

MEDITERRÁNEO Y ATLÁNTICO. ARQUEOMETALURGIA DEL BRONCE FINAL Y PRIMERA EDAD DEL HIERRO EN EL POBLADO DE EL MORREDÓN (FRÉSCANO, ZARAGOZA)

Mediterranean and Atlantic. Archaeometallurgy of the Late Bronze Age and Early Iron Age from the Settlement El Morredón (Fréscano, Zaragoza)

Paloma ARANDA-CONTAMINA*, Ignacio MONTERO-RUIZ**, José M.^a RODANÉS VICENTE* y José Ignacio LORENZO LIZALDE***

* *Dpto. de Ciencias de la Antigüedad. Facultad de Filosofía y Letras. Univ. de Zaragoza. Edificio Cervantes. C/ Corona de Aragón, 42. 5009 Zaragoza. Correo-e: paranda@unizar.es; jrodanes@unizar.es. ID ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9278-1355>; <https://orcid.org/0000-0001-9644-4252>.*

** *Instituto de Historia-CSIC. C/ Albasanz, 26-28. Madrid 28037. Correo-e: ignacio.montero@cchs.csic.es. ID ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0897-1031>*

*** *Arqueólogo. Alfonso I el Batallador, 6-8. 5430 María de Huerva (Zaragoza). Correo-e: jilorenzolizalde@gmail.com. ID ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7580-6787>.*

Recepción: 31/07/2020; Revisión: 10/02/2021; Aceptación: 27/03/2021

RESUMEN: Las excavaciones realizadas entre 2002 y 2004 en El Morredón, yacimiento del Bronce Final y la Primera Edad del Hierro situado en el valle del Huecha, Zaragoza, han permitido la revisión del yacimiento y el estudio de sus materiales inéditos mediante nuevas técnicas y metodologías. El repertorio metálico del yacimiento se identifica con un conjunto de ámbito doméstico, mayoritariamente realizado en bronce, de reducida tipología, en el que predominan los objetos de adorno seguidos de armas y útiles de trabajo. Con el objetivo de conocer la composición de estos materiales se han realizado análisis mediante fluorescencia de rayos X –XRF–. Se ha documentado la presencia de dos aleaciones distintas: bronce binario de Cu-Sn y ternario, Cu-Sn-Pb. Esta composición apunta posibles conexiones con el Bajo Ebro y, a su vez, con la Meseta Sur, Levante o Andalucía, mientras la tipología de algunas piezas parece vinculada a la tradición del Bronce Atlántico o Centroeuropeo. La producción metalúrgica que se desarrolló en el propio poblado es una muestra más de la confluencia de tradiciones: mediterránea y atlántica, que cada vez se detecta con mayor claridad e intensidad en este territorio.

Palabras clave: valle del Ebro; Bronce Atlántico; Campos de Urnas; metalurgia; análisis de fluorescencia mediante rayos X.

ABSTRACT: The excavations carried out between 2002 and 2004 at El Morredón, a Late Bronze and Early Iron Age site located in the Huecha valley, Zaragoza, have enabled the site to be revised and its unpublished materials to be studied using new techniques and methodologies. The metallic repertoire of the site is identified with a set of domestic objects, mostly made of bronze, of a reduced typology, in which decorative objects predominate, followed by weapons and working tools. In order to determine the composition of the metallic materials, X-ray

fluorescence –XRF– analyses were carried out. The presence of two different alloys has been documented: Cu-Sn binary bronze and Cu-Sn-Pb ternary bronze. This composition points to possible connections with the Lower Ebro and, in turn, with the Southern Meseta, Levante or Andalusia, while the typology of some pieces seems to be linked to the Atlantic or Central European Bronze tradition. The metallurgical production that took place in the settlement itself is another example of the confluence of Mediterranean and Atlantic traditions, which is becoming increasingly clearer and more intense in this area.

Key words: Ebro valley; Atlantic Bronze; Urnfield Culture; Metallurgy; X-Ray Fluorescence Analysis.

1. Introducción

El yacimiento de El Morredón (Fréscano, Zaragoza) ocupa gran parte de un cerro amesetado de grandes dimensiones a 3 km al oeste del río Huecha, rodeado de llanuras aluviales y en una posición estratégica de buena visibilidad de todo el valle bajo hasta su confluencia con el río Ebro. Es, junto al Alto de la Cruz de Cortes de Navarra (Maluquer *et al.*, 1990), el poblado mejor conocido de una zona que destaca por la alta concentración de yacimientos del Bronce Final y Primera Edad del Hierro. Fue descubierto en 1970, aunque no fue excavado hasta comienzos del s. XXI cuando se llevaron a cabo las tres campañas desarrolladas entre 2002 y 2004. En estas intervenciones se documentó la existencia de un poblado en la cima y parte de la ladera sudoeste (Fig. 1). La estratigrafía permitió identificar sucesivas etapas que aportaron abundante material arqueológico (Aranda-Contamina *et al.*, 2016, 2018), que se encuentra depositado en el Museo de Zaragoza.

La ocupación se extiende durante más de medio milenio, desde el s. XII cal AC hasta el s. VI cal AC, a lo largo de tres fases que han sido identificadas y caracterizadas a partir de la estratigrafía, plasmada en los informes de las campañas de excavación; del análisis de los materiales arqueológicos, y de la serie de dataciones radiocarbónicas (Fig. 2).

El inicio del poblamiento lo situamos en un momento del Bronce Tardío –Fase I–, en el s. XII cal AC, sin poder precisar el alcance o extensión del asentamiento. Probablemente estamos ante una primera ocupación del cerro con estructuras de hábitat realizadas con materiales perecederos y, por tanto, difíciles de identificar en el registro arqueológico. Esto no es exclusivo de El Morredón. Aunque

escasos, se han identificado asentamientos similares en el Nivel I de Partelapeña de El Redal (Álvarez y Pérez Arrondo, 1987) o en los niveles más antiguos del Alto de la Cruz de Cortes –los denominados por los investigadores PVI, PV y PIV– (García López, 1994: 96; Armendáriz, 2008: 152). En el valle del Huecha, la mayor densidad de población durante la Edad del Bronce se concentra en la cercana Muela de Borja, cuya intensidad decae tras el Bronce Tardío de tipo Cogotas I para pasar a ocupar zonas de más baja altitud en el valle, donde ya encontramos yacimientos propios de Campos de Urnas (Aguilera, 1995)¹. Esta hipótesis podría explicar esta primera ocupación relacionada con núcleos de la Meseta y anterior a la llegada de las influencias de los Campos de Urnas procedentes de las comarcas orientales del valle del Ebro.

Durante los ss. XI-X cal AC se desarrolló el poblado del Bronce Final –Fase II– limitado a la zona NE del cerro. Sería el primer hábitat estable, con una mayor extensión cronológica y estructural que la anterior. No obstante, el arrasamiento y aterra-zamiento de estos niveles para la construcción de las siguientes fases, junto al alto grado de erosión del altozano, provocan una pobreza de restos constructivos que afortunadamente se compensa con la riqueza de la cultura material. La datación de esta Fase II adelanta la llegada de los primeros elementos de Campos de Urnas al valle del Huecha, respecto a gran parte de los esquemas cronológicos mantenidos hasta la fecha (Munilla *et al.*, 1994/1996; Aguilera, 1995; Royo, 2005), en su mayor parte sustentados en cronologías relativas. Es ligeramente más tardía que la Fase I del Cabezo de la Cruz de La

¹ Aguilera, I.: *La comunidad prehistórica de La Muela de Borja. 2550-1200 CAL ANE*. Tesis doctoral inédita defendida en 2017 en la Univ. de Zaragoza.

