁴² IGME 1972, 6.

⁴³ Palero y Martín-Izard 2005, 18, tabla 5.

⁴⁴ Carbonell 1947, 62. El análisis mostrado es de 0,2% en un concentrado del 40% de Pb, lo que equivale a 5.000 ppm/tm de Pb metal.

⁴⁵ Dir. General de Minas 1971, 75, cuadro 3.2.2.5.

⁴⁶ Dir. General de Minas 1971, 79.

mineral de partida. La retirada de esta impureza cobriza es sencilla si se eleva la temperatura a más de 1.000 °C, formando una escoria que queda flotando que es sencilla de retirar. A esa temperatura también se perderían otros elementos por su elevada volatilidad, como el Sb.

Por todo ello, a partir de los resultados analíticos, da la impresión de que los lingotes estén a falta de un refinado final del metal. El bajo contenido en Ag, inferior a cualquier contenido normal de las galenas de Sierra Morena, indicaría que habrían sufrido ya un proceso de desplatación, pero los elevados contenidos en Cu y Sb parecen indicar que fueran resultado de la fusión de litargirios de retortas de copelación.

ANÁLISIS DE ISÓTOPOS DE PLOMO (LIA)—En este caso, se han tomado muestras de los tres lingotes de Los Escoriales de Doña Rama para determinar las relaciones isotópicas de Pb con la finalidad de intentar establecer el origen de los minerales que fueron procesados para obtener el metal. Si no hubo mezcla de minerales de diferentes orígenes ni componentes añadidos en el proceso de fundición, las relaciones isotópicas de Pb de los minerales se habrían mantenido en el metal resultante. Hay que indicar que los procesos geológicos formadores de yacimientos minerales actúan a escala regional y que la signatura isotópica del Pb en ellos aparece reflejada a esa escala. Dentro de la región metalogénica, a nivel de distrito minero puede haber sutiles diferencias isotópicas entre ellos debidas a las particularidades de los diferentes ambientes geológicos en que se hallan, principalmente por influencia del plomo contenido en las rocas donde encajan las mineralizaciones. De igual manera, en una misma región puede haber habido varios procesos formadores de depósitos minerales con signaturas isotópicas de Pb muy distintas, por lo que su diferenciación desde la perspectiva geológico-metalogénica es de vital importancia a la hora de interpretar los resultados. La mezcla de minerales procedentes de distintos procesos geológicos, aunque sean de la misma región, va a ofrecer resultados muy dispares a la hora de analizar el metal obtenido a partir de ellos.

En el caso de la región minera de Sierra Morena hubo varios procesos formadores de minerales de plomo a lo largo de su larga historia geológica, pero uno de ellos fue el que dio lugar a la mayor dispersión de mineralizaciones, así como a los depósitos más grandes de galena. Además, estos yacimientos contienen minerales con unas características óptimas para su beneficio, que hacían fácil su concentración y aprovechamiento por los antiguos mineros y metalúrgicos. La situación de la antigua fundición de Los Escoriales de Doña Rama, en plena región de Sierra Morena y cerca de centros de gran actividad extractiva en época romana, como son los del distrito de Fuente Obejuna, hace suponer (junto con la presencia en estos dominios de la S S propietaria de los lingotes) que los minerales tratados procedieran de ese entorno cercano.

Para determinar las relaciones isotópicas del Pb de los lingotes, los pequeños fragmentos tomados como muestras fueron preparados y analizados en dos laboratorios diferentes.⁴⁷ De las virutas de las tres muestras preparadas inicialmente en cada lingote, se seleccionaron dos de ellas para el análisis isotópico, añadiéndose a éstas una más del

⁴⁷ Entre los beneficios de esta situación se hacen notar las advertencias sobre el valor del rango de error 2σ y, sobre todo, que rara vez se muestran analíticas de laboratorios distintos en un mismo trabajo sobre este argumento. Esto permite tener mayores opciones de seguridad y crítica tanto para los autores como para investigadores.

tercer lingote tomada en la parte de núcleo para evitar las alteraciones sufridas en la parte externa. Cada muestra fue cuarteada en dos mitades y enviadas cada una de ellas a ambos laboratorios.

Por un lado, los lingotes se analizaron en el Laboratorio de Espectrometría de Masas Isotópicas (LIMS) ubicado en los Laboratorios Nacionales Gran Sasso, Italia (LNGS-INFN) y por otro lado en los laboratorios FIERCE de la Universidad Goethe de Frankfurt, Alemania. La separación de cada fracción isotópica se realizó en el laboratorio italiano con un espectrómetro de masas con fuente de ionización térmica (TIMS) Thermo Finnigan MAT 262 VMC, mientras que en el alemán se ha utilizado un multicolector ICP-MS (Neptune Plus). Para la calibración y control de calidad y fiabilidad de resultados se ha utilizado en ambos laboratorios el estándar de Pb NIST SRM-981.

Los resultados de los análisis de las muestras de los tres lingotes se exponen en la Tabla 4. Como se puede apreciar, los resultados quedan dentro de un rango estrecho de valores de sólo 4 centésimas para la relación $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$, de 6 centésimas para la $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$, y de 16 décimas para la $^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$. El valor medio queda prácticamente centrado entre el valor máximo y mínimo (Tabla 4) y las magnitudes del rango representan respectivamente el 0,24%, el 0,41% y el 0,44% del valor medio de cada proporción isotópica. Todo ello nos confirma que se trata de un conjunto de resultados semejantes, muy homogéneo, indicando claramente un origen y procesamiento metalúrgico común.

No obstante, analizando en detalle la tabla de resultados se aprecia que los obtenidos en el laboratorio italiano son ligeramente inferiores al del alemán (Tabla 4). La diferencia es mínima, pero apreciable, como se puede ver contrastando los parámetros estadísticos de ambos conjuntos de datos (Tabla 5 y Fig. 9). Los valores de error 2σ son muy parecidos en los resultados de ambos laboratorios, con la única excepción de la muestra 2021-3 donde el valor 2σ es mayor en el laboratorio alemán que en el italiano. Estas sutiles diferencias pueden deberse a diversas causas, como la diferente instrumentación utilizada, la calibración de los equipos, la estabilidad de las muestras en la manipulación y proceso, los procedimientos de corrección, etcétera. Se trabaja con valores en rangos tan estrechos que al tener en cuenta la magnitud de las diferencias, se puede decir que las relaciones isotópicas de $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ y $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ están dentro o cerca de los márgenes de precisión y, por ello, las diferencias entre laboratorios, en general, se pueden considerar despreciables. En la relación $^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ las diferencias que hay en las cuatro determinaciones realizadas en los lingotes 1 y 2 sí son más significativas, ya que superan los rangos de error establecidos en ellas. Sin embargo, en el caso del lingote no. 3 los resultados de ambos laboratorios son, de nuevo, muy semejantes y la diferencia vuelve a ser despreciable.

Los lingotes encontrados en este yacimiento presentan, en cuanto a los isótopos de Pb, una clara coincidencia con los minerales de Sierra Morena, como se puede apreciar en el gráfico de relaciones isotópicas de Pb del conjunto de análisis disponibles de minerales de las dos principales regiones españolas productoras⁴⁸ del metal en el pasado (Fig. 10 a–b).

⁴⁸ Los datos de isótopos de Pb de sus minerales proceden de la base de datos elaborada por el equipo de LIMS a partir de muestras tomadas por C. Domergue en el curso de múltiples campañas; para Sierra Morena se emplean además los datos publicados por Scaife 1997; García de Madinabeitia 2002; Santos et al. 2004; Tornos y Chiaradia 2004.

Tabla 4.
Resultados analíticos de las proporciones isotópicas de plomo de las muestras procedentes de los tres lingotes del yacimiento arqueológico de Los Escoriales de Doña Rama.

<i>Muestra</i>	<i>Lingote</i>	<i>Laboratorio</i>	$^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$	2σ	$^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$	2σ	$^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$	2σ	206/207	208/206
2021-1	Lingote 1	FIERCE	18,22317	0,0158	15,61064	0,0159	38,38659	0,0405	1,16736	2,10647
2021-2	Lingote 1	FIERCE	18,22089	0,0265	15,61055	0,0225	38,38724	0,0561	1,16722	2,10677
2021-3	Lingote 2	FIERCE	18,22268	0,0622	15,61406	0,0529	38,37920	0,1312	1,16707	2,10612
2021-4	Lingote 2	FIERCE	18,22051	0,0262	15,61423	0,0227	38,38181	0,0571	1,16692	2,10652
2021-5	Lingote 3	FIERCE	18,22100	0,0206	15,61184	0,0179	38,38378	0,0457	1,16713	2,10657
98/06	L156 (lingote 3)	LIMS	18,21700		15,60400		38,37500		1,16746	2,10655
L1_2021_6_Fil4A	Lingote 1	LIMS	18,20000	0,0200	15,57000	0,0200	38,26000	0,0100	1,16891	2,10220
L1_2021_7_Fil5A	Lingote 1	LIMS	18,18000	0,0200	15,56000	0,0200	38,22000	0,0300	1,16838	2,10231
L2_2021_8_Fil6A	Lingote 2	LIMS	18,19000	0,0200	15,57000	0,0200	38,25000	0,0300	1,16827	2,10280
L2_2021_9_Fil7A	Lingote 2	LIMS	18,18000	0,0200	15,55000	0,0100	38,23000	0,0300	1,16913	2,10286

Tabla 5.

Parámetros estadísticos de la distribución de los resultados analíticos de las proporciones isotópicas de Pb de los lingotes del yacimiento arqueológico de Los Escoriales de Doña Rama.

	$^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$	2σ	$^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$	2σ	$^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$	2σ
<i>Población global</i>						
Media	18,20753	0,02570	15,59153	0,02243	38,32536	0,04784
Rango	0,04317	0,04644	0,06423	0,04293	0,16724	0,12119
Mínimo	18,18000	0,01577	15,55000	0,01000	38,22000	0,01000
Máximo	18,22317	0,06221	15,61423	0,05293	38,38724	0,13119
<i>Lab. FIERCE</i>						
Media	18,22165	0,03026	15,61226	0,02637	38,38372	0,06611
Rango	0,00266	0,04644	0,00367	0,03705	0,00804	0,09073
Mínimo	18,22051	0,01577	15,61055	0,01588	38,37920	0,04046
Máximo	18,22317	0,06221	15,61423	0,05293	38,38724	0,13119
<i>Lab. LIMS</i>						
Media	18,19340	0,02000	15,57080	0,01750	38,26700	0,02500
Rango	0,03700	0,00000	0,05400	0,01000	0,15500	0,02000
Mínimo	18,18000	0,02000	15,55000	0,01000	38,22000	0,01000
Máximo	18,21700	0,02000	15,60400	0,02000	38,37500	0,03000

Analizando en detalle la distribución de los resultados de los lingotes de Doña Rama en la región de Sierra Morena (Fig. 11), se puede apreciar que forman dos grupos de datos, uno muy compacto en el centro del gráfico formado por seis determinaciones, y otro algo menos compacto por debajo de él formado por cuatro resultados. Este último grupo de datos corresponde a las cuatro determinaciones de resultado considerablemente más bajo en la relación isotópica $^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ obtenida por el laboratorio italiano (Fig. 9). Los resultados de los lingotes, que forman unos grupos tan compactos, están indicando un origen común a partir de unos minerales o mezclas de ellos muy concretas. Dado que las discrepancias están en resultados que proceden de un mismo lingote y que el proceso de fusión para generarlo ha debido suponer su homogenización química, la variación representa necesariamente una discrepancia en la metodología aplicada en uno y otro laboratorio.

Los datos de los minerales de cada distrito minero considerado —o conjuntos de ellos con semejantes características geológicas y metalogénicas— muestran una distribución de tendencia lineal que queda representada por unas rectas de regresión. Estas rectas marcan la tendencia general de correlación de los datos de cada distrito o conjunto de ellos con la misma entidad geológica. La proximidad de los puntos de los lingotes a las rectas de regresión dará idea de su relación con alguno de los distritos de Sierra Morena. Haciendo un cálculo comparativo de la proximidad a cada una de las rectas de regresión, se puede establecer una probabilidad de origen de los lingotes a los distintos distritos mineros.⁴⁹ Dado que las rectas no son plenamente paralelas y que manejamos diferencias de valores sutiles, no se puede garantizar plenamente la asignación de un lingote a un determinado distrito minero, pero sí se puede establecer un grado de

⁴⁹ Para más detalles, véanse los párrafos redactados por Fernando Palero Fernández en el capítulo V de Domergue y Rico 2023.

