

Boletín del Museo Arqueológico Nacional



ANALISIS ARQUEOMETALURGICO DE UNOS PLOMOS MONETIFORMES

Por ANTONIO MADROÑERO DE LA CAL y
ANTÓN CASARIEGO CÓRDOBA

I. INTRODUCCION

Las «monedas» de plomo hispanas de época romana tienen sin duda gran interés desde el punto de vista numismático e incluso, sencillamente, histórico. Se trata de piezas asimilables a las monedas (que en la Hispania Antigua se realizaban en bronce o plata) en muchas de sus facetas, aunque no siempre en todas. Como en lo que todos estos plomos coinciden necesaria e indudablemente con la moneda es en la similar apariencia, para referirse a ellos se ha preferido el término de «plomos monetiformes»¹.

Quizá por el propio hecho de ser de plomo, metal menos noble y que generalmente sufre más deterioro con el paso del tiempo que la plata o el bronce, o por limitarse generalmente su circulación a ámbitos económicos reducidos y prácticamente no reflejados en los textos clásicos, los plomos monetiformes han permanecido lamentablemente olvidados. Numismáticos profesionales e investigadores generalmente han mostrado poco interés por unos objetos que muchas veces tienen gran valor artístico o documental y que conforman un vastísimo conjunto muy característico de la Hispania romana, y especialmente de la zona del valle del Guadalquivir.

Son piezas de plomo disciales, con impronta en las dos caras (a veces sólo en una), acuñadas entre dos troqueles. En ellas vemos representaciones muy variadas (quizá con una uniformidad menor que la que se da entre las monedas hispanas de bronce y plata) de dioses, personas, animales, plantas u objetos cualesquiera, a menu-

do acompañadas por leyendas o abreviaturas. Los tamaños de los plomos son mucho menos uniformes aún y no siguen ninguna norma o sistema común a todos ellos, y ni siquiera entre dos plomos iguales, es decir, con los mismos tipos y con módulo similar, hay igualdad en los pesos, que se mueven dentro de unos márgenes amplísimos. Esto último ya indica que su valor en tiempos, puesto que sin duda lo tuvieron y fueron de un modo u otro empleados en actividades comerciales, fue fiduciario, diferente al que tenía de por sí la materia que les daba cuerpo.

Una parte de estos plomos llevan los tipos propios de algunas cecas hispanas conocidas, en realidad de un número de ellas muy significativo, a veces incluso con el topónimo como leyenda. No se puede asegurar que fueran emitidos oficialmente en esas cecas, pero es innegable su relación con ellas y su función monetaria, restringida a un ámbito local. Otro importante grupo lo constituyen los graades plomos o «medallones», piezas de un módulo que suele rondar los cuarenta milímetros, con unos tipos muchas veces basados en los de monedas grecolatinas, y habitualmente de bella factura. Estos en conjunto se deben relacionar con las explotaciones agrícolas y mineras en la Bética romana, y también tuvieron una función monetaria, reducida en este caso al interior de la explotación correspondiente.

Hay además un grupo muy escaso de plomos con motivos típicamente cartagineses, aunque es posible que también fueran acuñados en época romana. Con tipos también cartagineses existen también unos cuantos plo-

¹ Así se les nombra en la última obra que trata monográficamente de ellos: CASARIEGO, A.; CORES, G. y PLIEGO, F.: *Catálogo de plomos monetiformes de la Hispania Antigua*, Artis Traditio, Madrid, 1987.

mos que sus editores consideraran falsificaciones modernas².

Estos plomos monetiformes quedan de este modo enmarcados en un espacio geográfico y temporal (básicamente, época romana y Sierra Morena-Valle del Guadalquivir) en el que el plomo es un metal muy barato y ampliamente utilizado. Se empleaba principalmente para fabricar tuberías, impermeabilizar los baños públicos o los canales de tejados de edificios importantes y fijar lañas de hierro, tanto en los grandes bloques pétreos de construcciones voluminosas como en la reparación de vasijas y piezas del ajuar doméstico. También hay un apreciable consumo en la industria naval y en la fabricación de artes de pesca, así como en la manufacturación de objetos de variada condición, desde elementos decorativos hasta amuletos, balas de honda, pesas de telar, ponderales, precintos, etc.³.