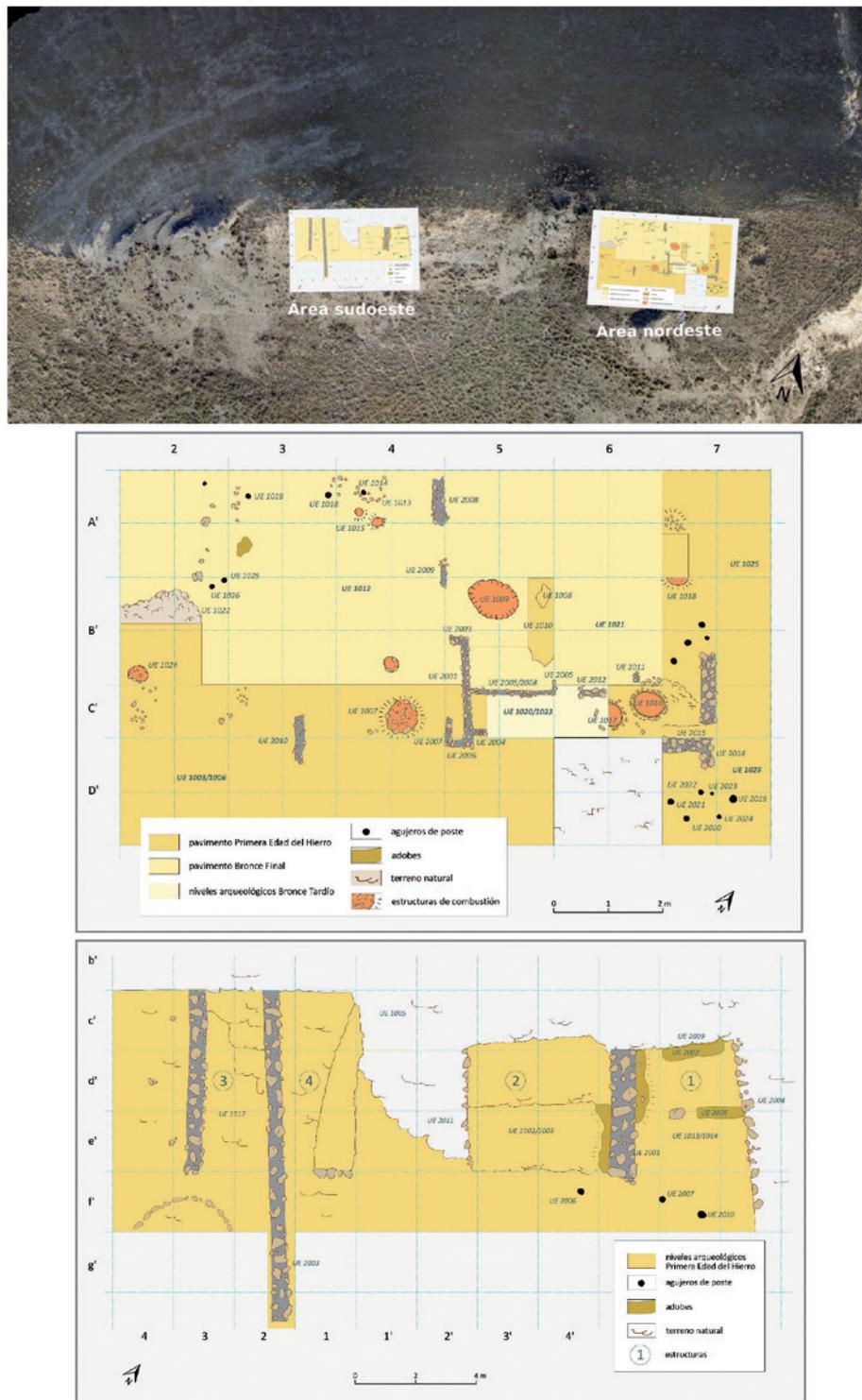


FIG. 1. Excavaciones en El Morredón: planimetría de las dos zonas excavadas en las zonas NE y SO y su localización en el cabezo del yacimiento.

Sigla	Contexto	Fecha BP	68%	95%	cal med BC
D-AMS 021821	UE 1023 Fase I	2946 ± 29	1212-1117	1257-1051	1156
D-AMS 021820	UE 1012 Fase II	2826 ± 37	1020-922	1110-900	980
D-AMS 021822	UE 1006 Fase II	2799 ± 33	996-914	1042-846	952
D-AMS 021824	UE 1010 Fase III	2484 ± 22	756-544	770-524	636

FIG. 2. *Dataciones radiocarbónicas de El Morredón calibradas con el programa OxCal v.4.3.2 (Reimer et al., 2013) con la curva de calibración IntCal13.*

Muela (Picazo y Rodanés, 2009: 247), y encuentra paralelos en poblados como Genó, en el Segre-Cinca (Maya *et al.*, 1998), o en el Bajo Aragón con los frecuentemente citados de Palermo II, Cabezo de Monleón y Záforas (Álvarez, 1992-1993). Se correspondería con el Bronce Final IIIb o Campos de Urnas Recientes.

Ya en la Primera Edad del Hierro –Fase III–, entre los ss. VIII y VI cal AC, se extiende por el cabezo mediante el aterramiento de su ladera donde se localizan distintas estructuras domésticas (Aranda-Contamina *et al.*, 2016). Es el momento de esplendor de numerosos poblados en el valle del Huecha, como los de Fréscano: La Cruz, San Gil, Burrén y Burrena, El Quez de Alberite y La Corona-Esquilar de Borja (Aguilera y Royo, 1978) o el Alto de la Cruz de Cortes (Maluquer *et al.*, 1990), pero también en todo el valle medio del Ebro, como el Cabezo de la Cruz de La Muela (Picazo y Rodanés, 2009), Las Eretas de Berbinzana en Navarra (Armendáriz, 1995-96), La Hoya en Álava o Partelapeña en La Rioja (Álvarez y Clavijo, 1987). Esta fase se enmarcaría en los esquemas tradicionales dentro de los Campos de Urnas del Hierro. Se documenta un incendio generalizado que supondría el final de la ocupación, como sucede en otros yacimientos cercanos: IIIb del Alto de la Cruz de Cortes (Maluquer *et al.*, 1990), la Corona-Esquilar, el Quez o El Convento de Mallén (Aguilera y Royo, 1978).

Sus pobladores, a lo largo de los siglos, fabricaron sus propios objetos en cerámica, piedra o metal, al mismo tiempo que se producirían intercambios y relaciones, más difusas o menos intensas, con

territorios alejados, pero muy estrechas con los poblados del entorno, como se aprecia en las múltiples similitudes que observamos en diferentes aspectos de la cultura material (Rodanés y Picazo, 2017). Estos elementos, sin duda, nos permiten determinar la diversidad y la complejidad caracte-

rísticas de estas sociedades en su más amplio sentido, pero en especial reportan gran cantidad de información sobre su sistema productivo y tecnológico. En este caso concreto, una vez realizado el estudio tipológico en un trabajo anterior (Aranda-Contamina *et al.*, 2020), nos centraremos en la producción de los materiales metálicos.

2. Los objetos metálicos: tipología

Se han inventariado 52 piezas de diferentes formas y funciones (Fig. 3). El número de restos es reducido teniendo en cuenta la extensión del lugar. Se trata de un conjunto de ámbito doméstico, de tipología reducida (Fig. 4), con pocas armas (Fig. 5) y un predominio de objetos de adorno. Son escasos los elementos singulares con valor cronológico, pero destacan algunos restos que documentan una actividad metalúrgica de producción. Mayoritariamente están realizadas en bronce, con escasos útiles en hierro. Es el repertorio habitual en poblados de estas cronologías, con evidentes paralelos en asentamientos como el Alto de la Cruz de Cortes de Navarra (Maluquer *et al.*, 1990) o el Cabezo de la Cruz de La Muela en Zaragoza (Picazo y Rodanés, 2009).