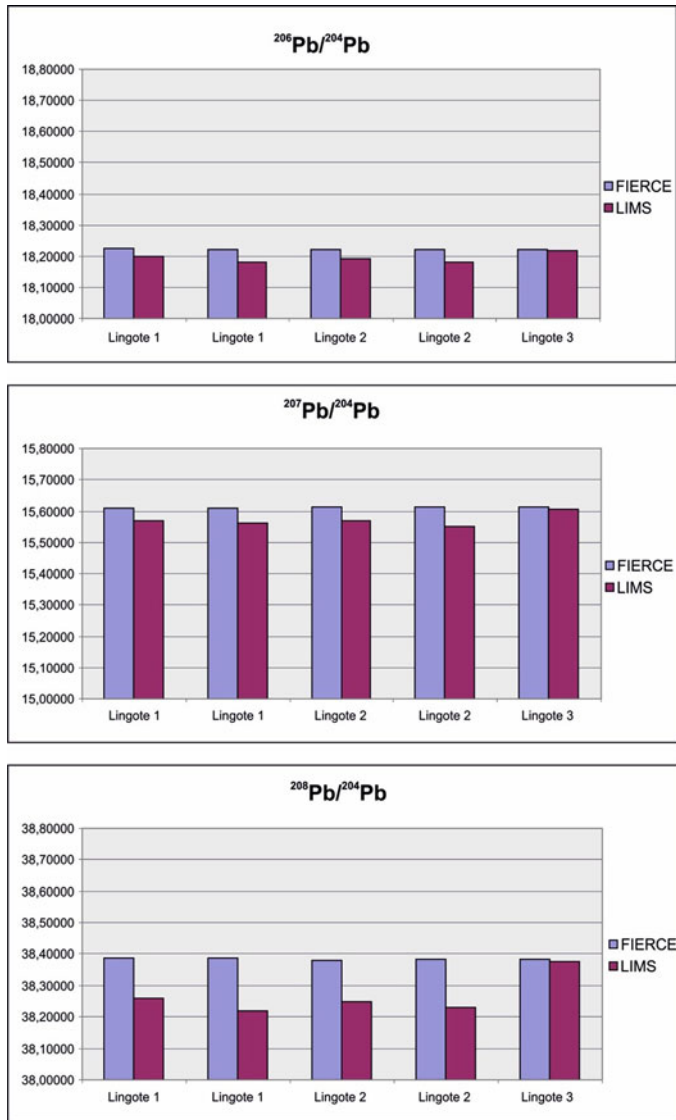


Fig. 9. Contraste de resultados obtenidos por los laboratorios FIERCE (Alemania) y LIMS (Italia) en las proporciones isotópicas de Pb en muestras de 3 lingotes del yacimiento arqueológico de Doña Rama. (© Fernando Palero)

probabilidad. Las rectas más cercanas al punto del lingote tendrán una probabilidad mayor, mientras que las más alejadas tendrán una probabilidad menor. De esta forma, de una manera mensurable y objetiva se pueden establecer los siguientes porcentajes de probabilidad de origen de los lingotes de Doña Rama (Tabla 6).

De los resultados de dicho cálculo se desprende que en seis de las diez determinaciones la mayor probabilidad corresponde al conjunto de Fuente Obejuna-Azuaga, con un valor del orden del 29 al 35 por ciento de probabilidad, seguidos de La Carolina, con valor de 25 a 27 por ciento, y de Linares, con valores de 22 a 24%. Estos datos corresponden precisamente a las cinco determinaciones del laboratorio alemán y a la del lingote 3 del

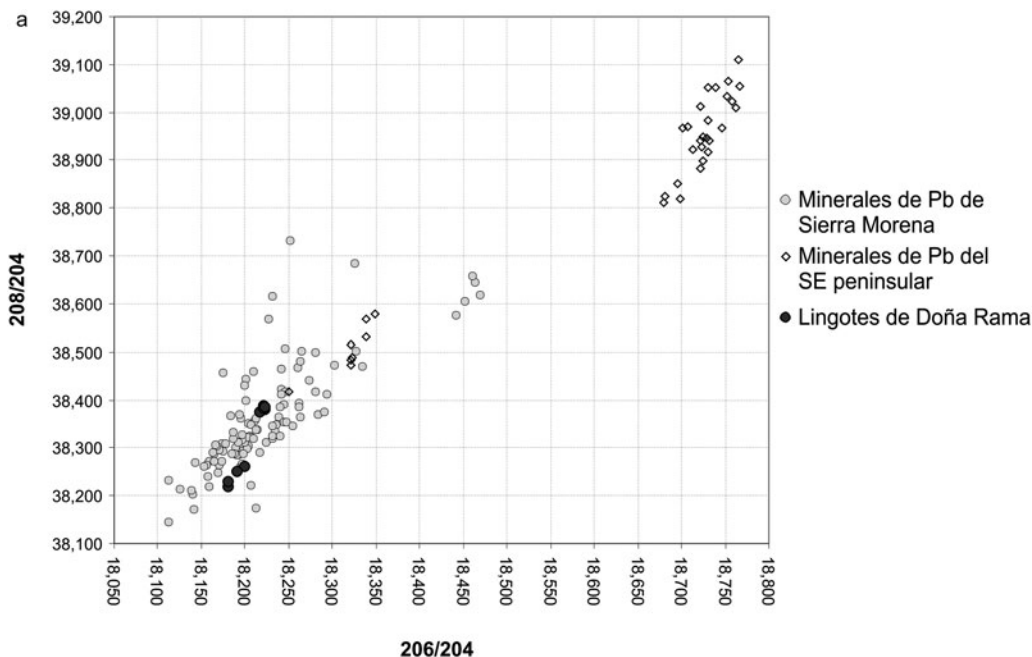


Fig. 10a. Situación de las muestras de tres lingotes del yacimiento arqueológico de Doña Rama-Belmez: Gráficos de correlación entre las distintas proporciones isotópicas $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$, $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ y $^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ de los minerales de plomo de Sierra Morena y SE península. (© Fernando Palero)

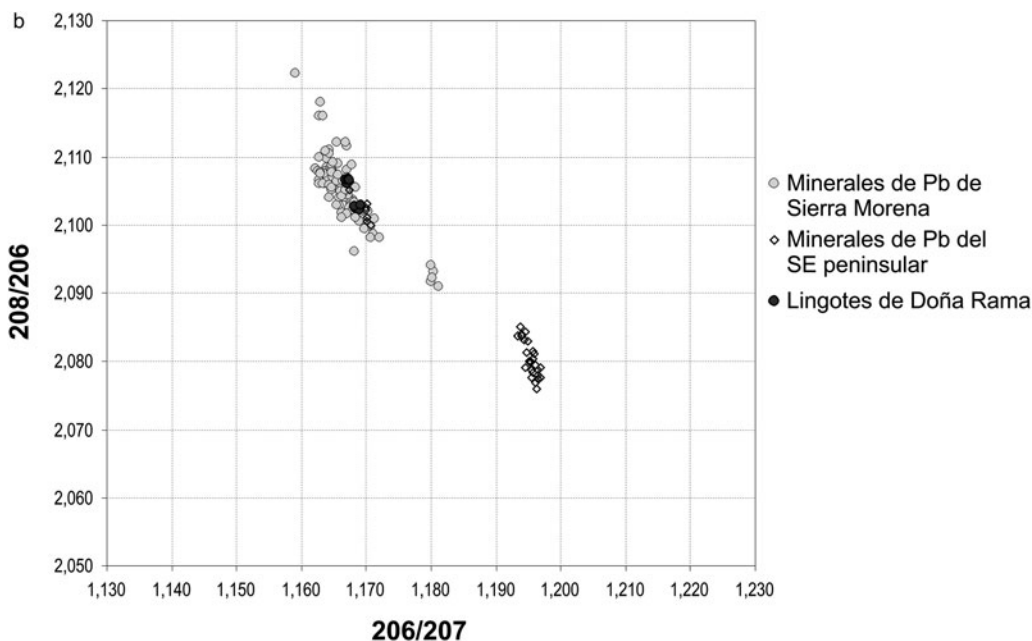


Fig. 10b. Situación de las muestras de tres lingotes del yacimiento arqueológico de Doña Rama-Belmez: Sinóptico que muestran las 3 relaciones isotópicas. (© Fernando Palero)

laboratorio italiano. Las otras cuatro determinaciones muestran más variedad de orígenes, con valores muy altos para la muestra L1_2021_7_Fil5A a Alcaracejos-Belalcázar, L2_2021_8_Fil6A a La Carolina, y menos alta la L1_2021_6_Fil4A a Linares. La muestra

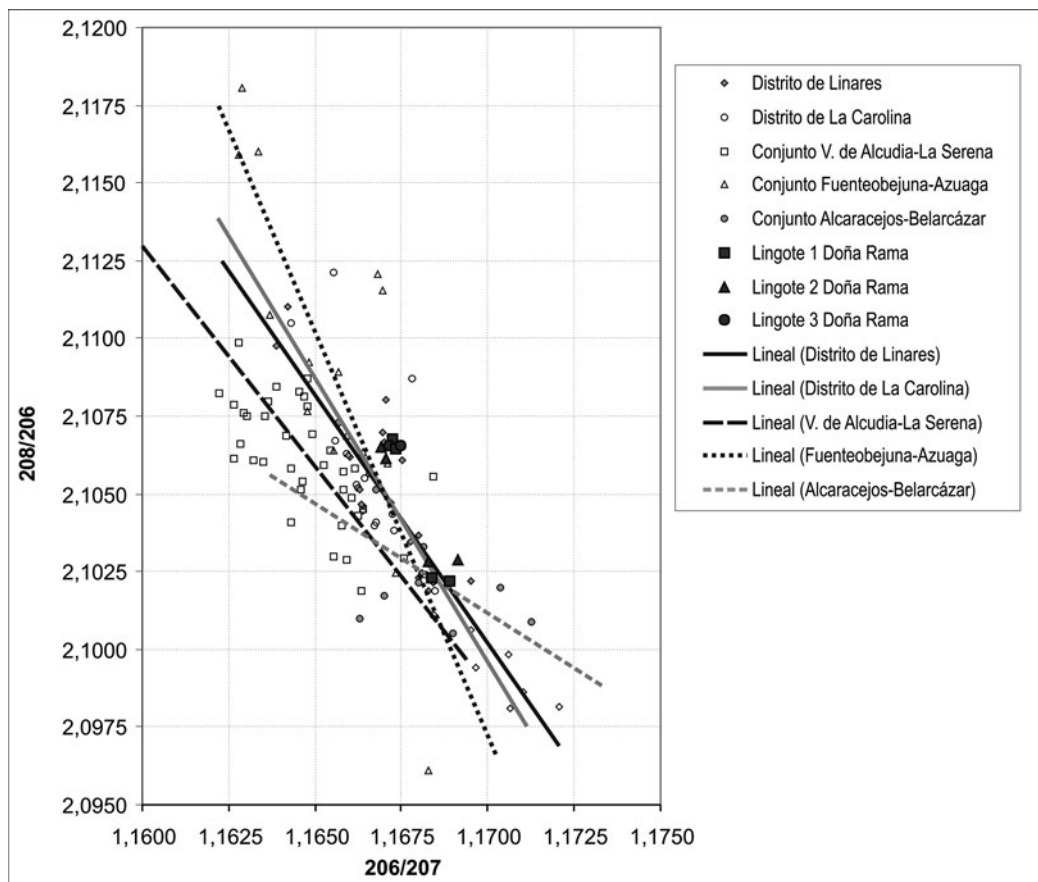


Fig. 11. Situación de las muestras de 3 lingotes del yacimiento arqueológico de Los Escoriales de Doña Rama en el gráfico de correlación de las proporciones isotópicas $(^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb})/(^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb})$ vs. $(^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb})/(^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb})$ de los minerales de plomo de Sierra Morena. (© Fernando Palero)

L2_2021_9_Fil7A presenta una cierta indefinición sin un valor realmente alto entre Linares, La Carolina y Alcaracejos-Belalcázar.