Las características físicas que determinan la tan amplia utilización de este metal son su elevada densidad (artes de pesca), su baja temperatura de moldeo (objetos decorativos y fijación de lañas), su resistencia a la corrosión (tuberías), y su facilidad de conformación por estampado o troquelado, como es el caso de las piezas objeto de este trabajo.

En el mundo romano hay un profundo conocimiento de este metal. Así, por ejemplo, para enclavamiento de lañas y para sueldas de aplicación en soldaduras blandas en fontanería se utiliza un material con una composición de 62 % de estaño y 38 % de plomo, que, por ser justamente la aleación eutéctica, funde a la temperatura mínima posible (183° C.), de modo que puede fundirse la suelta sin que lo haga la tubería, pues la temperatura de fusión del plomo sin alear es 327° C.

Esto motiva un importante auge del comercio del plomo en el mundo romano, comercio que con la caída del Imperio prácticamente desaparecerá. Los grandes centros hispanos de producción de este metal son Cástulo (Cazorla, Jaén) y demás enclaves de Sierra Morena, como Cerro Muriano (Córdoba) y la mina Diógenes (Ciudad Real), y, por supuesto, Cartagena.

Desde el punto de vista arqueometalúrgico hay tres tipos básicos de plomo según sea el tipo de mena de donde el plomo es obtenido, y que vienen determinados por la naturaleza de las impurezas, a saber:

- Plomo de minerales que contienen metales preciosos, siendo sus impurezas la plata, el oro y el antimonio.
- Plomo de minerales asociados a piritas, siendo entonces sus impurezas más importantes el hierro y el zinc.
- Plomo de galenas muy puras, cuya impureza más importante es el bismuto.

Evidentemente esta clasificación es excesivamente simplista, pues la composición del plomo depende asimismo de los procesos de beneficio y afino que se llevarán

a cabo para su obtención. La composición de un plomo de una cierta mina depende pues de la profundidad del estrato de donde se extrajera la mena y del rendimiento del proceso productivo. Ambos factores suelen variar gradualmente en el tiempo. En cualquier caso pensamos que el análisis de las impurezas puede servir de tenue guía para diferenciar plomos claramente diferentes. Sobre esta idea vamos a trabajar en el presente estudio.

II. DESCRIPCIÓN DE LA PIEZA OBJETO DE ESTE ESTUDIO

Se trata de un plomo monetiforme de 39 mm. de módulo, de unos 9 mm. de grosor y con un peso de 93 gr., que tiene todo el aspecto de haber sido fabricado por troquelado en frío. Sus tipos son los que siguen:

Anverso: Cabeza masculina diademada (de Melquart-Heracles) mirando a derecha. Alrededor gráfila de puntos.

Reverso: Proa de nave a derecha; debajo, delfín.

Los tipos imitan, en este caso con la cabeza del anverso mirando a la derecha y con peor arte en el reverso, a los de ciertas monedas hispano-cartaginesas de plata con valores de shekel, dishekel y trishekel⁴.

Este plomo ha sido publicado en el *Catálogo de plomos monetiformes...* citado, con el n.º 1 dentro del grupo de «falsificaciones modernas con motivos cartagineses», que se incluyen como apéndice, en la página 47 del Catálogo. Hemos visto sólo otros dos ejemplares, que proceden de los mismos cuños que éste. Su bella factura y rareza dan gran valor al ejemplar. Este valor es en principio tanto histórico como económico, y aunque en el caso de que quedase absolutamente demostrada su falsedad desaparecería por completo el interés histórico, el valor económico se reduciría mucho pero no llegaría a anularse totalmente.