Entre los elementos singulares destacaremos un hacha de talón con dos anillas (Fig. 5) procedente de la Fase II, que tipológicamente se integra en el Bronce Final Atlántico, tipo distribuido mayoritariamente por el NO (Monteagudo, 1977: 157-158), aunque también hay ejemplares cercanos como las otras dos hachas de talón procedentes de El

N.º INVENTARIO	ESTRATIGRAFÍA	FASE	DESCRIPCIÓN	METAL	LONGITUD (mm)	ANCHURA (mm)	GROSOR (mm)	PESO (gr)	XRF
6379	1022, b7	II	anilla sección elíptica	Ae	20	3,5	2	1,64	x
15012	1021, b6	II	barrita-lingote incompleta	Ae	85	6	4	13	x
15013	1021, b6	II	fragmento lámina forma circular	Ae	54-59	31-37	0,5-1	13,5	x
54272	1021	II	hacha de talón y dos anillas	Ae	206	70	30	959	-
11365A	1006, a5	II	lámina rectangular sección plana	Ae	35	17-19	3	5,91	x
11365B	1006, a5	II	objeto tubular	Ae	18	11	8	1,07	x
2411	1000, b7	III	varilla sección rectangular	Ae	80	3	2	3,39	x
2412	1000, b7	III	anilla sección circular	Ae	14	2	1,5	0,64	x
2470	1000, c7	III	botón cónico	Ae	15	5	1	2,18	x
3131	1001, b4	III	fragmento lingote plano-convexo	Ae	47	43	14	83	x
3399	1004, b9-b10 (Estructura 2)	III	pasador sección plana	Ae	23	10	1	2,14	x
3400	1004, b9-b10 (Estructura 2)	III	arandela abierta sección cuadrada	Ae	17	2,5-3	1,5	1,12	x
3688	1007, b8/Sector XI (Estructura 1)	III	objeto tubular	Ae	33	4	2	0,66	x
16257	1006, d3	III	barrita-lingote	Ae	152	6	4	17,2	x
18851	1001, a4	III	objeto tubular	Ae	30	3	1	0,55	x
19050	1008, e2	III	fragmento informe	Ae	7	4	2	0,16	-
19077	1014, f2	III	punta de flecha pedúnculo y aletas	Ae	18-22	2-18	1	0,98	x
19078	1013, f2	III	fragmento lámina rectangular sección plana	Ae	17-20	13	1	0,67	x
19167	1000, b7	III	botón semiesférico	Ae	8	3,5	1	0,46	x
19168	1001, b7	III	botón semiesférico	Ae	7	3	1	0,35	x
19169	1025, b7	III	fragmentos lascas muy pequeñas	Ae	-	-	-	1,6	-
19170	1025, b7	III	fragmento lámina	Ae	28	11	2	2,79	-
19973	1002, c7	III	fragmento vástago	Ae	12	2,5	-	0,23	-
20039	1003, c7	III	objeto tubular	Ae	30	4	1	0,97	x
20490	1025, c7	III	fragmento enganche	Ae	5-6	2-4	2	0,15	-
21020	1000, d7	III	resto metalúrgico	Ae	8	9	5	0,41	x
21941	1002 (Estructura 5)	III	goterón de fundición	Ae	17	12	8	3,9	x
21942	1002 (Estructura 5)	III	goterón de fundición	Ae	14	12	5	4,25	x
22056	1001, Cata A	III	fragmento informe	Ae	15	11	4,5	1,47	-
22225	1002, Cata A	III	fragmento lingote	Ae	20	11	7	9,44	x
22749A	1001, Cata D	III	escoria	Ae	8	7	5	0,44	x
22749	1001, Cata D	III	fragmento muelle	Ae	6,5	3	1	0,12	x
19033.01	superficial, d2	-	fragmento placa muy fino (anillo, botón...)	Ae	14	10	1	0,31	-
23184	superficie zona central	-	punta de flecha ojival	Ae	22-23	13-15	1	1,06	x
23284	superficial	-	anilla incompleta sección circular	Ae	21	1,5-2,4	1,5-2	0,94	x

N.º INVENTARIO	ESTRATIGRAFÍA	FASE	DESCRIPCIÓN	METAL	LONGITUD (mm)	ANCHURA (mm)	GROSOR (mm)	PESO (gr)	XRF
23285	superficial	-	punta flecha pedúnculo y aletas	Ae	22	8-16	1	2,5	x
23286	superficial	-	fragmento lámina	Ae	10	11	2	1,21	x
23399	superficie zona este	-	fragmento pulsera sección elíptica	Ae	18	6,5	2	1,16	x
23400	superficial	-	fragmento anillo decorado con motivos punteados romboidales	Ae	21	9	1	1,39	x
23401	superficie zona central	-	punta de flecha nervio central y aletas	Ae	14	11-14	2-3	1,76	x
25001	superficie-próximo terrera	-	fragmento lámina sección plana	Ae	30	20	2	4,50	-
3400A	1004, b9-b10 (Estructura 2)	III	hoz	Fe	220	18	3	25,6	-
3668	1004, b10-c10 (Estructura 2)	III	fragmentos informes	Fe	15	15	10	3,35	-
21943	1002 (Estructura 5)	III	fragmento útil cuadrangular	Fe	40	35	19	36,8	-
21021	1000, d7	III	fragmento vástago sección aplanada	Fe	43	9-10	9	4,48	-
21840-21841	1000 (Estructura 5)	III	fragmentos informes	Fe	13-14	11-14	8	2,67	-
23185	1000-superficial	III	fragmento vástago sección circular	Fe	29	3,5-4	-	1	-
23287	superficial	-	fragmento informe	Fe	20	15	4	1,89	-
23288	superficial	-	escoria	Fe	18	15	7	2,55	-
23402	superficial hacia viviendas	-	fragmento útil (hacha, cincel...)	Fe	65	39	20	134	-

FIG. 3. Inventario de los materiales metálicos de las excavaciones de El Morredón, según numeración de inventario de la excavación.

TIPOLOGÍA	N.º DE RESTOS
1. Hacha de talón	1
2. Puntas de flecha	4
3. Objetos de adorno	
3.1. Botones	3
3.2. Objetos anulares	4
3.3. Anillos	3
3.4. Pasador	1
3.5. Pulsera	1
3.6. Enganche	1
3.7. Muelle	1
3.8. Cuentas tubulares	4
3.9. Láminas o placas	6
4. Útiles en hierro	6
5. Restos del trabajo metalúrgico	
5.1. Barritas-lingote y lingote plano-convexo	6
5.2. Escorias	6
5.3. Molde	1

FIG. 4. Clasificación tipológica del conjunto de materiales metálicos de El Morredón.

Morredón (García-Arilla, 2015: 26) o de las proximidades de Pamplona (Castiella y Sesma, 1988-1989: 397). Los objetos de adorno son numerosos (Fig. 6). Sirvan de muestra tres botones semiesféricos y cónicos, objetos anulares como anillas y arandelas, varios anillos entre los que se encuentra uno con un singular diseño de punteado lineal formando motivos romboidales, cuentas tubulares, láminas enrolladas o placas metálicas, entre otros. A ello se suman útiles y herramientas en hierro, entre los que destaca una hoz completa, si bien, a tenor de los escasos restos, este metal es todavía poco frecuente (Fig. 7).