Es muy evidente que un mismo lingote no puede tener dos procedencias distintas. Seis determinaciones muestran un resultado común y son resultados de ambos laboratorios. El laboratorio alemán mantiene una uniformidad en sus resultados, siendo las cuatro determinaciones que escapan de la generalidad las realizadas en el italiano. Por lo tanto, las determinaciones del laboratorio alemán establecen con claridad una relación directa de los lingotes con los minerales de los yacimientos de Pb del entorno donde se halla la fundición de Los Escoriales de Doña Rama. En el caso del lingote no. 3 los resultados del laboratorio italiano son plenamente coincidentes, pero no ocurre lo mismo con los resultados de los lingotes 1 y 2. En el caso de las cuatro determinaciones discrepantes del laboratorio italiano en el gráfico de correlación se observa que la posición viene a coincidir con una zona de cruce de las rectas de regresión de varios distritos mineros y de ahí que su proximidad a cada una de ellas sea muy parecida (Fig. 11). Esto supone que un mínimo desplazamiento dé lugar a un cambio radical en cuanto a su probabilidad de origen. Estamos hablando de distancias que en magnitud numérica son muy inferiores al rango de precisión de la técnica analítica.

Tabla 6.

Porcentaje de probabilidad de origen de los lingotes de Doña Rama calculados en función de la proximidad a las rectas de regresión que definen a los conjuntos de datos de los minerales de Pb de los distritos mineros de Sierra Morena.

Muestra	Lingote	Valle de				
		Distrito de Linares	Distrito de La Carolina	Alcudia-La Serena	Fuenteovejuna-Azuaga	Alcaracejos-Belalcázar
		% Probabilidad de origen				
2021-1	Ling. 1	23,86	25,85	11,39	29,78	9,12
2021-2	Ling. 1	23,31	25,66	11,26	31,03	8,74
L1_2021_6_Fil4A	Ling. 1	44,81	18,16	5,32	7,14	24,58
L1_2021_7_Fil5A	Ling. 1	3,32	8,42	1,30	2,71	84,26
2021-3	Ling. 2	24,17	27,26	8,60	33,36	6,61
2021-4	Ling. 2	22,88	26,46	8,67	35,58	6,41
L2_2021_8_Fil6A	Ling. 2	23,22	62,17	2,56	5,60	6,45
L2_2021_9_Fil7A	Ling. 2	28,60	23,13	11,70	15,42	21,15
2021-5	Ling. 3	23,49	26,14	10,33	32,10	7,94
98/06	Ling. 3 (L156)	23,74	25,52	12,00	29,01	9,73

CONCLUSIONES SOBRE LOS RESULTADOS—Los análisis de las relaciones isotópicas de Pb en tres lingotes de metal de la fundición de Doña Rama-Belmez han sido realizados en dos laboratorios diferentes que, si bien utilizan una metodología y tecnología similares, muestran algunas discrepancias en sus resultados. Dichas discrepancias son de pequeña magnitud, prácticamente despreciables, en dos de las tres relaciones isotópicas, que prácticamente quedan cerca o dentro del rango de precisión de la técnica analítica. Sin embargo, en la relación $^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ la discrepancia supera dicho rango, siendo notablemente inferior en cuatro de las cinco determinaciones realizadas por el laboratorio italiano. Esto supone que la proyección de los puntos de esas determinaciones isotópicas formen dos grupos diferentes en el gráfico de correlación $(^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb})/(^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb})$ versus $(^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb})/(^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb})$ de los minerales de Sierra Morena (Fig. 11). Uno de estos grupos es muy compacto, estando formado por seis determinaciones que corresponden a los cinco datos obtenidos por el laboratorio alemán (dos del lingote no. 1, dos del lingote no. 2 y uno del lingote no. 3) y el dato del lingote no. 3 del laboratorio italiano (Fig. 1). Este compacto grupo está manifestando un origen común, cercano a las rectas de regresión Fuente Ovejuna-Azuaga, La Carolina y Linares. De ahí los resultados de probabilidad obtenidos (Tabla 6) en el que destaca como origen más probable los minerales del primero de ellos. El segundo grupo lo integran los cuatro datos aportados por el laboratorio italiano de los lingotes nos. 1 y 2, que forma otro grupo compacto (no tanto como el anterior), pero que caen en la zona del gráfico donde las rectas de cuatro distritos mineros se entrecruzan y de ahí la variedad de resultados obtenidos en el cálculo de probabilidades (Tabla 5).

En el caso de Los Escoriales de Doña Rama se establecería como origen más probable para los tres lingotes el de Fuente Ovejuna-Azuaga, seguido de La Carolina y Linares. Las cuatro determinaciones que salen en la zona de cruce de rectas no dejan de estar cercanas a las rectas de esos tres distritos y el alto valor de probabilidad de origen de la muestra L1_2021_7_Fil5A de Alcaracejos-Belalcázar, no deja de ser otro que la casualidad de que la recta de ese distrito se cruce también esa zona del gráfico.

Si bien este método de cálculo es absolutamente objetivo, basado en los fríos cálculos estadísticos y topológicos, no deben ser tomados como certezas absolutas y siempre deben ser congruentes con la información disponible, de forma que se pueda establecer un origen mucho más probable y fiable. En este caso, todo sugiere que los lingotes de la fundición de Los Escoriales de Doña Rama, recuperados *in loco* en una factoría romana, se habrían obtenido a partir de minerales de yacimientos de plomo cercanos a este lugar o del entorno de la zona minera de Fuente Obejuna y Azuaga.

La *societas Sisaponensis* y su ámbito de acción

La *societas Sisaponensis* recibe su nombre de la ciudad de *Sisapo*, en la Bética. En los últimos decenios del siglo XX, esta ciudad fue identificada con toda seguridad con la aglomeración hispanorromana exhumada en La Bienvenida (Almodóvar del Campo, Ciudad Real).⁵⁰ He aquí el centro de una región minera muy famosa, tanto por los yacimientos de cinabrio de Almadén⁵¹ como por las numerosas y ricas minas de galena argentífera, principalmente las del distrito del Valle de Alcudia.⁵²

La abreviatura S S que presentan los lingotes en la cartela de su dorso debe referirse con seguridad a esta *societas*. Lo confirma la inscripción de Córdoba,⁵³ fechada hacia mediados del siglo I a.C., en la cual se menciona el derecho de paso impuesto a los usuarios de la vía que llevaba a los *montes s(ocietatis) S(isaponensis)* —es decir, al coto minero de dicha sociedad en estos montes situados al norte de Córdoba. En la inscripción de Córdoba, esta última aparece primero bajo la forma SOC. SISAP y después por las iniciales S.S, como en los lingotes.⁵⁴ No debe haber, por tanto, ninguna duda. Por otra parte, disponemos de unas monedas que llevan la inscripción S.ARG.SISA, que debe referirse a una sociedad de explotación de las minas de plata de *Sisapo*. Aprovechando esta documentación, intentaremos caracterizar a la *societas Sisaponensis* y presentar su evolución a fines de la República y principios del Imperio.

Societas Sisaponensis y societas argentifodinarum Sisaponensium: Una misma empresa minera (siglo I a.C.)

Antes de nada, es imprescindible saber si uno de los documentos anunciados —las monedas— se refieren a la sociedad sobre la que tratamos. Esta moneda, un pequeño bronce, es conocida por seis ejemplares procedentes del mercado anticuario, cuyas características son las siguientes:

⁵⁰ Fernández-Ochoa et al. 1982–83; Arévalo y Zorzalejos 1996, 166–67; Fernández-Ochoa et al. 2002; Zorzalejos, Esteban, et al. 2012; Zorzalejos, Fernández-Ochoa, et al. 2012.

⁵¹ *Minium*: varios yacimientos explotados en la época romana, por ejemplo, Las Cuevas (CR 4), Entredicho (CR 6), Guadalperal (CR 8). En el texto, las indicaciones del tipo (CR 4) etc. se refieren a Domergue 1987.

⁵² Domergue 1987, 52–87: especialmente Quinto de Hierro (CR 5), La Romana (CR 12), San Serafín (CR 24), Cotofia (CR 27), Diógenes (CR 39), etc.

⁵³ [H]ic viae / servitus / imposita / est ab soc(ietate) / Sisap(onensi) / susum / ad montes / s(ocietatis) S(isaponensis) lat(a) ped(es) XIV (CIL II² 7 699a; Ventura 1993). La misma abreviación, S S, se repite tres veces en otra inscripción de Córdoba, cuyo texto se cita en la nota 68.

⁵⁴ La única diferencia reside en el signo de interpunción entre las dos S en la inscripción de Córdoba, que no aparece en los letreros de los lingotes.

Moneda no. 1:⁵⁵ AE; 17 mm; 3,82 gr. Av.: cabeza viril a izq. Rev.: gráfila, atún a derecha; encima S.[...], debajo SISA

Moneda no. 2:⁵⁶ AE; 16,4 mm; 3,43 gr. Av.: cabeza viril a izq. Rev.: gráfila, atún a derecha; encima S. AR[g], debajo SI.SA

Moneda no. 3:⁵⁷ AE; 18 mm; 3,85 gr. Av.: cabeza viril a izq. Rev.: gráfila, atún a derecha; encima S. ARG, debajo SISA

Moneda no. 4:⁵⁸ AE; 15 mm; 2,32 gr. Av.: cabeza viril a izq. Rev.: gráfila, atún a derecha; encima S. ARG, debajo SISA

Moneda no. 5:⁵⁹ AE; 17 mm; 3,85 gr. Av.: cabeza viril a izq. Rev.: gráfila, atún a derecha; encima S. ARG, debajo SISA

Moneda no. 6:⁶⁰ AE; 16 mm; 3,92 gr. Av.: cabeza viril a izq. Rev.: gráfila, atún a derecha; encima S. ARG, debajo SISA

La lectura SISA de los ejemplares nos. 1, 3, 4, 5 y 6 tiene inmediatamente sentido, de modo que la interpunción entre SI y SA en la segunda moneda podría ser interpretada como un defecto de grabación del cuño. Así, la leyenda se puede desarrollar como *s(ocietas) arg(entariarum) Sisa(ponensium)* o como *s(ocietas) arg(entifodinarum) Sisa(ponensium)*.⁶¹ Ambas denominaciones pueden ser correctas, sin embargo, la segunda tiene mayor respaldo jurídico,⁶² según el modelo de las marcas de los lingotes de Coto Fortuna, en Mazarrón⁶³ —*societas argentifodinarum Ilucronensium*— y de la compañía minera de Lascours, en el sur de Galia, *societas argentifodinarum Rotensium*,⁶⁴ y por esta razón nos parece preferible.

Se trataría pues de una moneda minera acuñada por una empresa particular y, al parecer, de uso interno. Aunque se ignora la procedencia de estas monedas, no hay argumentos para dudar de su autenticidad. Una posible objeción para relacionar esta moneda con la *societas Sisaponensis* es el tipo de reverso, un atún, representación tradicionalmente relacionada con ciudades costeras donde la pesca de esta especie y sus industrias asociadas constituyen un recurso económico distintivo y donde también se consideran alusiones religiosas a Melqart, como sucede con las emisiones de *Gadir* desde

⁵⁵ CNHA, 391 (1A. R7).

⁵⁶ <https://monedaiberica.org/v3/type/2443>.

⁵⁷ <https://monedaiberica.org/v3/coin/98539>.

⁵⁸ <https://monedaiberica.org/v3/coin/28108>.

⁵⁹ <https://monedaiberica.org/v3/coin/123869>.

⁶⁰ <https://monedaiberica.org/v3/coin/134335>.

⁶¹ Eliminamos la denominación más sencilla, *societas argentaria Sisaponensis*, por no tener mucho sentido. Respecto a las dificultades de interpretación de las marcas demasiado sucintas, véase por ejemplo la marca SOC.ARGENT en lingotes hispano-romanos hallados en unos pecios de Córcega (Domergue et al. 2016, 29–36).