El hecho de haber sido adquirida a suministradores que consiguen su material en la provincia de Sevilla nos induce a establecer su estudio analítico comparándola con piezas de casi nulo valor numismático y autenticidad probada procedentes de esa misma zona. Son en concreto dos plomos de Carmona (Carmona), ambos del tipo número 3 de esta ceca según su clasificación en el *Catálogo de plomos monetiformes...* mencionado.

En la fig. 1 se muestra una fotografía de las tres piezas. La n.º 1 es el plomo objeto de este estudio y las n.º 2 y 3 son las piezas auxiliares que analizaremos comparativamente.

El estudio se plantea de la forma siguiente. Gracias a Francisco Pliego conocemos el proceso de fabricación de una moneda falsa de plomo. Tomando un disco liso de plomo antiguo, fácil de conseguir en esta región y que permitirá burlar a las técnicas analíticas que intenten pro-

² En el *Catálogo de plomos monetiformes...* citado, se clasifican los plomos en estos grupos y en otros dos más; diversos de mediano módulo e imitación de numerario romano.

³ CASARIEGO, A.; CORES, G. y PLIEGO, F.: *Catálogo de plomos monetiformes...* capítulo I, 1, sobre todo pp. 18-22, con bibliografía. Especialmente: DOMÍNGUEZ, C.: «El Cerro del Plomo, Mina "El Centenillo" (Jaén)». *Noticiario Arqueológico Hispánico*, 16, 1971, pp. 267-363, sobre todo 277-337 y 354; GOWLAND, W.: «The Early Metallurgy of Silver and Lead: Part I, Lead». *Archaeologia*, 57, 2, 1901, pp. 359-422. Además, KRYSKO, W.: *Blei in Geschichte und Kunst*, D. Riederer Verlag, Stuttgart, 1979, sobre todo pp. 47-60.

⁴ Números 10-25 de VILLARONGÁ, L.: *Las monedas hispano cartaginesas*, Barcelona, 1973.



Fig. 1.—Anverso de las piezas 1, 2 y 3.



Fig. 2.—Reverso de las piezas 1, 2 y 3.

bar la ausencia de antigüedad en la materia base de la pieza, se efectúa su troquelado. Posteriormente, el plomo se cubre con una lechada de cal apagada y se mantiene en un horno doméstico durante un cierto tiempo, a fin de que el recubrimiento se deshumidifique y compacte. Se entierra después durante algún tiempo en terreno húmedo, similar a aquéllos donde normalmente aparecen este tipo de monedas.

El alto precio de la moneda, por una parte, y la sospecha de que la composición del plomo no justifique nada, nos lleva a enfocar el trabajo analítico en la comparación de la composición de las pátinas, sin perjuicio de que un análisis de las piezas constatadas como auténticas deba ser considerado un elemento de juicio indispensable.

III. PROBLEMATICA DEL ESTUDIO ARQUEOMETALURGICO DE ESTA PIEZA

A lo antedicho se suma el hecho de que nos encontramos, desde el punto de vista analítico, con un vacío total

en cuanto a datos bibliográficos se refiere, pues así como están publicadas composiciones de diferentes bronce, fierros, e incluso lingotes y láminas de plomo, no conocemos ningún trabajo en el que se presente el análisis químico de monedas hispanas de este tipo¹.

Además, para realizar este estudio contamos con dos serios inconvenientes. Primero, la radiología es poco practicable, dada la alta absorción del plomo y la muy probable ausencia de escorias, restos de arena, etc., que cabe esperar en una pieza forjada de este tipo. Segundo, la microestructura no puede ser examinada más que en superficie, no en el núcleo de la pieza, ya que ello conllevaría un importante dañado de la misma.