La gran mayoría de los metales pertenecen a la Fase III, correspondiente a la Primera Edad del Hierro, con escasas piezas de la Fase II del Bronce Final y ninguna de la Fase I perteneciente al Bronce Tardío. No podemos extraer de ello conclusiones cronoculturales determinantes ya que esta distribución podría estar relacionada con la extensión de la excavación y

su afección en cada una de las fases.

Además de piezas acabadas, existen materiales localizados que señalan la existencia de trabajo metalúrgico en el propio yacimiento, como barritas-lingote, un lingote plano-convexo, escorias y otros restos de fundición (Fig. 8), así como un molde bivalvo de broche de cinturón y cuatro varillas en piedra arenisca (Fig. 9) (Aranda-Contamina *et al.*, 2020). Si bien es cierto que no se han documentado estructuras específicas, es más que evidente que se llevó a cabo una producción metalúrgica en dos aleaciones distintas: bronce binarios de Cu-Sn y ternarios de Cu-Sn-Pb, tal como nos indican los análisis que comentaremos a continuación y que configuran la base de este trabajo.

3. Análisis mediante fluorescencia de rayos X

Se han analizado 35 piezas de base cobre, lo que supone un alto porcentaje del total que afecta a todas las tipologías del conjunto. El estado de conservación de los objetos ha condicionado en parte el muestreo disponible, habiéndose elegido aquellas piezas que permitían una mejor manipulación para eliminar la pátina superficial. En determinados casos el material se encontraba completamente mineralizado o era muy frágil para realizar una

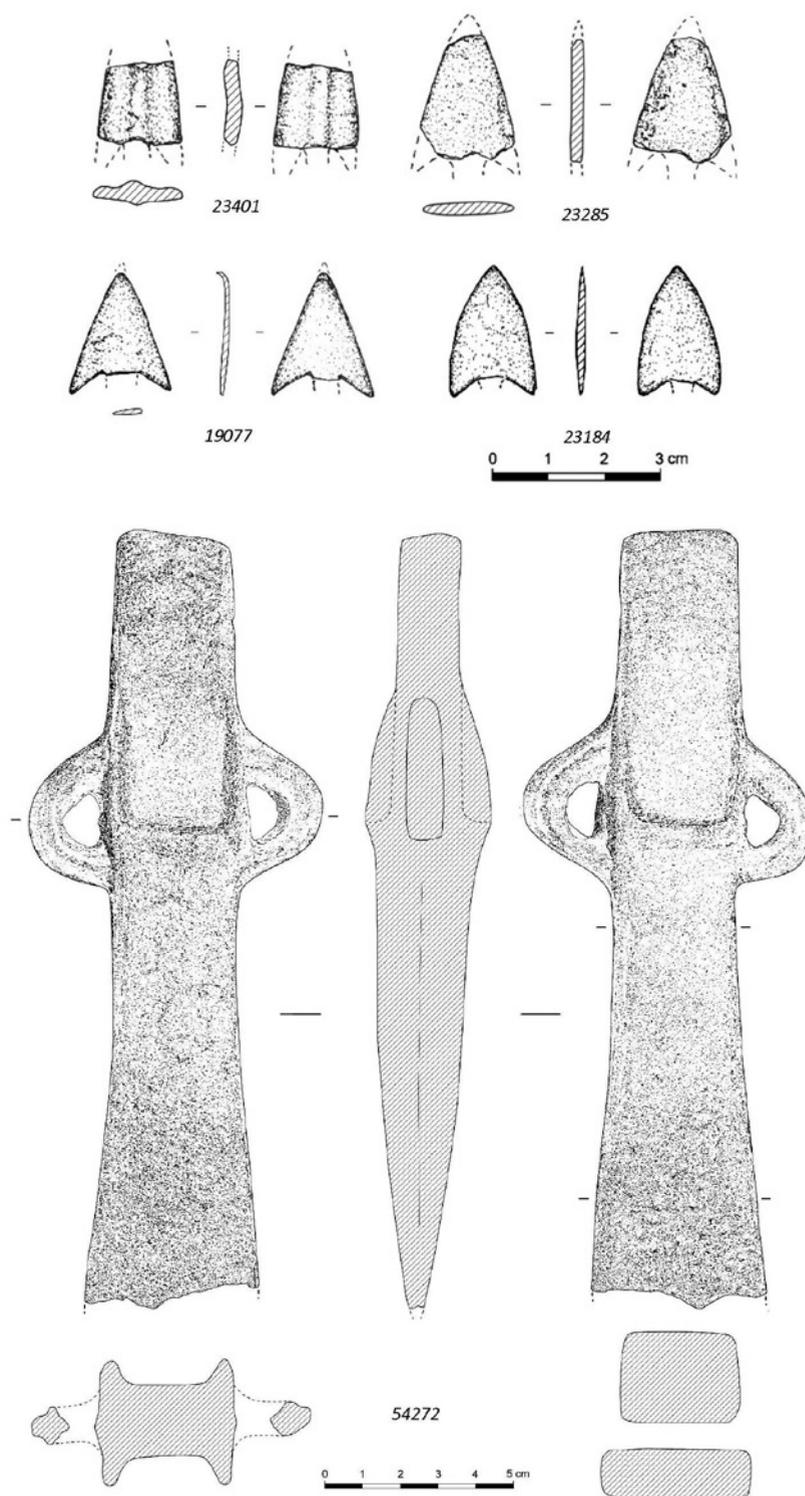


FIG. 5. Puntas de flecha y hacha de talón de El Morredón.