⁶² Véase más abajo el comentario acerca de la palabra *argentifodinae*.

⁶³ Antolinos y Díaz 2012; Antolinos et al. 2013; Díaz y Antolinos 2019, 293–95 (resumen de los dos trabajos anteriormente citados).

⁶⁴ Barruol y Gourdiol 1982.

inicios del siglo III a.C.⁶⁵ A partir del siglo II a.C. y tras la anexión romana del sur peninsular, este tipo monetario se hizo frecuente en lugares costeros y en localizaciones relacionadas con el estuario marino del Guadalquivir y la desembocadura del Guadiana, así como en el litoral atlántico norteafricano.⁶⁶ En vista de lo expuesto no es fácil hallar una relación directa entre el tipo del atún y la leyenda de estas monedas con el desarrollo que proponemos, que parece ser el más probable. A este respecto, nos planteamos como hipótesis una posible analogía de forma y color entre un lingote de plomo y el túnido.⁶⁷

Así las cosas, no hay razón para pensar que la *societas argentifodinarum Sisaponensium* fuera una empresa diferente de la *societas Sisaponensis* documentada por nuestros tres lingotes. Prueba de ello es un segundo epígrafe de Córdoba que menciona a tres libertos de la *societas Sisaponensis*, que comparten el *nomen Argentarius*.⁶⁸ Este nombre se relaciona claramente con el de la sociedad a la que se refiere la moneda.⁶⁹ Lo recibieron por *manumissio* los libertos de dicha sociedad de la que fueron anteriormente esclavos,⁷⁰ probablemente en una fecha un poco anterior, cuando aún se denominaba *societas argentifodinarum Sisaponensium*, aunque en la inscripción cordobesa ya se menciona como *societas Sisaponensis*. Este documento testimonia que ambas denominaciones se refieren a la misma sociedad, en dos momentos diferentes de su historia. Quedaría por aclarar cuando una sustituyó a la otra.

El primer testimonio sobre la *societas Sisaponensis* es la ya citada inscripción cordobesa que se refiere a la servidumbre de paso impuesta a la vía que se dirigía hacia los montes de dicha sociedad.⁷¹ Su fecha —mediados del siglo I a.C.— coincide *grosso modo* con la de la *segunda Filipica* (44 a.C), cuando Cicerón se dirige hacia Marco Antonio, mencionando a los *socii* que “tienen” *Sisapo*⁷² sin hacer referencia a las *argentifodinae*, de modo que se puede suponer que alude a la sociedad ya conocida en Roma con su denominación más sencilla. Sin embargo, hay que esperar a Plinio el Viejo para darse cuenta de que en el “imaginario” romano la *societas Sisaponensis* está relacionada sólo con la explotación del *minium*, nuestro cinabrio, un sulfuro de mercurio de color rojizo del que se obtenía el conocido pigmento “rojo Pompeyano” y se podía extraer el mercurio (*argentum vivum*).⁷³

⁶⁵ García-Bellido 1993, 108.

⁶⁶ Mederos 2007.

⁶⁷ Cabe recordar también en este mismo registro “marino” la palabra francesa “saumon de plomb” que se emplea para nombrar un lingote de este metal.

⁶⁸ *M. Argentarius (societatis) S(isaponensis) l. Philinus / A. Argentarius (societatis) S(isaponensis) l. Rufus / M. Argentarius (societatis) S(isaponensis) l. / Succio / suo testamento fieri iussit (CIL II² 7 615a)*. Díaz y Antolinos 2013.

⁶⁹ Se ha sugerido (Bernard 2018, 350) una posible relación entre *Argentarius* y el *argentum vivum*, el mercurio, el metal que se obtiene procesando el *minium*. Sin embargo, la *societas Sisaponensis* se dedicaba a la producción sólo del *minium* y no a la de mercurio, como se puede deducir del texto de Plinio citado en la nota 83.

⁷⁰ Otro ejemplo de una denominación parecida es la del médico M. Aerarius Telemachus, liberto de la *societas aerar(iarum fodinarum[?])*; cf. *CIL II² 7, 334*.

⁷¹ Véase la nota 53.

⁷² “... *Domum dico: quid erat in terris ubi in tuo pedem pones praeter unum Misenum, quod cum sociis tanquam Sisaponem tenebas*” (*Cic. Phil.* 2.19.48).

⁷³ Sobre el cinabrio, a la vez pigmento y mineral del mercurio, véase Domergue 1990, 11–12 y, más recientemente, Zarzalejos et al. 2020. Acerca de los modos de tratamiento del cinabrio para conseguir o bien el mercurio o bien el *minium*, véase *Vitr.* 7.8.1–3 y 7.9.4.

La modificación del nombre de la sociedad se explica sólo si ha tenido un cambio de actividad. La implicación en un nuevo campo minero, el del *minium*, debió de ser el motivo de este nuevo nombre, más corto en palabras, pero más amplio en contenido al añadir a su labor original —la explotación de las minas de plata y plomo de la zona de *Sisapo*— el beneficio del *minium* de la comarca de Almadén, asunto al que nos referiremos más adelante. De momento, basta anotar la fecha probable de la nueva denominación, hacia mediados del siglo I a.C., cuando el encargo de esa nueva actividad arrojaba más luz sobre aquella sociedad y mostraba la fuerza con la que “tenía” a la ciudad de *Sisapo*, según dice Cicerón. De modo que la inscripción de los *Argentarii* se fecharía unos años más tarde, pero no más allá de los inicios del reinado de Augusto.⁷⁴

La societas argentifodinarum Sisaponensium y la explotación de los yacimientos de plomo-plata de Sisapo

La *societas argentifodinarum Sisaponensium* es una de estas empresas anónimas con denominación geográfica bien atestiguada, especialmente en Iberia, a fines de la República y principios del Imperio.⁷⁵ Aunque se trata de sociedades de derecho privado, a causa del interés del Estado por su actividad se solían considerar jurídicamente como una especie de “personas morales”⁷⁶ —*corpus habere permissum est*, indica el texto muy conocido del jurista Gayo⁷⁷— lo que les permitía existir y mantener su actividad de forma duradera.⁷⁸ Tal actividad debió haberse desarrollado en el marco del régimen instaurado por Catón en 195 aC, cuyo propósito fue organizar la explotación de las minas de Iberia, entre las cuales figuraban las minas de plata: *Pacata prouincia, (Cato) magna uectigalia instituit ex ferrariis argentariisque*, dice Livio (34.21.7), quien, para designar las minas de plata emplea el vocabulario propio de su época —*argentariae*— mientras que 150 años más tarde, en el texto que acabamos de citar, Gayo usa una palabra antigua, *argentifodinae*, término que empleaba también Catón para hablar de aquellas mismas minas cuando se interesaba por su explotación.⁷⁹ Curiosamente, en la denominación de nuestra sociedad y de otras dos más ya mencionadas, la *societas argentifodinarum Ilucronensium*, en Mazarrón, y la *societas argentifodinarum Rotenensium*, en el sur de Galia, las minas de plata se designan por este mismo término, *argentifodinae*. Por consiguiente, es muy probable que Gayo utilice esa palabra no por casualidad, sino por referirse a los reglamentos mineros anteriores, y

⁷⁴ Díaz y Antolinos 2013, 116.

⁷⁵ Bernard 2018; Díaz y Antolinos 2019; Ver. Cerchi 2020.

⁷⁶ Sobre el concepto de “persona moral”, véase Pichonnaz 2020, 107, 144–49 y 605.

⁷⁷ *Neque societas neque collegium neque hujusmodi corpus passim omnibus habere conceditur; nam et legibus et senatus consultis et principalibus constitutionibus ea res coercetur. Paucis admodum in causis concessa sunt huiusmodi corpora: ut ecce uectigalium publicorum sociis permissum est corpus habere uel aurifodinarum vel argentifodinarum et salinarum (D. 3.4.1 pr.)*. Sobre esta cuestión, véase Mateo 2001, 13–81; Domergue 2004, 226; Bernard 2018, 360–62.

⁷⁸ En todo caso, más allá del fallecimiento de un socio.

⁷⁹ Catón *Origines* V.2 (... *in his regionibus ferrariae, argentifodinae pulcherrimae, mons ex sale mero magnus* ...). La palabra *metallum* se hace habitual en vez de *fodina* a partir de la época de Varrón (mediados del siglo I a.C.) para designar la mina (Halleux 1974, 26). Tres citas de *argentifodinae* existen en las obras de Varrón: *De lingua latina* V.7.9 y VII.62; *De re rustica* I.22.2.

más concretamente al que Catón impuso a las minas de Hispania,⁸⁰ por lo que estas denominaciones remontan a la primera fase de explotación de las minas de plata de Hispania (siglos II y I a.C.).

De la actuación de la *societas argentifodinarum Sisaponensium* en esta fase no sabemos nada. Sin embargo, en las minas de plata-plomo del distrito del Valle de Alcudia, que pertenece, por lo menos en parte, al territorio de *Sisapo*, las huellas más antiguas de explotación romana son del siglo II a.C.⁸¹ Pueden corresponder a la actividad de dicha sociedad.

En conclusión, la *societas argentifodinarum Sisaponensium* desapareció bajo este nombre hacia mediados del siglo I a.C., y desde este momento la conocemos por su nueva denominación de *societas Sisaponensis*. Este cambio debe corresponder a una ampliación de su actividad y especialmente a su implicación en el laboreo de los yacimientos de *minium* de *Sisapo*.

La societas Sisaponensis y el minium de Hispania

En realidad, se trata de la actividad más conocida de la *societas Sisaponensis*, por ser reiteradamente documentada en la literatura latina. Se testimonia dos veces: primero por Cicerón, cuyo famoso apóstrofe dirigido hacia Marco Antonio,⁸² en forma de burla, deja pensar que en el 44 aC la sociedad de *Sisapo* era bien conocida en Roma o bien que su entrada en este campo había llamado nuevamente la atención por su originalidad. Por otra parte, Plinio el Viejo, en el último tercio del siglo I d.C., se refiere a la sociedad que, en la región de *Sisapo*, explotaba el yacimiento de *minium* más célebre de Hispania, que era propiedad del *populus Romanus*.⁸³ Según indica el Naturalista, estaba prohibido tratarlo en la misma mina, por lo que, a tal efecto, se transportaba en bruto a Roma.

Advertimos que hay que distinguir la *societas Sisaponensis* de la que en Roma se encargaba del mineral de *Sisapo* y de la cual nos habla Vitrubio, en la época de Augusto. En efecto, sabemos por el autor del *De Architectura* que, al llegar a Roma el mineral bruto (*glebae*) en bultos precintados (*vena signata*) como señala Plinio, pasaba a manos de publicanos.⁸⁴ El verbo *curare* tiene aquí un sentido poco preciso y muy

⁸⁰ También Mateo (2001, 409) subraya la antigüedad del privilegio de *corpus habere* a las sociedades de explotación de las minas de oro y de plata, que se puede deducir del empleo del *perfecto* (*permissum est*) en el texto de Gayo, *D.* 3.4.1 pr.1.

⁸¹ Quinto del Hierro (CR 5), Diógenes (CR 39) (Domergue 1987, 63–64, 81–83), Valderrepisa (Fernández y García 1993).

⁸² Véase la nota 72.

⁸³ ... (*minium*) inuehitur ad nos nec fere aliunde quam ex Hispania, celeberrimo Sisaponensi regione in Baetica miniario metallo uectigalibus populi Romani, nullius rei diligentiore custodia. Non licet ibi perficere id excoquique. Romam adfertur uena signata, ad bina (ad dena: mss.dTh) milia fere pondo annua. Romae autem lauatur, in uendendo pretio statuta lege, ne modum excederet HS LXX in libras. Sed adulteratur multis modis, unde praeda societati. Namque est alterum genus omnibus fere argentariis itemque plumbariis metallis, quod fit exusto lapide uenis permixto, non ex illo, cuius uomicae argentum uiuum appellauimus – is enim et ipse in argentum excoquitur – sed ex aliis simul repertis. Steriles etiam plumbi micae; deprehenduntur solo colore nec nisi in fornacibus rubescentes exustique tunduntur in farinam. Hoc est secundarium minium perquam paucis notum ... Hoc ergo adulteratur minium in officiis sociorum (Plin. Nat. 33.118–20, con la lectura *perficere id excoquique* [mss. dTh]).