Ello nos obliga a plantearnos la posibilidad de intentar realizar el estudio de la pieza limitándonos exclusivamente al estudio de la pátina que la recubre. Una pátina es siempre el resultado de la composición de la pieza y de la actuación del medio, natural o artificial, en el que permaneció envuelta durante un período de tiempo más o menos dilatado. Habrá, pues, que aclarar si la composición de la pátina está mayoritariamente determina-

¹ Análisis de lingotes en: LAUBENHEIMER-LEENHARDT, F.: «Recherches sur les lingots de cuivre et de plomb d'époque romaine dans les régions de Languedoc-Rousillon et de Provence-Corse», *Revue Archéologique de Narbonnaise*, Supplement 3, París, 1973, p. 175; de láminas de plomo, sueldas y tuberías de Britannia; GOWLAND, W.: «The early Metallurgy...», cit., pp. 409-410, 415-417. También han sido analizadas monedas de plomo mauritanas; MAZARD, M.: *Corpus Numorum Numidiae Mauretaniaeque*, p. 26.

da por la composición del plomo o si la influencia del medio es lo suficientemente significativa para nuestro propósito.

IV. ANALISIS FISICO-QUIMICOS DE LAS TRES PATINAS

En las tres monedas se aprecia a simple vista bastante homogeneidad en la totalidad de su superficie. Las tres patinas son claras, pulvulentas y compactas, por lo que una sola muestra de cada moneda parece ser suficiente.

A primera vista surge ya la primera cuestión. El plomo es un metal que, por su capacidad de pasivación, posee un elevado grado de resistencia a la corrosión en medios neutros o ácidos. Pensemos por ejemplo en la estabilidad de tuberías y canalones de tejados o en las placas de las baterías de automóvil, inmersas en ácido. Sin embargo, los medios alcalinos, al destruir la capa de pasivado pasan a atacar al plomo. Justamente por esta razón los falsificadores emplean la cal para patinar sus creaciones en este metal. Mirando a las piezas aquí estudiadas, se observa que los dos plomos de Carmo (n.º 2 y 3) tienen la pátina sensiblemente más gruesa que el otro plomo (n.º 1). Además el relieve de las piezas 2 y 3 casi ha sido destruido, mientras que en la n.º 1 ha sufrido mucho menos deterioro.

Lo primero que debemos preguntarnos es si estamos

ante dos tipos de plomo (pieza 1 por un lado y piezas 2 y 3 por otro) o si estamos ante dos procesos de patinado con diferente grado de agresividad alcalina.

Los análisis de estas patinas, como los de cualquier otro material, pueden ser llevados con dos perspectivas básicas: análisis elemental o determinación de los compuestos. Así, por ejemplo, un análisis elemental de hematitas y de magnetita dará, en ambos casos, hierro y oxígeno, mientras que el análisis de compuestos dará en el primer caso óxido férrico y en el segundo óxido ferroso-férrico. No obstante a su carácter rudimentario y simplicidad, el análisis elemental puede proporcionar el suficiente criterio como para diferenciar dos materiales. En consecuencia, lo deseable sería poder establecer una correlación entre el análisis elemental de la pátina y el análisis elemental del plomo metálico, utilizando el análisis de compuestos de las patinas para descontar el efecto corrosivo del terreno.

En consecuencia, se realizaron con cada una de las tres patinas un análisis por espectrometría de emisión con registro fotográfico, como análisis elemental, y un análisis por difracción de rayos X en cámara Debye-Scherrer de 114 mm. de diámetro, como análisis de compuestos. Ambos procedimientos ofrecen unos resultados semicuantitativos que suponemos suficientes para nuestro propósito. También se realizó un análisis espectrométrico de virutas de plomo extraídas de las piezas 2 y 3.