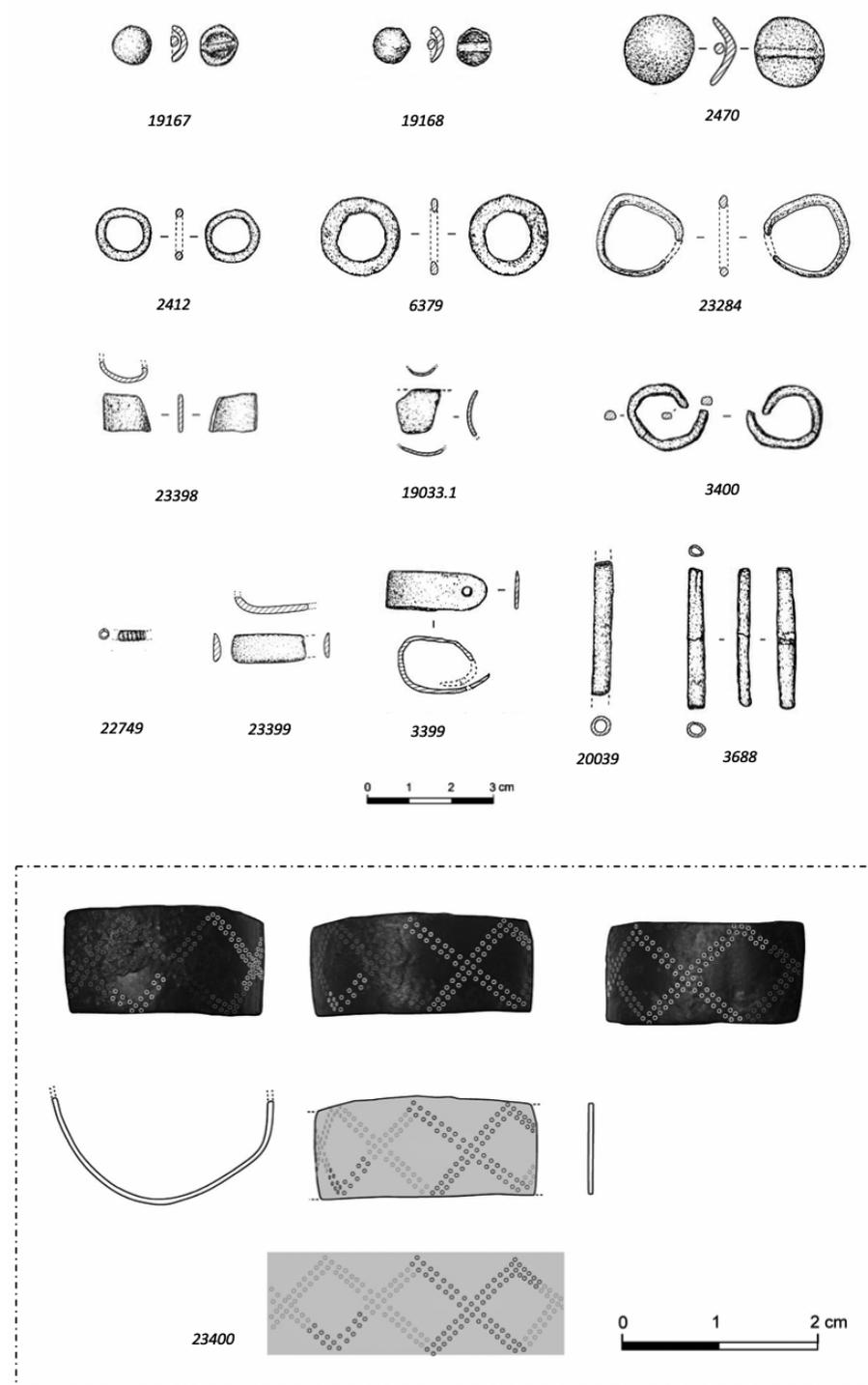


FIG. 6. *Objetos de adorno, entre los que destaca el fragmento de anillo con motivos punteados rectilíneos y diseño romboidal de El Morredón.*

limpieza, indicándose con una p –de pátina– al final del número de análisis cuando no se analizó metal sano. En el estudio vamos a separar las piezas manufacturadas de los restos vinculados con la producción de metal. Los resultados se presentan agrupados en la Fig. 10 expresados como porcentaje en peso.

Los análisis se realizaron en el Museo de Zaragoza utilizando el espectrómetro portátil INNOV-X del Museo Arqueológico Nacional y cuyas características generales se encuentran descritas en Rovira y Montero (2018). Este espectrómetro tiene el inconveniente de un límite de detección elevado para plata y antimonio –0,15%– que condiciona las comparaciones con datos de otros análisis anteriores realizados dentro del Proyecto “Arqueometalurgia de la Península Ibérica” o de otros investigadores que emplean otras técnicas de análisis elemental.

3.1. *Objetos de metal*

Disponemos de 27 piezas analizadas, de las cuales cinco pertenecen a

la Fase II, trece a la Fase III y otras nueve fueron recuperadas en niveles superficiales, pero que tipológicamente encajan en la más reciente. Desde una perspectiva general todas las aleaciones son bronce, con un rango entre el 2 y el 14 % Sn. Solo dos objetos se salen de esta norma. Por un lado, un botón con travesaño –PA25427– que apenas contiene el 1,4 % Sn, pero cuyo análisis parece conservar todavía restos de la pátina y corrosión –elevado contenido en Fe–. Los análisis de algunas piezas indican que se detecta algo más de estaño y plomo cuando la limpieza del metal es más completa y se eliminan pequeños restos de corrosión (Fig. 10). En este sentido es bastante probable que el botón se acerque al 2 % en su contenido original de estaño y deba clasificarse como bronce pobre →6 % Sn–.

La otra pieza que se separa por su contenido elevado de estaño es una cuenta globular –PA25414–, pero que se encuentra muy corroída ya que el análisis incluye un 47 % de elementos ligeros –LE– cuantificados por lo que la composición no la podemos considerar representativa de la proporción aleada de estaño.

La media de estaño de todo el conjunto es baja –8,1 % Sn– con solo una pequeña diferencia entre las dos fases bajo estudio ya que el material de la Fase II

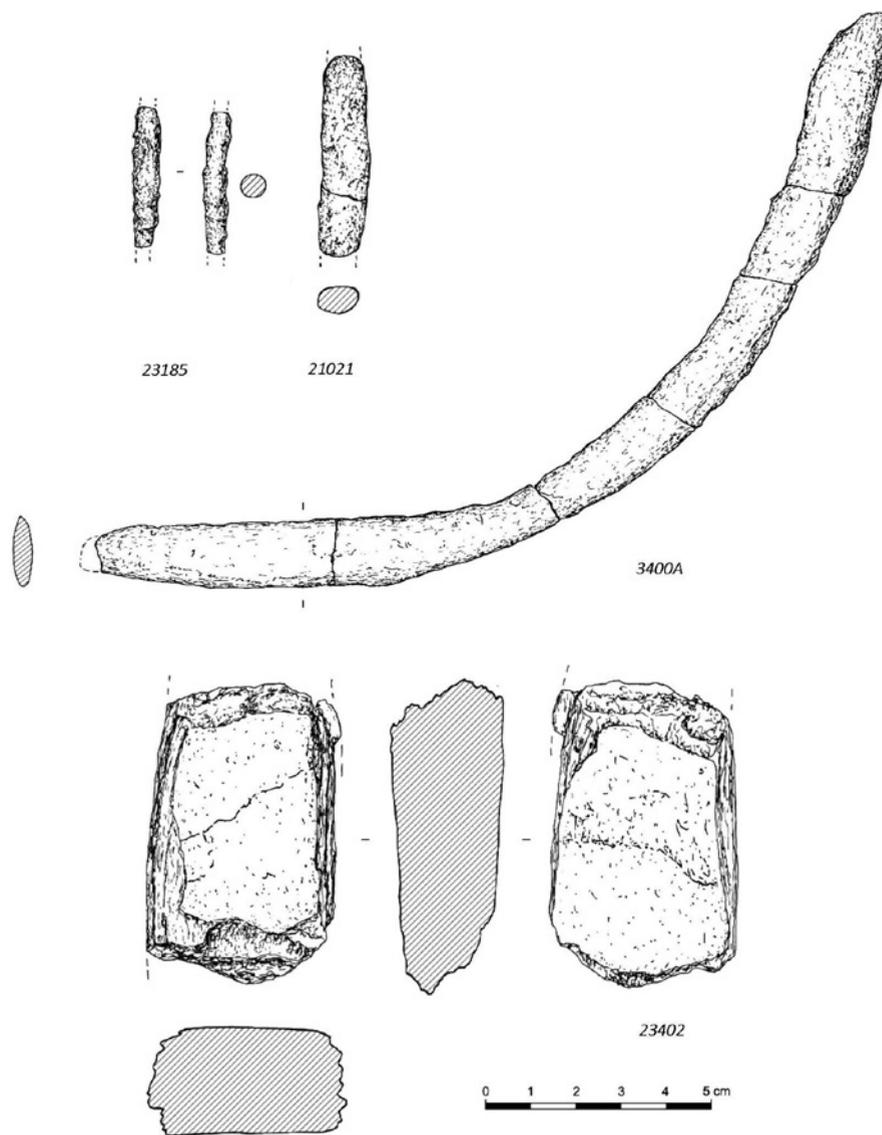


FIG. 7. Material metálico realizado en hierro.

tiene una media del 7,0 % si eliminamos la cuenta globular en el cálculo.

El plomo es, junto con el estaño, el elemento que encontramos en todas las muestras, aunque aquí la variación en las proporciones es mayor. Once piezas presentan contenido por debajo del 2 % Pb y las clasificamos como bronce binarios². Otras 16 son

² Se establece el límite del 2 % Pb para considerar una aleación plomada, siguiendo lo establecido por el proyecto de referencia “Arqueometalurgia de la Península

bronces plomados, y la mitad de ellas podemos clasificarlas como muy plomadas por llevar más del 10 % Pb. Las piezas plomadas y muy plomadas son mayoritarias en la Edad del Hierro, y solo en el Bronce Final detectamos la excepción de una arandela –PA25408; n.º inv. 6379– que lleva el 11 % Pb. No obstante, cabe mencionar que es habitual durante el Bronce Final avanzado en el cuadrante noroccidental de la Península Ibérica la aparición de algunos bronce plomados con altos niveles de Pb (Rovira y Renzi, 2010: 110).