⁸⁴ ... id genus uenae ... est inuentum Hispaniae regionibus, <e> quibus metallis glebae portantur et per publicanos Romae curantur (Vitr. 7.9.4).

general (“ocuparse de”, “administrar”) y puede significar distintas operaciones: concentración, purificación, homogeneización del *minium* por lavado, extracción del *argentum vivum*, y hasta comercialización del *minium* molido.⁸⁵ Esta última etapa corresponde muy bien a la naturaleza de una compañía de publicanos, esto es, una actividad financiera privada al servicio de las cuentas públicas. Sea lo que fuere, parece claro que no se pueden confundir la *societas Sisaponensis*, que gestiona las labores mineras en la Bética —y tal vez exporta a Roma el producto de la explotación⁸⁶— y la sociedad publicana que, en Roma, recibe y se encarga del *minium*.⁸⁷ Su nombre, de hecho, no nos es desconocido: los *socii miniarum*, tal y como se mencionan en una urna cineraria encontrada en Roma.⁸⁸

Como hemos visto, la *societas Sisaponensis* se hizo cargo de la explotación de los yacimientos de *minium* de Sisapo un poco antes de los mediados del siglo I a.C.

La societas Sisaponensis, el plomo y la plata de Sierra Morena

La explotación del *minium* y la desaparición de las minas de plata en la denominación de la sociedad no significan que pusiera fin a su actividad de producción de plata y plomo. Al contrario, los testimonios de su implicación en la explotación de estos metales se fechan casi todos en esta segunda mitad del siglo I a.C., bajo la nueva marca simplificada de la *societas Sisaponensis*.⁸⁹

Seguramente permaneció activa la explotación de los yacimientos de plata y plomo en los montes *s(ocietatis) S(isaponensis)*. En este sentido apunta el análisis territorial realizado en el área sisaponense perteneciente a las comarcas de Almadén y Valle de Alcudia, donde proliferan los yacimientos de galena argentífera con evidencias de explotación romana.⁹⁰

Además, parece que a partir de este momento esta sociedad aumentó su área de actuación, incluyendo las minas de plata y plomo de los distritos de Fuente Obejuna y de Posadas. Para el primero de ellos, tenemos los datos proporcionados por los lingotes marcados S S aquí estudiados. Los análisis de isótopos de Pb los atribuyen con gran

⁸⁵ Plin. *Nat.* 33.118.

⁸⁶ Una inscripción de Capua que menciona a un tal *Epapra, sociorum Sisaponensium vilicus* (*CIL X* 3964; siglo I d.C.) puede ser un testimonio de la implantación de la *societas Sisaponensis* en Italia, entre los puertos de *Puteoli* y *Minturnae* (Stannard et al. 2021, 81; Stefanile 2017). También, puede indicar el papel de esta misma sociedad en la importación de sus productos a Italia. Por su parte, L. Chioffi (2016, 174–76) considera a la *societas Sisaponensis* como una sociedad publicana que tuvo en arriendo la recaudación de los *vectigalia* que pesaban sobre las minas de la región. *Epapra* era uno de sus agentes responsables de la recaudación cuando estaba activo en Hispania. Al cesar su actividad, volvió, según Chioffi, a Capua, donde terminó su vida.

⁸⁷ En el mismo sentido, Bernard 2018, 349–56 y Díaz y Antolinos 2019, 300.

⁸⁸ *CIL VI* 9634 (segunda mitad del siglo I d.C.), donde se nombra a un liberto denominado *C. Miniarius Atimetus*, que era *procurator sociorum miniarum*.

⁸⁹ Que la *societas Sisaponensis* explotara los yacimientos de galena argentífera de la zona de *Sisapo*, ya lo pensaba Hirt 2010, 278, así como Díaz y Antolinos 2013, 116, apoyándose en la inscripción de los *Argentarii* de Córdoba mencionada en la nota 68. Sin embargo, la moneda de la *societas argentifodinarum Sisaponensium* asegura este punto de vista al tiempo que proporciona el primer nombre de dicha sociedad.

⁹⁰ Domergue 1987, I, 59–87; Domergue 1990, 190, 202–3; Fernández-Ochoa et al. 2002, 33; Zarzalejos, Esteban, et al. 2012; Zarzalejos, Fernández-Ochoa, et al. 2012.

seguridad a los yacimientos de plomo y plata del distrito de Fuente Obejuna, al que pertenece la gran fundición de Los Escoriales de Doña Rama, donde se han encontrado. Aunque los tres lingotes de Doña Rama no tienen fecha precisa, los lingotes del tipo D2 bien fechados corresponden al siglo I d.C.⁹¹ Sin embargo, sería extraño que la *societas Sisaponensis* no se hubiera interesado por los yacimientos de Fuente Obejuna en una época en la que estos ya eran conocidos y explotados por Roma⁹² y la propia sociedad estaba presente ya en unos distritos mucho más alejados, como los de Posadas y Almodóvar del Río, como enseguida vamos a ver. Por tanto, la actividad de la *societas Sisaponensis* debió extenderse desde *Sisapo* y el distrito del Valle de Alcuía hasta el distrito de Fuente Obejuna:⁹³ un área, pues, muy extensa, con una longitud de 70 km de norte a sur y numerosos yacimientos para explotar.

Diversos objetos, como cubos de bronce, precintos y hasta lingotes de plomo, con los letreros S.S o S S, fueron documentados en las minas de galena argentífera de Posadas⁹⁴ y Almodóvar del Río, lo que permite pensar que la actividad de la *societas Sisaponensis* se habría extendido hasta allí (Fig. 12). Al mismo tiempo, procedentes de la misma zona, monedas ibéricas de bronce (siglos II y I a.C.) de diversas ciudades ibéricas, contramarcadas S S,⁹⁵ confirman esta presencia en la segunda mitad del siglo I a.C., o sea después de su cambio de denominación, y parecen indicar, por la cantidad y la variedad de las cecas representadas, una organización de cierta importancia, capaz de atraer mano de obra diversa procedente de varios horizontes de Iberia.⁹⁶

⁹¹ Domergue y Rico 2023, 158.

⁹² Domergue 1987, 130–44; minas de Los Eneiros (CO 52), La Loba (CO 55), Santa Bárbara (CO 56), El Piconcillo (CO 60); Domergue 1990, 190–96. En Sierra Morena, la fecha más antigua conocida de la explotación por Roma de los yacimientos de plata y plomo es la de la mina La Loba (CO 55), en Fuenteobejuna: entre 120 y 80 aC (Blázquez et al. 2002, 383–86).

⁹³ También se encuentran en la literatura científica (por ejemplo, Díaz y Antolinos 2019, 299) noticias acerca del hallazgo de precintos de plomo con esta marca en el valle del Guadiato y de lingotes del mismo metal y de la misma marca procedentes de la mina La Loba (CO 55). Estas noticias fueron difundidas en origen por Esteban Márquez-Triguero, geólogo y coleccionista local ya fallecido y no se pueden comprobar. Sin embargo, a la luz del descubrimiento de los lingotes de Doña Rama, pueden ser verosímiles, al menos para los precintos.

⁹⁴ García (2002, 189) menciona, sin más precisión, el hallazgo de un precinto de este tipo, marcado S.S, en la mina Santa Bárbara de Posadas (CO 81). Otros precintos con la misma inscripción S S en negativo o en positivo, puestos a la venta en la web (Stannard et al. 2021), probablemente procedan de excavaciones clandestinas hechas con detectores de metales no muy lejos de Córdoba. Si tenemos en cuenta la información dada por Sandars (1911) a propósito del hallazgo de lingotes de plomo marcados S S en Posadas (1905, 329–30) no parece improbable atribuir estos precintos a las mismas minas.

⁹⁵ Monedas contramarcadas S S: *Cese*, *Carmo* (Arévalo y Zarzalejos 1996, 166–67); *Cese*, *Baria*, *Sekaisa*, *Okalakom* o *Titiakos* en la Citerior, *Carmo*, *Bora*, *Carbula*, *Castulo*, *Ilipa*, *Iturir*, *Salacia*, *Urso*, *Vesci* en la Ulterior, dos asses de Roma (Stannard et al. 2021, 80–82, nos. 22–39, lám. 14–16). Quizás también pueda añadirse al elenco de contramarcas de la *societas* una moneda de bronce de *Iulia Traducta* de época augustea contramarcada M.S.S., que García-Bellido (1986, 20–21) desarrolla como *m(etalla) S(ocietatis) S(isaponensis)*.

⁹⁶ Se puede comparar con las consideraciones de F. Chaves y P. Otero sobre las cecas identificadas en la parte excavada del poblado minero de La Loba (fines del siglo II a.C.; Blázquez et al. 2002, 207–9).

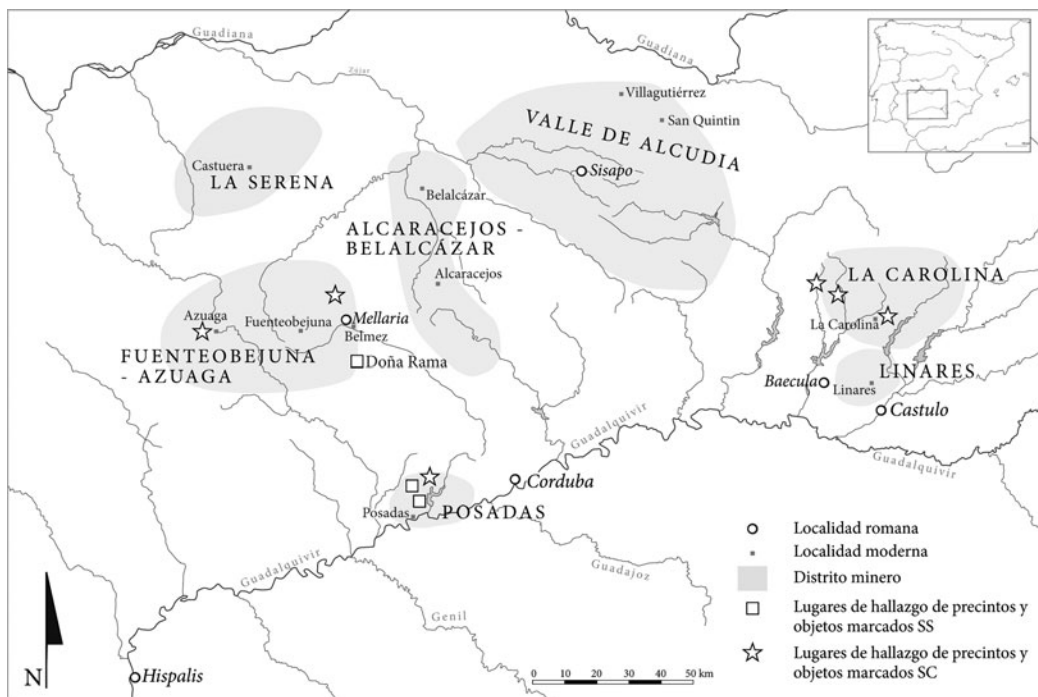


Fig. 12. Mapa de los distritos mineros romanos de Sierra Morena central y oriental y lugares de hallazgo de materiales marcados SS y SC. (© Ch. Rico)

Si añadimos el distrito de Posadas-Almodóvar del Río a los del Valle de Alcudia y de Fuente Obejuna se ampliaría aún más el área de actividad de la *societas Sisaponensis*. Por supuesto, esto no significa que esta tuviese la exclusividad de la explotación de los recursos minerales existentes en todos estos distritos: los cálculos de probabilidad realizados a partir de los análisis de isótopos de Pb practicados en otros lingotes dejan pensar que, igualmente, otras empresas —particulares o sociedades anónimas— pudieron trabajar en estas zonas entre finales del siglo II a.C. y principios del siglo I d.C.⁹⁷ Sin embargo, no dejan de sorprender las grandes distancias entre estos sectores de explotación (alrededor de 100 km entre *Corduba* y *Sisapo*; Figs. 2 y 12).