V. RESULTADOS OBTENIDOS

En la pieza n.º 2 se obtuvieron los siguientes resultados analíticos:

(2-1) Análisis elemental de la pátina:

Pb	Ca	Cu	Ag	Na	Sn	Fe	V	Bi	Mg	Ti	Si	Al	Sb	Mn
Mucho	Bastante	0,05	—	—	0,01	0,8	0,3	—	0,3	0,05	1	0,2	—	indicios

(2-2) Análisis de la pátina con difracción de rayos X:

Nombre del compuesto	Fórmula química	Ficha ASTM	%
Silicato cálcico hidratado	$\text{Ca}_3\text{SiO}_5 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	3-0669	79
Oxido estannoso hidratado	$5\text{SnO} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	14-140	10
Oxido plúmbico (plátnerita)	PbO_2	8-815	7
Carbonato hidróxido plumboso (hidrocercusita)	$\text{Pb}_3(\text{CO}_3)_2(\text{OH})_2$	13-131	4
Total:			100

(2-3) Análisis elemental del plomo metálico de la pieza:

Pb	Sn	Cu	Fe	Bi
base	0,1	0,3	indicios	0,03

En la pieza n.º 3 se obtuvieron los siguientes resultados analíticos:

(3-1) Análisis elemental de la pátina:

Pb	Ca	Cu	Ag	Na	Sn	Fe	V	Bi	Mg	Ti	Si	Al	Sb	Mn
Mucho	0,2	0,05	—	—	—	0,05	0,2	—	—	—	0,3	—	—	—

(3-2) Análisis de la pátina por difracción de rayos X:

Nombre del compuesto	Fórmula química	Ficha ASTM	%
Silicato cálcico hidratado	$\text{Ca}_2\text{SiO}_5 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	3-0669	43
Oxido estannoso hidratado	$5\text{SnO} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	14-140	26
Oxido plúmbico (platnerita)	PbO_2	8-815	23
Carbonato hidróxido plumboso (hidrocercusita)	$\text{Pb}_3(\text{CO}_3)_2(\text{OH})_2$	13-131	8
			Total: 100

(3-3) Análisis elemental del plomo de la moneda:

Pb	Sn	Cu	Fe	Bi
base	0,05	0,2	—	—

En la pieza n.º 1 se obtuvieron los siguientes resultados analíticos:

(1-1) Análisis elemental de la pátina:

Pb	Ca	Cu	Ag	Na	Sn	Fe	V	Bi	Mg	Ti	Si	Al	Sb	Mn
Mucho	Mucho	0,2	0,2	0,2	0,02	0,5	—	—	0,9	0,03	1	0,2	1	indicios

(1-2) Análisis de la pátina por difracción de rayos X:

Nombre del compuesto	Fórmula química	Ficha ASTM	%
Carbonato cálcico	CO_2Ca	5-0586	48
Carbonato hidróxido plumboso	$\text{Pb}_3(\text{CO}_3)_2(\text{OH})_2$	13-131	26
Hidróxido plumboso	$\text{Pb}(\text{OH})_2$	11-270	15
Silicato cálcico hidratado	$\text{Ca}_2\text{SiO}_5 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	3-0669	6
Plomo metálico	Pb	4-0686	5
			Total: 100

La presencia de plomo metálico se debe, sin duda, no a que en la pátina exista plomo libre, sino a que al raspar para extraer la muestra se arrastró algo del plomo de la moneda. En consecuencia, y a efectos comparativos sería conveniente ignorar su aparición en el análisis.

Queda, por tanto (1-2 bis):

Nombre del compuesto	Fórmula química	Ficha ASTM	%
Carbonato cálcico	CO_2Ca	5-0586	50
Carbonato hidróxido plumboso	$\text{Pb}_3(\text{CO}_3)_2(\text{OH})_2$	13-131	27
Hidróxido plumboso	$\text{Pb}(\text{OH})_2$	11-270	16
Silicato cálcico hidratado	$\text{Ca}_2\text{SiO}_5 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	3-0669	7
			Total: 100

(1-3) Análisis elemental del plomo de la moneda: Como ya hemos comentado, no pudo ser llevado a cabo por no ser posible la extracción de virutas del material sin menoscabo de la pieza.

A la vista de los resultados analíticos podemos razonar del siguiente modo, con referencia a las piezas 2 y 3:

— Comparando (2-3) y (3-3) parece claro que las piezas 2 y 3 son completamente similares, posiblemente de la misma mena y de la misma época.