Los rangos en el contenido de plomo se encuentran en sintonía con lo conocido en estos periodos, con poca presencia en el Bronce Final y una media del 8,1 % para la Primera Edad del Hierro, ya que la proporción

de plomo aumenta en este último periodo (Rovira, 1993: 48).

Ibérica”. Las razones son, como sus investigadores señalan, la dificultad en precisar el contenido en plomo en los metales de base cobre, dada la formación de segregados, y, en consecuencia, la aleatoriedad de su distribución en un área determinada, sobrevalorando su presencia. No obstante, en El Morredón algunas de ellas presentan valores ligeramente inferiores pero muy cercanos al 2 %, como una punta de flecha con 1,9 % Pb y una espiral con 1,68 % de Pb. El resto de los bronce que se han considerado binarios –10 casos– presentan plomo, pero en concentraciones menores del 1 %, por lo que lo consideramos impurezas del metal.

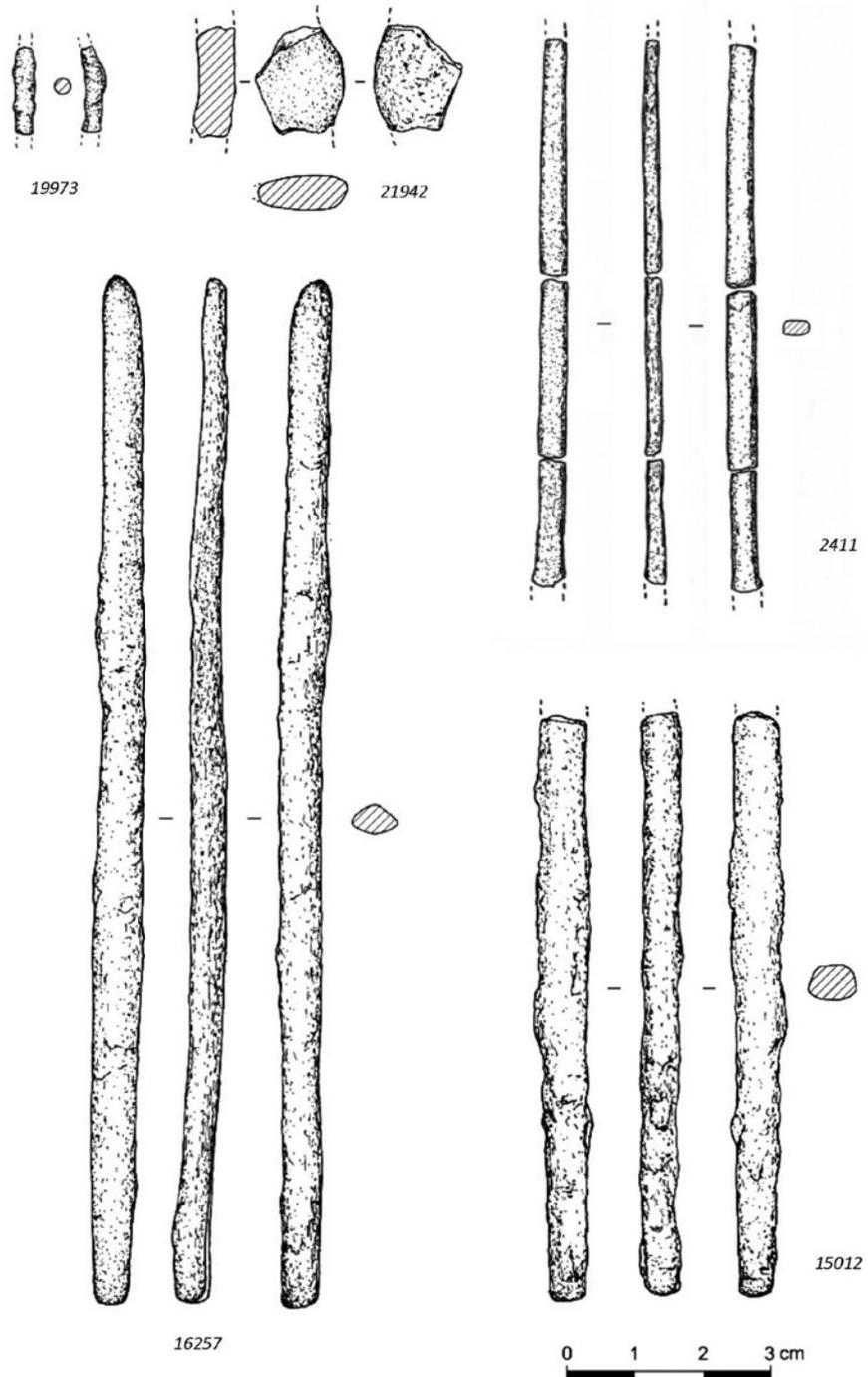


FIG. 8. Restos de trabajo metalúrgico de El Morredón.

A estos tres metales primarios que forman las aleaciones hay que añadir la presencia de impurezas, elementos que formarían parte de la materia prima y se encuentran en pequeñas cantidades procedentes del mineral procesado y que en conjunto no suelen sumar más del 1 % o el 2 % de la composición. El hierro es el más frecuente debido a que sus óxidos suelen acompañar de forma natural a los minerales de cobre. También el hierro es un indicador de la tecnología de producción y del mineral original procesado. La utilización de minerales ferro-cuprosos –incluidas las calcopirritas– y un mejor dominio de las condiciones de reducción del mineral conducen a una mayor presencia en los metales de la Edad del Hierro. Sin embargo, hay que mantener cierta cautela ya que las pátinas producen un enriquecimiento artificial de sus contenidos que no tiene que ver con estos aspectos tecnológicos sino con la calidad de la limpieza realizada en la superficie de análisis. De nuevo la Fig. 10 nos sirve para confirmar cómo, en general, el hierro disminuye cuanto más se ha conseguido eliminar la corrosión. Cuando analicemos los restos de producción metalúrgica realizaremos algunos comentarios complementarios sobre el nivel de hierro en estas producciones metálicas,

aunque lo más frecuente es encontrar contenidos inferiores al 0,5 % Fe.

El resto de elementos –Ni, Zn, As, Ag y Sb– aparecen esporádicamente y sin ningún patrón asociado. Diez contienen níquel en muy baja proporción, con una media del 0,14 %. Ocho presentan arsénico en concentraciones bajas, con una media del 0,28 % y una mayor frecuencia en valores menores del 0,1 %. El zinc solo lo identificamos en una cuenta tubular –3688, PA25410– en una proporción del 1,62 %, al igual que el antimonio que se documenta en una cuenta globular –11365B, PA25414– y en baja proporción –0,22 %–, pero en esta pieza ya hemos comentado la poca fiabilidad del análisis. El único elemento no encontrado en ningún análisis es la plata, aunque debemos recordar el elevado nivel de detección del equipo empleado –0,15 %–.