En esta área tan extensa, el asentamiento de Doña Rama parece ser una de estas grandes fundiciones de plomo que se han identificado de un extremo al otro de Sierra Morena, al igual que Puerto de Niefla (CR 25), Valderrepisa (CR 32), San Pablo (CR 31), El Manchego (CO 111), El Sauzón, el Cerro del Plomo y la Fabriquilla en el Centenillo (J 12), Fuente Espí (J 20), etc. La cuestión es saber si se trataba de plantas especializadas en el tratamiento de las galenas donde habrían operado grandes entidades —entre ellas, la S S— y que centralizaban las menas extraídas por empresas más pequeñas y las procesaban, bien conjuntamente,⁹⁸ bien por separado, identificando el plomo de cada una de ellas con sus propias marcas.

⁹⁷ Rico 2010; Domergue y Rico 2023, 212–15.

⁹⁸ Prefigurando así el modo de actuar, en una época reciente, de una empresa como la Sociedad Minera y Metalúrgica de Peñarroya, que procesaba en sus propias fundiciones de Peñarroya-Pueblonuevo y de Santa Lucía (Escombreras, Cartagena) los minerales que le

En las tres últimas fundiciones que se acaban de mencionar —Cerro del Plomo, La Fabriquilla y Fuente Espí— operaba otra sociedad minera con denominación geográfica distinta, la *societas Castulonensis*,⁹⁹ como se puede deducir de la presencia de varios precintos de plomo marcados S.C (Fig. 12). Se trata de una compañía parecida a la *societas Sisaponensis*, muy constatada en Sierra Morena oriental. Además, precintos con las iniciales de esta misma sociedad parecen haber sido hallados en las minas de Posadas, muy al oeste del coto minero de la sociedad.¹⁰⁰ La presencia en un mismo sector minero de dos compañías en competencia no tiene porqué extrañar, si bien podría darse el caso de que una sucediera a la otra en un momento determinado, aunque faltan datos cronológicos secuenciados para situar correctamente ambas empresas en el tiempo.¹⁰¹

Sea como fuere, lo cierto es que llaman la atención las grandes distancias existentes para la época entre las zonas mineras donde se acredita la presencia de la *societas Sisaponensis* y que comprende los distritos plumbíferos de Alcuía y Almadén, de Fuente Obejuna y, finalmente, de Posadas-Almodóvar del Río. De hecho, los hallazgos que atestiguan la presencia de la *societas Sisaponensis* en este último sector son demasiado numerosos y concordantes para que se consideren como un efecto del azar o de circunstancias especiales. Por otra parte, Posadas era un distrito muy interesante por la elevada ley de plata de sus galenas¹⁰² y es natural que esta riqueza hubiera atraído a compañías mineras de cierta categoría como eran en aquel entonces las *societates Sisaponensis* y *Castulonensis*. La lejanía de sus zonas naturales de actividad —Alcuía y Almadén para la primera, Linares-La Carolina para la segunda— no parece ser un obstáculo para sostener esta propuesta. En efecto, estando el distrito de Posadas situado a poca distancia de *Corduba*, la capital de la Bética, esta era el lugar más idóneo para que estas compañías tuviesen allí su sede central. Se entendería entonces que se hubiesen interesado por los yacimientos de Posadas.

No es casual, por otra parte, que sea en Córdoba donde hayan aparecido las dos únicas inscripciones que aluden directamente a la sociedad que aquí nos interesa. Es otro argumento fuerte para explicar su presencia en Posadas. Lo mismo se puede suponer para la *societas Castulonensis*.

Entre las sociedades con denominación geográfica existe una distinción entre sociedades “especializadas” y “generalistas”,¹⁰³ que se correspondería, en el primer caso, con la explotación de un solo tipo de yacimiento (incluso de un único yacimiento)

vendían las pequeñas empresas puramente mineras, y conseguía de hecho una situación dominante.

⁹⁹ La marca S.C. se desarrolla habitualmente como *S(societas) C(astulonensis)*, si bien conviene advertir que algunos autores plantean la posibilidad de que pudiera leerse como *S(societas) C(ordubensis)*: Domergue 2008, 194; véase Díaz y Antolinos 2019, 295–97; Stannard et al. 2021, 63.

¹⁰⁰ Stannard et al. 2021, lám. 17, nos. 48 y 49.

¹⁰¹ Se conocen dos monedas de bronce de *Cese*, contramarcadas S.C (punteado) en el anverso, S S (en hueco) en el reverso (Stannard et al. 2021, 60 y lám. 14, nos. 22–23), sin embargo, no pueden ser indicios de un orden de sucesión asegurado.

¹⁰² Mina Santa Bárbara de Posadas (CO 81): 6.100–14.000 gr/tonelada de plomo (Domergue 1987, 159–65; Domergue 1990, 72).

¹⁰³ Sobre esa distinción, véase Domergue y Rico 2023, 267–68, con otra interpretación, ya abandonada.

y de la explotación de varios tipos de yacimientos, en el segundo. Esta observación se verifica tanto en la región del Sureste como en Sierra Morena, ya desde los inicios de la explotación romana. La denominación cambia cuando se pasa de la producción de un metal determinado (plata, por ejemplo, y su subproducto, el plomo) a la de otro(s) diferente(s) por su naturaleza y sus modos de procesar.

Durante largo tiempo se ha considerado a la *societas Sisaponensis* como la compañía minera que trabajaba los depósitos de *minium* del área de Almadén y nada más. Los testimonios literarios, que por mucho tiempo habían constituido la única información al respecto, conducían naturalmente a esta conclusión. Sin embargo, el conocimiento arqueológico del territorio de explotación sisaponense,¹⁰⁴ el hallazgo de lingotes de plomo marcados S S, la moneda de bronce acuñada por la misma *societas* cuando se llamaba *societas argentifodinarum Sisaponensium* y la serie de objetos mineros antes mencionados permiten pensar que, en realidad, la explotación de los yacimientos de plomo y plata había sido su principal ocupación y la extracción de *minium* una actividad añadida. Esta afirmación es bien entendible desde un punto de vista de economía básica, ya que no se podría haber mantenido mucho tiempo una compañía minera que sólo hubiera producido cinabrio según las condiciones fijadas por el poder público romano, con un límite de 2.000 libras al año puestas en el mercado al precio de 70 sestericios por libra: o sea, un total de 140.000 sestericios (700.000, si se acepta la lectura de ciertos manuscritos).¹⁰⁵ Sea lo que fuere, gran parte de las ganancias se quedaría en manos de los publicanos en Roma, mientras que la parte que correspondería a la sociedad explotadora quedaría de este modo muy reducida. Podría haber contado con aquel colorante de menor valor que se elaboraba mezclando el verdadero *minium* con un producto de segunda categoría —*secundarium minium*— que se obtenía, tal y como lo explica Plinio, a partir de carbonatos de plomo, un mineral que la empresa podía extraer abundantemente de sus minas de plomo y plata, lo que constituía un buen provecho (*praeda*) en su beneficio.

Sin embargo, todo esto representaba muy poco frente a las ganancias que se podían obtener produciendo plata y plomo: recuérdense los 800 lingotes marcados con el nombre de los *Pontilieni*, empresarios mineros en *Carthago Nova*, que entraban en el cargamento metálico del pecio *Mal di Ventre C*:¹⁰⁶ al precio del mercado indicado por Plinio¹⁰⁷ 7 denarios por libra, sumaban un total de 560.000 denarios, o sea, 2.240.000 sestericios. En comparación los 140.000, o como máximo los 700.000 sestericios correspondientes al *minium* que se permitía vender cada año, pesan muy poco.

Sea lo que fuere, no debe olvidarse que el punto más fuerte de la actividad de la *societas Sisaponensis*, antes llamada *societas argentifodinarum Sisaponensium*, fue la producción de plata (y de plomo). Lo fue en primera instancia y siguió siéndolo en tiempos posteriores.

¹⁰⁴ Zarzalejos, Esteban, et al. 2012; Zarzalejos, Fernández-Ochoa, et al. 2012.

¹⁰⁵ Acerca de las referencias al texto de Plinio y de la lectura de los manuscritos *dTh* (*ad dena milia en vez de ad bina milia*), véase la nota 83.

¹⁰⁶ Salvi 1992, 662–63.

¹⁰⁷ Plin. *Nat.* 34.16.

Conclusión

El desarrollo presentado en este trabajo ha permitido valorar la utilidad de las técnicas arqueométricas a la hora de facilitar y apoyar la interpretación de las evidencias arqueológicas. De esta forma, los resultados aportados por los análisis de ICP-MS y las proporciones isotópicas de Pb (LIA) en tres lingotes de plomo metal encontrados en el yacimiento de los Escoriales de Doña Rama, contrastados con datos geoquímicos e isotópicos de los minerales de su entorno, muestran con objetividad basada en datos experimentales que lo más probable es que provengan de galenas argentíferas de esa zona de la sierra cordobesa. Los contenidos en elementos “traza” que conservan reflejan que son producto de un efectivo proceso industrial de desplatación. Evidentemente, esto comporta que la S S producía tanto lingotes de plomo como de plata, dotando a las minas de este sector del *Conventus Cordubensis* de un proceso tecnológico tan depurado que permitía obtener niveles de un 98 por ciento de pureza de Pb en los lingotes.

La ocasión de haber realizado en dos laboratorios diferentes de forma duplicada los análisis que determinan de las relaciones isotópicas de Pb, deja ver algunas discrepancias en sus resultados. Dichas discrepancias son, en general, mínimas, prácticamente despreciables al quedar cerca o dentro del rango de precisión de la técnica analítica. Sin embargo, en la relación $^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ se han encontrado discrepancias que superan dicho rango, lo cual puede ser debido a diversas causas, pero que pone en aviso sobre la necesidad de realizar duplicados y la conveniencia de hacer contrastes de análisis entre laboratorios para garantizar la fiabilidad de los resultados en este tipo de temática aplicada a la interpretación histórica y la arqueología.

A escala de regiones mineras, los procesos geológicos formadores de yacimientos minerales son globales y vienen marcados por firmas isotópicas con suficiente envergadura para que estas diferencias no alteren una interpretación correcta de los lingotes, siempre y cuando no haya habido una mezcla de minerales. Sin embargo, cuando se trabaja a nivel de distrito minero dentro de una región, las diferencias entre ellos son sutiles y esas pequeñas variaciones de resultados entonces sí pueden alterar las interpretaciones. Teniendo en cuenta este hecho, se ha realizado un cálculo de probabilidad de origen de los lingotes siguiendo una novedosa metodología apoyada en rectas de regresión representativas de cada distrito minero, obteniéndose para los ejemplares de Doña Rama un origen de minerales de yacimientos de Fuente Obejuna-Azuaga.

Con estos resultados, el yacimiento de Los Escoriales de Doña Rama en Belmez puede presentarse de manera ponderada como un hito importante en la historia minera del sector cordubense de Sierra Morena central, que da continuidad a la explotación de época republicana representada por la mina de La Loba. Aunque falte aún conocer la organización del enclave y su duración cronológica, los restos actualmente visibles, las observaciones realizadas desde los años 80 y el empleo de nuevas tecnologías aplicado en este trabajo, permiten pensar en un destacado centro logístico de explotación, producción y comercio que investigaciones ya en curso por parte de la Universidad de Córdoba deberán revelar en todo su potencial.

La recuperación de tres lingotes de plomo que, gracias a los análisis isotópicos presentados en este artículo, se pueden atribuir con gran probabilidad al mismo distrito de Fuente Obejuna-Azuaga al que pertenece la fundición de Doña Rama, constituye un argumento de peso para apoyar la hipótesis de que este asentamiento fuese un centro de cierta importancia para la producción de plata y plomo en este sector de Sierra Morena.

Los sellos de estos lingotes identifican a la sociedad productora del metal con la *societas Sisaponensis*, lo que de inmediato sugiere cuestiones de relevancia para la historia de este territorio. Entre ellas, la más destacada es quizás explicar la presencia de una sociedad minera tan lejos de su zona inicial de actividad y de la cual tomaba su nombre: *Sisapo*, en la comarca del Valle de Alcudia (Ciudad Real), a más de 70 km de Doña Rama. Quizás la razón esté, como se ha dicho, en que la sede central pudo estar en *Corduba*.