— La mayor abundancia en Ca y Mg de (2-1) en comparación de (3-1) nos induce a pensar que la pieza 2 estuvo enterrada en un terreno no más calcáreo que aquél en el que yacía la pieza 3 sino más seco, menos agresivo; la diferencia no es sustancial, aunque sí apreciable.

— Los resultados (2-2) y (3-2) son razonablemente similares. En ambos casos el terreno estaba mayoritariamente compuesto por silicato cálcico hidratado, pero al ser más húmedo en el caso de la pieza 2, se produjo un mayor ataque al plomo (hay más carbonato hidróxido plumboso en (3-2) que en (2-2)).

— A simple vista, esta conclusión parece también más aceptable. La pátina de la pieza 3 es de aspecto más cerúleo, menos calcáreo, con el polvo menos adherido al metal base y más compactado.

Pasamos ahora a sacar conclusiones; comparando con la pátina de la pieza 1, puede decirse:

— A diferencia de las piezas 2 y 3, la pieza 1 estuvo enterrada en una arena compuesta mayoritariamente por carbonato cálcico o por calque se colmató hasta carbonatarse (proceso totalmente lógico si se siguió el procedimiento de falsificación reseñado), en vez del silicato cálcico que envolvió a las piezas 2 y 3 (compárese [1-2 bis] con [2-2] y [3-2]). Debe quedar señalado que dada la gran solubilidad del carbonato cálcico es muy improbable que la pieza quedara enterrada en un medio natural que estuviera formado únicamente por este compuesto.

— Si hubiésemos podido realizar el análisis elemental del plomo habríamos visto muy posiblemente que la pieza 1 tenía menos estaño y más cobre, plata y antimonio que las piezas 1 y 2, ya que dichos metales no pueden haber sido aportados por un proceso de corrosión durante el enterramiento.

VI. COMENTARIO FINAL

Parece ser que hay una suficiente diferenciación entre la pieza 1 por un lado y las piezas 2 y 3 por otro. La pieza 1 hace pensar en una mena más rica en metales nobles, por tanto en un plomo más antiguo. En cualquier caso las tres piezas están formadas por un plomo muy puro, que después de obtenido fue afinado. Sólo gracias a esa gran pureza el plomo era tan blando que se podía troquelar con tanta facilidad y tan buenos resultados. Un mayor resto de impurezas hubiese dado lugar a un plomo más agrio, menos maleable. Y el desplatado del plomo, además de servir para conferirle mayor maleabilidad y

blandura, permite la obtención de un poco de plata adicional, que puede tener una importancia económica no desdeñable.

Estamos pues ante unos metalúrgicos con un avanzado bagaje tecnológico, como corresponde a la época histórica en la que estas piezas quedan enmarcadas por la Arqueología.

Esto, al menos, se puede afirmar sin matizaciones con respecto a las piezas 2 y 3. En cuanto a la principal protagonista de este estudio, hay que indicar que el plomo que la forma es antiguo, incluso más que el de las otras piezas, pero también se debe señalar que los datos analizados concuerdan con absoluta exactitud con el proceso de falsificación que se conocía, lo que, unido al hecho de que los ejemplares conocidos procedan del mismo cuño y al aspecto dudoso de la pieza, permite cuestionar su autenticidad con fundamento. Es lógico suponer, por otra parte, que en una zona en la que abundan los plomos antiguos verdaderos, sin ningún valor numismático, los profesionales de la falsificación disponen de plomos auténticamente antiguos para efectuar su poco encomiable trabajo. En estos casos, el análisis del metal por sí solo, puede conducir a *valoraciones erróneas*.

De cualquier modo parece que queda clara la importancia del análisis de las pátinas para la Arqueología, la Numismática y la Museología. La observación parece pertinente considerando que a veces no se estudia debidamente la pátina sin tener en cuenta la gran cantidad de información que ésta atesora, como resultado que es de la composición metálica de la pieza puesta en relación con el medio que la ha rodeado a lo largo del tiempo.