Una visión global muestra que el conjunto arroja una mayoría de piezas de bronce de aleación ternaria de Cu-Sn-Pb, comúnmente denominado bronce plomado, aleación que empieza a detectarse de forma significativa a partir del Bronce Final en la península ibérica (Montero-Ruiz, 2010: 175-176). En esta se fabrica todo tipo de piezas: una punta de flecha, objetos de adorno como un botón, anillas y arandelas, anillos, una pulsera, cuentas tubulares

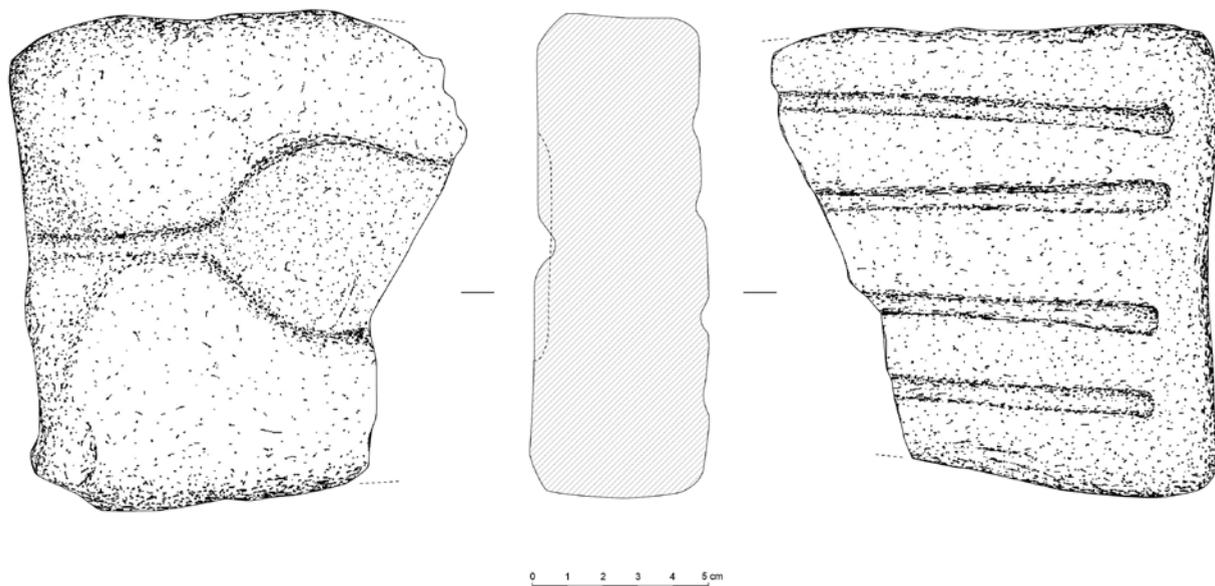


FIG. 9. Molde bivalvo de varillas y broche de cinturón de El Morredón.

y láminas. En bronce binario Cu-Sn hay igualmente distintos tipos, como el hacha de talón, tres puntas de flecha, dos piezas de adorno laminares, dos botones y una espiral.

La tradicional separación entre el bronce ternario y binario según el producto final o técnica de elaboración no se da en este conjunto. La aleación Cu-Sn conlleva una mayor dureza, así como una mayor facilidad de trabajo por necesitar una temperatura de fusión menor que el cobre sin aleación o un cobre arsenicado, mientras el cobre plomado da lugar a materiales más blandos y permite la fabricación de piezas más elaboradas y complejas (Montero-Ruiz, 2010: 168-176). Por ello, el bronce binario, se argumenta, sería más adecuado para la fabricación de espadas, puñales o, en general, productos forjados, mientras el ternario sería adecuado para hachas, objetos de adorno, fornituras... (Rovira, 1993: 47). Cabe señalar que la aleación de plomo no buscaría un ahorro en el caro estaño, sino que sus motivaciones serían otras, ya que está atestado que la introducción de la aleación de plomo no supone una disminución significativa del estaño, sino del cobre (Rovira, 1993: 47).

En el caso de El Morredón, se observa el uso indistinto de ambas aleaciones para los tipos de piezas identificados, por lo que no se ha constatado en este caso la utilización de una aleación u otra según el producto final, como se ha atestado en otros yacimientos (García i Rubert *et al.*, 2007: 151), aunque es cierto que el bronce plomado es la aleación predominante. La única excepción son las puntas de flecha. Por un lado, observamos cierta homogeneidad en la composición de tres de ellas –23184, 23401 y 19077– con unos valores entre 91-92,2 % Cu, 6,35-6,69 % Sn y 0,9-1,9% Pb. Es, por tanto, bronce binario bajo en estaño, a diferencia de la cuarta pieza del conjunto –23285–, cuya composición difiere del resto por la concentración de estaño, que alcanza un valor del 12 % (Fig. 10).

3.2. Restos metalúrgicos

Además de los dos moldes –varillas y broche de cinturón– descritos en la presentación de los tipos metálicos (Aranda-Contamina *et al.*, 2020) se

han identificado varios restos semifabricados como las barritas-lingote y el fragmento de lingote plano-convexo. Estos elementos muestran la materia prima empleada en la manufactura de las piezas. Por un lado, el lingote plano-convexo (3131) es de cobre sin estaño aleado, pero tienen la particularidad de incorporar una proporción muy elevada de plomo –>15 %– y por eso lo denominamos lingote de cobre-plomo –se realizaron dos análisis: PA25416 y PA25416B–. Aunque aún nos faltan explicaciones concretas para poder entender por qué ambos elementos circulan ya mezclados, la hipótesis manejada contempla la posibilidad de que tenga relación con la extracción de plata de minerales de cobre argentífero, cuyo subproducto generaría un tipo o variante de copela de cobre-plomo cuyo producto oxidado, al igual que con el litargirio, puede convertirse en un metal que no separa ambos elementos (Rovira y Renzi, 2010). Lo que sí es cierto es que su aparición en el ámbito mediterráneo es cada vez más frecuente en estos momentos de la Primera Edad del Hierro y los dos fragmentos de El Morredón se añaden a la lista de lingotes publicados (Montero-Ruiz *et al.*, 2011). El contenido de plomo es difícil de cuantificar por la distribución segregada de ambos metales, lo que se observa en la diferente proporción medida en zonas distintas del fragmento PA25416 y PA25416B con valores del 74,2 % Pb y del 38,8 % Pb respectivamente.

La aleación de este metal Cu-Pb con estaño produciría bronce ternarios, como algunos de los objetos comentados en el apartado anterior. Sin embargo, los contenidos de plomo en muchas otras piezas no son tan elevados y deben proceder de otro tipo de materia prima, ya sea de lingotes de cobre puro o del empleo de las barritas-lingote que aparecen ya aleadas. De las cinco identificadas en el yacimiento se analizaron dos. La identificada con el número PA25402 pertenece a la fase del bronce final y es un bronce binario, como es habitual en la metalurgia del periodo. La pieza PA25406 de la Edad del Hierro incorpora ya plomo de manera moderada –6 %–. A partir de estas barritas-lingote se pudieron fabricar otra serie de objetos que presentan proporciones semejantes en la composición.