Las informaciones que sugieren que esta sociedad se había interesado por otros yacimientos metalíferos más alejados aun, en el sector de Posadas, permiten intuir que la *societas Sisaponensis* fue una empresa de cierta envergadura capaz de movilizar recursos, tanto financieros como humanos, para llevar a cabo una actividad metalúrgica, y quizás extractiva, en sectores geográficos muy alejados entre sí.

Se ha definido igualmente el marco en el cual esta *societas* emprendió su actividad y se han precisado sus intereses económicos, para llamar la atención sobre el hecho de que esta sociedad, que tradicionalmente se ha considerado especializada en la extracción del cinabrio, fuera también una de las numerosas empresas mineras que, a fines de la República, se interesaron en la explotación de los recursos de la plata y el plomo como fuente de mayores beneficios financieros.

El yacimiento de Doña Rama y los lingotes marcados S S en él encontrados arrojan una luz nueva sobre la organización de la actividad minero-metalúrgica en época romana en la Sierra Morena cordubense y permiten conocer mejor el protagonismo de estas compañías llamadas “anónimas” que emplean un topónimo para identificarse. En este sentido, no es menor el hecho de que estos lingotes hayan permitido situar en el Alto Guadiato, al norte de Córdoba, algo tanpreciado como es un topónimo antiguo: *montes Societatis Sisaponensis*, que debió afectar a la cresta de Sierra Morena y la Sierra de los Santos, que se extiende desde Córdoba hasta, al menos, *Mellaria* por la margen derecha del río Guadiato.

Se conoce así, además (Fig. 13), desde el punto de vista de la historia de las explotaciones, el primer nombre de una empresa concesionaria de unos montes que vivirían su mayor auge con la Societé Houillère et Métallurgique de Belmez y, sobre todo, con la Societé minière et métallurgique de Peñarroya en el siglo XX no son más que los últimos eslabones de una histórica y dilatada cadena de industrias minero-metalúrgicas en este extraordinario sector del vientre minero de Córdoba que se remontan, en primera instancia, al Calcolítico.

No es poco lo que falta por saber sobre estas compañías y su importancia en el paisaje “industrial” de la época, al igual que sobre su evolución a lo largo del tiempo, cuando en las primeras décadas del siglo I d.C. la producción minero-metalúrgica estaba, al menos en parte, en manos de particulares, tal y como revelan las cartelas de los numerosos lingotes de plomo de pecios del Mediterráneo atribuidos de forma segura a las minas de Sierra Morena.

Sin duda, los lingotes de Doña Rama no aportan todas las respuestas esperadas, pero su interés en el marco de este artículo ha sido el de retomar la discusión y hacerla progresar hasta esta nueva frontera, por fin probada, de la presencia de la S S en los montes de Córdoba y su vinculación con la galena argentífera, en espera de que nuevas investigaciones y nuevos hallazgos aporten los datos, cronológicos en particular, que permitan, a través del caso de Doña Rama, caracterizar mejor a estas empresas mineras

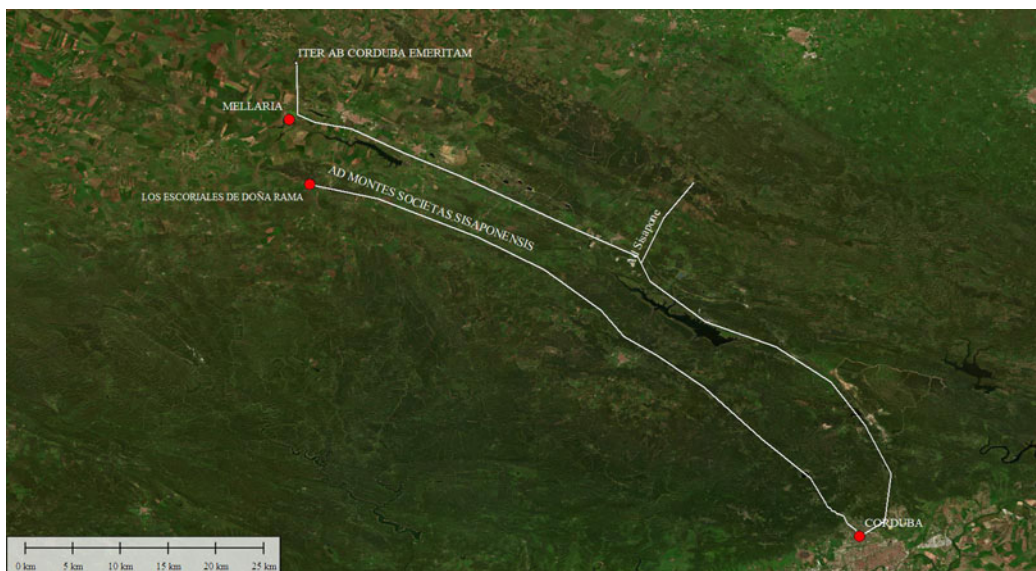


Fig. 13. Coto minero Montes Societatis Sisaponensis al norte de Córdoba y su vía de servidumbre en relación al recorrido de la vía Corduba-Emerita/Corduba-Sisapo. (©Proyecto MEI-Heritage UCO)

romanas, entre las cuales la *societas Sisaponensis* se presenta como una de las más relevantes.

Financiación y agradecimientos: Los lingotes, su documentación y su contexto fueron puestos a disposición de esta investigación por el Proyecto MEI-Heritage. *Medio, explotación minera e industria metalúrgica en el sector central de la Beturia de los Túrdulos/Conventus Cordubensis (s.VII a.n.e.-s.II d.n.e).* Ciencias aplicadas a la investigación de un paisaje patrimonial, financiado por el PAIDI 2020 de la Junta de Andalucía (ref. P20_00482) y *Patricia. Unidad de Investigación y Transferencia en Ciencias del Patrimonio* de la Universidad de Córdoba. Esta investigación se inserta igualmente en el proyecto *Producción y circulación de bienes en el reborde meridional de la Meseta (sur de la provincia de Ciudad Real) entre la Prehistoria reciente y el fin de la Antigüedad*, financiado por el Ministerio de Ciencia e Innovación de España (ref. PID2019-105094GB-I00). Los laboratorios INFN del LNGS-Italia y FIERCE de la Universidad Goethe de Frankfurt (Alemania), que cuentan con el apoyo financiero de la Fundación Wilhelm y Else Heraeus y de la Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG: INST 161/921-1 FUGG, INST 161/923-1 FUGG e INST 161/1073-1 FUGG), han colaborado en esta investigación. Los análisis ICP-MS de los lingotes fueron financiados por el SCAI de la Universidad de Córdoba. El pago APC para la publicación OA fue sufragado por la Unidad de Investigación y Transferencia en Ciencias del Patrimonio de la UCO.

Referencias

- Antolinos, J. A. 2019. "Explotación de los recursos minerales en Carthago Nova: Análisis territorial y poblamiento en la sierra minera de Cartagena-La Unión y en el distrito de Mazarrón." Tesis doctoral, Universidad de Murcia.
- Antolinos, J. A. y B. Díaz. 2012. "La *societas argentifodinarum Ilucronensium* y la explotación de las minas romanas de *Carthago Nova*." *Chiron* 42: 25-44.
- Antolinos, J. A., B. Díaz y M. C. Guillén. 2013. "Minería romana en *Carthago Nova*: El Coto Fortuna y los precintos de plomo de la *societas argentifodinarum Ilucronensium*." *JRA* 26: 88-121.
- Arboledas, L. 2007. "Minería y metalurgia romana en el alto Guadalquivir: Aproximación desde las fuentes y el registro arqueológico." Tesis doctoral, Universidad de Granada.
- Arboledas, L., F. Contreras y A. Onorato. 2014. "La explotación minera antigua en Sierra Morena oriental y su vinculación con el territorio." *Cuadernos de Prehistoria y Arqueología de la Universidad de Granada* 24: 111-45.

- Arévalo, A. y M. Zarzalejos. 1996. "Apuntes para las claves interpretativas de la Sisapo republicana: Testimonios materiales." En *Actas del XXIII Congreso Nacional de Arqueología* (Elche, 1995), vol. 2, 161–71. Elche: Ayuntamiento de Elche.
- Aroca, G. y A. Moreno. 2015. "Introducción a la minería y la metalurgia romana en el término municipal de Belmez (Córdoba)." En *Roma y el mundo mediterráneo: Actas del I Congreso de Jóvenes Investigadores en Ciencias de la Antigüedad de la UAH*, ed. N. Vicent y J. De Miguel, 357–68. Alcalá de Henares: Universidad de Alcalá de Henares.
- Barruol, G. y R. Gourdiolle. 1982. "Les mines de la haute vallée de l'Orb." En *Mines et fonderies antiques de la Gaule (table-ronde du CNRS, Université de Toulouse-Le Mirail, 21–22 novembre 1980)*, 79–93. París: CNRS.
- Becerril, J. M. F. y S. de la Concha. 1949. *Minas de plomo de los términos de Villaviciosa y Fuenteovejuna de la provincia de Córdoba*. Madrid: Fondo Documental del Instituto Geológico y Minero de España.
- Bernard, G. 2018. "The epigraphy of the *societates*: Economic activities and legal status of place-name partnerships." En *Diritto romano e economia: Due modi di pensare e organizzare il mondo nei primi tre secoli dell' Imperio*, ed. E. Lo Cascio y D. Mantovani, 343–64. Pavia: Pavia University Press.
- Blázquez, J. M., C. Domergue y P. Sillières, eds. 2002. *La Loba (Fuenteovejuna, Cordoue, Espagne): La mine et le village minier antiques*. Mémoires 7. Burdeos: Ausonius-Publications.
- Carbonell, A. 1947. *Criaderos de plomo de la Provincia de Córdoba*, vol. X. Madrid: Instituto Geológico y Minero de España.
- Cerchi, A. 2020. "Profili del regime delle società minerarie in età classica tra fonti epigrafiche e giurisprudenziali." *Legal Roots* 9: 1–37.
- Chioffi, L. 2016. "Il *sociorum sisapone(n)sium vilicus* e l'*argentum* da *Sisapo(n)* a Capua." *Antichità Altoadriatiche* 85: 173–82.
- CNHA = Villaronga, L. y J. A. Hererro. 2002. *Corpus Nummum Hispaniae ante Augusti Aetatem*. Madrid, 2ª ed.
- Daza, A. 1998. "Minas y calzadas romanas: Guadiato-Sierra de los Santos." *Boletín de la Real Academia de Córdoba* 69, no. 134: 235–49.
- Díaz, B. y J. A. Antolinos. 2013. "Los *Argentarii* y las *societates* mineras de la zona de Carhago Nova." En *Govern i societat a la Hispània romana: Novetats epigràfiques. Homenatge a Géza Alföldy*, ed. J. López, 115–20. Tarragona: Fundació Privada Mútua Catalana.
- Díaz, B. y J. A. Antolinos. 2019. "Roman mining companies in Spain." *ZPE* 210: 291–303.
- Dirección General de Minas. 1971. *Plan Nacional de la Minería: Programa Nacional de Explotación Minera. Minería del plomo y cinc*. Madrid: Ministerio de Industria, Dirección General de Minas.
- Domergue, C. 1987. *Catalogue des mines et des fonderies antiques de la Péninsule Ibérique*, Vol. 1. Série Archéologie VIII. Madrid: Casa de Velázquez.
- Domergue, C. 1990. *Les mines de la péninsule Ibérique dans l'Antiquité romaine*. Collection de l'École française de Rome 127. Roma: École française de Rome.
- Domergue, C. 2004. "À propos d'un récent ouvrage sur le régime juridique des mines du domaine public à Rome." *Mélanges de la Casa de Velázquez* 34, no. 2: 221–36.
- Domergue, C. 2008. *Les mines antiques: la production des métaux aux époques grecque et romaine*. París: Picard.
- Domergue, C. y C. Rico. 2018. "L'approvisionnement en métaux de l'Occident méditerranéen à la fin de la république et sous le haut-empire: flux, routes, organisation." En *Infrastructure and Distribution in Ancient Economies: Proceedings of a Conference Held at the Austrian Academy of Sciences, 28–31 October 2014*, ed. B. Woytek, 193–252. Vienna: Austrian Academy of Science Press.
- Domergue, C. y C. Rico eds. 2023. *Lateres Plumbei Hispani: production et commerce du plomb hispanique à l'époque romaine (III^e s. av. J.-C.–I^{er} s. ap. J.-C.)*. Collection de la Casa de Velázquez 195. Madrid: Casa de Velázquez.
- Domergue, C., J.-M. Bontempi, N. B. Fabry, M. Ferrante, A. Nesta, S. Nisi, V. Ortolí, J.-Cl. Ottaviani, A. Pasquet, P. Quarati, P. R. Trincherini, M. L. di Vacri y D. Vitali. 2016. "Lingots de plomb antiques trouvés dans les eaux de Corse-du-Sud." *Bulletin de la Société des Sciences Historiques et Naturelles de la Corse* 754–5: 7–58.
- ENADIMSA y Dir. General de Minas. 1971. *Estudio metalogénico comparativo de las mineralizaciones plumbíferas de Linares-La Carolina-Santa Elena*. Madrid: Ministerio de Industria, Dirección General de Minas.

- Fernández-Ochoa, C., A. Caballero y C. Morano. 1982–83. “Nuevo documento epigráfico para la localización de Sisapo.” *Cuadernos de Prehistoria y Arqueología de la Universidad Autónoma de Madrid* 9–10: 211–22.
- Fernández-Ochoa, C., M. Zarzalejos, C. Burkhalter, P. Hevia y G. Esteban. 2002. *Arqueominería del sector central de Sierra Morena: Introducción al estudio del área Sisaponense*. Anejos del *Archivo Español de Arqueología* 26. Madrid: Consejo Superior de Investigaciones Científicas.
- Fernández, M. y C. García. 1993. “La minería romana de época republicana en Sierra Morena: El poblado de Valderrepisa (Fuencaliente, Ciudad Real).” *Mélanges de la Casa de Velázquez* 29, no. 1: 25–41.
- García-Bellido, M. P. 1986. “Nuevos documentos sobre minería y agricultura romanas en Hispania.” *ArchEspArq* 59: 13–46.
- García-Bellido, M. P. 1993. “Las cecas libiofenicias.” En *Numismática hispano-púnica: Estado actual de la investigación*. VII Jornadas de Arqueología Fenicio-Púnica (Ibiza, 1992), ed. J. H. Fernández y B. Costa, 97–146. Trabajos del Museo Arqueológico de Ibiza 31. Ibiza: Museo Arqueológico de Ibiza.
- García-Bellido, M. P. 2006. “Corduba y Colonia Patricia: Historia de dos ciudades.” En *El concepto de lo provincial en el mundo antiguo: Homenaje a la profesora Pilar León Alonso*, ed. D. Vaquerizo y J. F. Murillo, vol. 1, 251–66. Córdoba: Universidad de Córdoba.
- García de Madinabeitia, S. 2002. “Implementación y aplicación de los análisis isotópicos de Pb al estudio de las mineralizaciones y la geocronología del área Los Pedroches-Alcudia (Zona Centro-Ibérica).” Tesis doctoral, Universidad del País Vasco.
- García, L., L. Arboledas, E. Alarcón y F. Contreras, eds. 2017. *Presente y futuro de los paisajes mineros del pasado: Estudios sobre minería, metalurgia y poblamiento*. Granada: Universidad de Granada.
- García, J. 2002. *Minería y metalurgia en la Córdoba romana*. Córdoba: Diputación y Universidad de Córdoba.
- Gutiérrez, L. M. 2010. *Minería antigua en Sierra Morena*. Jaén: Universidad de Jaén.
- Halleux, R. 1974. *Le problème des métaux dans la science antique*. París: Les Belles Lettres.
- Hirt, A. M. 2010. *Imperial Mines and Quarries in the Roman World: Organizational Aspects 27 BC–AD 235*. Oxford: Oxford University Press.
- IGME. 1972. *Estudio previo de concentración de dos muestras de mineral de plomo-cinc del “Pozo Esperanza” de Azuaga, pertenecientes al plan de investigación “Azuaga-Fuenteobejuna”*. Madrid: Fondo Documental del Instituto Geológico y Minero de España.
- Márquez, E. 1983. “Fundiciones romanas de Sierra Morena.” *Boletín de la Real Academia de Córdoba* 105: 223–34.
- Mateo, A. 2001. *Observaciones sobre el régimen jurídico de la minería en tierras públicas en época romana*. Santiago de Compostela: Universidad de Santiago de Compostela.
- Mederos, A. 2007. “Los atunes de Gadir.” *Gerión*, vol. extra: 173–95.
- Monterroso-Checa, A., J. C. Moreno-Escribano, M. Gasparini, M. González, J. L. Domínguez, A. López y S. Rodero. 2023. “El Tarteso aurífero de Corduba: Desde el Guadalquivir hacia el Guadiana a través de Sierra Morena y el Valle del Guadiato.” En *Tarteso: Nuevas fronteras*, ed. S. Celestino y E. Rodríguez, 515–36. Colección MYTRA (IAM-CSIC) 12. Mérida: Diputación de Badajoz.
- Moreda, G. y J. Dueñas. 1991. “Una visión del distrito de Linares-La Carolina en la época más reciente.” *Canteras y Explotaciones* 297: 88–102.
- Morena, J. A. 1999. *Documentación de expedientes como zona arqueológica para su inscripción en el catálogo general del Patrimonio Histórico andaluz en la provincia de Córdoba: Poblado minero de La Gata (Belmez)*. Córdoba: Consejería de Cultura de la Junta de Andalucía.
- Orejas, A. y Ch. Rico, eds. 2012. *Minería y metalurgia antiguas: Visiones y revisiones. Homenaje a Claude Domergue*. Collection de la Casa de Velázquez 128. Madrid: Casa de Velázquez.
- Orejas, A. y F. J. Sánchez-Palencia. 2014. “Los paisajes mineros de Hispania y la investigación en Arqueominería.” *Cuadernos de Prehistoria y Arqueología de la Universidad de Granada* 24: 319–44.
- Palero, F. J. y A. Martín-Izard. 2005. “Trace element contents in galena and sphalerite from ore deposits of the Alcudia Valley mineral field (Eastern Sierra Morena, Spain).” *Journal of Geochemical Exploration* 86, no. 1: 1–25.
- Pérez, J. A. 2018. *Fortificaciones romanas en el área minera de Huelva*. Huelva: Universidad de Huelva.
- Pérez, J. A. y A. Delgado. 2014. *Las minas de Riotinto en la época Julio-Claudia*. Huelva: Universidad de Huelva.

- Pichonnaz, P. 2020. *Les fondements romains du droit privé*. Ginebra/Zürich: Schulthess-Romandes, 2ª ed.
- Rico, C. 2010. "Sociétés et entrepreneurs miniers italiques en Hispanie à la fin de l'époque républicaine: une comparaison entre les districts de Carthagène et de Sierra Morena." *Pallas* 82: 395–415.
- Rodríguez, J. F. 2019. "Corduba, el Mons Marianus y el Conventus Cordubensis." *Conimbriga* 58: 193–232.
- Rodríguez, A., F. J. Palero y A. Martín-Izard. 2000. "Caracteres geoquímicos del filón 'El Cobre' distrito de Linares-La Carolina (Jaén), España." *Boletín de la Sociedad Española de Mineralogía* 23: 1–16.
- Salvi, D. 1992. "Le *massae plumbeae* di Mal di Ventre." En *L'Africa Romana: Atti del IX Convegno di studio, Nuoro, 13-15 dicembre 1991*, ed. A. Mastino, 661–72. Pubblicazioni del Dipartimento di Storia dell'Università di Sassari 20, no. 2. Sassari: Gallizzi.
- Sánchez-Palencia, J., ed. 2000. *Las Médulas (León): Un paisaje cultural en la Asturia Augustana*. León: Instituto Leonés de Cultura.
- Sánchez-Palencia, J. 2003. *Tierra, agua y oro: Arqueología del paisaje en la Sierra de Francia*. Salamanca: Consejería de Cultura y Turismo, Junta de Castilla y León.
- Sandars, G. F. 1911. "Coins from the neighbourhood of a Roman mine in Southern Spain." *JRS* 1: 100–6.
- Sandars, H. 1905. "The Linares bas-relief and Roman mining operations in Baetica." *Archaeologia* 59: 311–32.
- Santos, J. F., S. García de Madinabeitia, J. I. Gil y F. J. Palero. 2004. "A lead isotope database: The Los Pedroches-Alcudia area (Spain); implications for archaeometallurgical connections across southwestern and southeastern Iberia." *Archaeometry* 46: 625–34.
- Scaife, B. 1997. "Lead isotope ratios for Mediterranean ores." <http://www.brettscaife.net/lead/data/index.html>.
- Schattner, T., G. Ovejero y J. A. Pérez. 2012. "Minería y metalurgia antiguas en *Munigua*: Estado de la cuestión." En *Minería y metalurgia antiguas: Visiones y revisiones. Homenaje a Claude Domergue*, ed. A. Orejas y Ch. Rico, 151–68. Collection de la Casa de Velázquez 128. Madrid: Casa de Velázquez.
- Stannard, Cl., A. G. Sinner, B. Mora y G. L. Gregori. 2021. "Trade between Minturnae and Hispania in the late Republic (2): The mines and *societates* of southern Hispania." *NC* 181: 53–92.
- Stefanile, M. 2017. *Dalla Campania alle Hispaniae: L'emigrazione dalla Campania romana alle coste mediterranee della Penisola Iberica in età tardo-repubblicana e proto-imperiale*. Nápoles: Università degli Studi di Napoli L'Orientale.
- Tornos, F. y M. Chiaradia. 2004. "Plumbotectonic evolution of the Ossa Morena Zone, Iberian Peninsula: Tracing the influence of mantle–crust interaction in ore-forming processes." *Economic Geology* 99: 965–85.
- Ventura, A. 1993. "*Susum ad montes s(ocietatis) s(isaponensis)*: Nueva inscripción tardorrepublicana de Corduba." *Anales de Arqueología Cordobesa* 4: 49–61.
- Ventura, A. 1999. "El teatro en el contexto urbano de Colonia Patricia (Córdoba): Ambiente epigráfico, evergetas y culto imperial." *ArchEspArq* 72: 57–72.
- Zarzalejos, M., G. Esteban, L. Mansilla, F. J. Palero, P. Hevia y J. Sánchez. 2012. "Nuevas aportaciones al conocimiento del paisaje minero antiguo en la vertiente norte de Sierra Morena: Del análisis macroespacial al estudio de detalle." En *Paisajes mineros antiguos de la Península Ibérica: Investigaciones recientes y nuevas líneas de trabajo. Homenaje a Claude Domergue*, ed. M. Zarzalejos, P. Hevia y L. Mansilla, 123–53. Madrid: Universidad Nacional de Educación a Distancia.
- Zarzalejos, M., C. Fernández-Ochoa, G. Esteban y P. Hevia. 2012. "El paisaje minero antiguo de la comarca de Almadén (Ciudad Real): Nuevas aportaciones sobre el *territorium* de Sisapo." En *Minería y metalurgia antiguas: Visiones y revisiones*, ed. A. Orejas y C. Rico, 129–50. Collection de la Casa de Velázquez 128. Madrid: Casa de Velázquez.
- Zarzalejos, M., P. Hevia y L. Mansilla, eds. 2012. *Paisajes mineros antiguos en la Península Ibérica: Investigaciones recientes y nuevas líneas de trabajo. Homenaje a Claude Domergue*. Madrid: Universidad Nacional de Educación a Distancia.
- Zarzalejos, M., P. Hevia y G. Esteban. 2020. "Usos y aplicaciones del cinabrio en la península Ibérica entre la Prehistoria reciente y el fin del Mundo Antiguo: Una revisión necesaria." En *El "oro rojo" en la Antigüedad: Perspectivas de investigación sobre los usos y aplicaciones del cinabrio entre la Prehistoria y el fin del mundo antiguo*, ed. M. Zarzalejos, P. Hevia y L. Mansilla, 15–64. Madrid: Universidad Nacional de Educación a Distancia.