N.º ANÁLISIS	FASE	N.º INV.	Fe	Ni	Cu	Zn	As	Ag	Sn	Sb	Pb	LE
PA25408	II	6379	ND	ND	82,3	ND	ND	ND	6,51	ND	11,2	ND
PA25402	II	15012	0,06	ND	90,9	ND	0,09	ND	8,86	ND	0,03	ND
PA25409	II	15013	0,25	ND	90,9	ND	0,2	ND	8,03	ND	0,48	ND
PA24438A	II	54272	0,1	ND	97,7	ND	ND	ND	2,09	ND	0,09	ND
PA24438B	II	54272	0,19	ND	93,9	ND	0,06	ND	5,75	ND	0,12	ND
PA25413	II	11365A	0,16	ND	91,2	ND	ND	ND	7,81	ND	0,6	ND
PA25414	II	11365B	0,1	ND	34,1	ND	0,18	ND	17,3	0,22	0,15	ND
PA25415	III	2411	0,13	ND	80,3	ND	ND	ND	13,3	ND	6,3	ND
PA25404	III	2412	0,53	ND	65,3	ND	ND	ND	9,02	ND	25,1	ND
PA25405	III	2470	0,94	ND	85,8	ND	ND	ND	10,6	ND	2,68	ND
PA25416	III	3131	1,68	ND	24,1	ND	ND	ND	ND	ND	74,2	ND
PA25416B	III	3131	0,57	0,09	60,6	ND	ND	ND	ND	ND	38,8	ND
PA25403	III	3399	0,81	ND	84,2	ND	ND	ND	7,88	ND	7,15	ND
PA25417	III	3400	4,09	0,13	54,9	ND	ND	ND	12,7	ND	28,2	ND
PA25410	III	3688	0,59	ND	87,3	1,62	ND	ND	4,37	ND	6,16	ND
PA25406	III	16257	0,44	0,1	84,8	ND	ND	ND	7,91	ND	6,75	ND
PA25419	III	18851	1,18	ND	86,4	ND	ND	ND	9,84	ND	2,54	ND
PA25425	III	19077	0,27	ND	91,0	ND	0,3	ND	6,35	ND	1,9	ND
PA25420	III	19078	0,53	ND	88,3	ND	0,91	ND	3,49	ND	6,82	ND
PA25430	III	19167	1,25	ND	82,2	ND	ND	ND	6,04	ND	10,5	ND
PA25427	III	19168	1,21	ND	97,1	ND	ND	ND	1,36	ND	0,2	ND
PA25426	III	20039	1,29	ND	88,1	ND	ND	ND	5,35	ND	5,27	ND
PA25432	III	21020	2,44	0,11	14,7	ND	ND	ND	2,37	ND	2,17	78,1
PA25434B	III	21941	0,29	ND	88,0	ND	0,15	ND	10,8	ND	0,52	ND
PA25421	III	21942	0,53	ND	60,8	ND	ND	ND	ND	ND	38,7	ND
PA25433	III	22225	ND	0,17	78,0	ND	ND	ND	ND	ND	21,8	ND
PA25411	III	23398	0,91	ND	83,7	ND	ND	ND	9,88	ND	5,54	ND
PA25423P	sup.	22749	1,81	ND	86,3	ND	ND	ND	10,3	ND	1,68	ND
PA25424	sup.	22749A	5,19	0,2	31,3	ND	ND	ND	11,8	ND	2,45	48,9
PA 5428	sup.	23184	0,25	ND	92,0	ND	ND	ND	6,69	ND	0,9	ND
PA25401	sup.	23284	0,59	0,08	87,1	ND	ND	ND	7,21	ND	5,02	ND
PA25407	sup.	23285	0,23	ND	87,5	ND	0,08	ND	12,0	ND	0,13	ND
PA25412	sup.	23286	0,4	0,09	84,5	ND	ND	ND	3,7	ND	11,3	ND
PA25422	sup.	23399	ND	0,18	67,2	ND	ND	ND	8,96	ND	23,7	ND
PA25429B	sup.	23400	0,48	ND	70,4	ND	ND	ND	10,9	ND	18,2	ND
PA25431P	sup.	23401	0,26	ND	92,2	ND	ND	ND	6,46	ND	0,97	ND
PA25418P	-	MB113	0,26	0,26	75,3	ND	0,33	ND	13,7	ND	10,2	ND

FIG. 10. *Análisis por fluorescencia de rayos X (XRF). Los análisis se expresan como porcentaje en peso (%) de cada uno de los elementos detectados (ND = no detectado). En el caso de la plata (Ag) y antimonio (Sb) el límite de detección es del 0,15 %, para el resto de elementos se sitúa en el 0,02 %. Los márgenes de error en las medidas son de alrededor del 1 % para los elementos mayoritarios, entre el 2 % y 5 % para los elementos minoritarios y pueden alcanzar el 40 % para los elementos de composición inferior al 0,1 %. LE = elementos ligeros (número atómico < 20).*

Si de los lingotes Cu-Pb podemos afirmar que son objetos importados de larga distancia tal y como sugieren los datos hasta ahora conocidos con origen en el s peninsular –con procedencia del plomo de las minas de Linares y Gador– (Montero-Ruiz *et al.*, 2014), sobre el origen de las barritas-lingote no podemos concretar y todas las opciones son viables, desde importaciones lejanas a la preparación en el propio taller del poblado.

Los restos de fundición o goterones son pequeños fragmentos de metal que se pierden en la colada o preparación del metal y serían indicativos de las aleaciones manejadas en la manufactura de los objetos. Los dos restos estudiados reflejan composiciones distintas. Uno de ellos –PA25421– correspondería al metal de los lingotes Cu-Pb y el otro –PA25434B– al de un bronce binario.

También se han recuperado pequeños fragmentos de escoria, que pueden corresponder a la reacción térmica de las paredes del crisol ya que se componen de una gran parte de metal, con contenidos de hierro elevados, pero no tanto como en las escorias de reducción de mineral. La composición refleja la presencia de los tres elementos aleados –Cu, Sn, Pb–, pero sus proporciones no necesariamente son coincidentes con las del metal procesado en el crisol.

Todos estos elementos, aunque escasos, son indicadores de que principalmente en la Fase III –Primera Edad del Hierro– el poblado de El Morredón contaba con un taller metalúrgico en el que se produjeron objetos con distintas aleaciones. Este taller no es incompatible con la llegada de productos manufacturados externos y sobre todo de materia prima.

3.3. Estudio comparativo

En el valle del Ebro se han realizado pocos análisis y en pocos yacimientos, especialmente de los periodos cronológicos que aquí interesan –Bronce Final y Primera Edad del Hierro–. Aun así, merece la pena comentar el panorama actual ya que nos puede servir como indicador de futuras actuaciones.

Los análisis de composición realizados en las dos hachas de talón localizadas en el propio El Morredón (García-Arilla, 2015) y el broche de cinturón procedente de Burrén (García-Arilla y Mesa, 2016) dan como resultado bronce binarios con concentraciones similares: las hachas de talón presentan 87,3-88,4 % Cu y 11,6-12,7 % Sn respectivamente; mientras el broche un 90 % Cu y 9,9 % Sn. Se asemejan, por tanto, a los porcentajes que hemos detectado en el propio yacimiento que estudiamos, aunque los valores de Sn sean predominantemente más bajos en el conjunto analizado procedente de las excavaciones. Estos análisis de El Morredón se obtuvieron con un microscopio electrónico de barrido en el Instituto de Historia del CSIC por lo que no pudieron cuantificarse elementos minoritarios. Las tres piezas se re-analizaron con el espectrómetro portátil en el Museo de Zaragoza y los resultados obtenidos (Fig. 10) validan el mayor contenido en estaño de las hachas de talón y una anilla, aunque el broche de cinturón ha proporcionado un contenido algo más bajo de estaño. Las hachas de talón llevan una pequeña cantidad de arsénico –As– y, además, las tres ofrecen también bajas cantidades de plomo.

Siguiendo el curso del Huecha, contamos con los análisis del Alto de la Cruz de Cortes y de las cercanas necrópolis de La Atalaya y La Torraza (Maluquer *et al.*, 1990: 151-172). Se realizaron en los Laboratorios del Servicio de Espectroscopia de la Universidad de Barcelona mediante una combinación de técnicas –OES, AA y XRF– para cuantificar los distintos elementos. Compararemos solo los elementos mayoritarios de la aleación –Cu, Sn y Pb– ya que entre los minoritarios no se buscó el arsénico –As– o el antimonio –Sb– y en la plata se indica mayoritariamente si está por encima o por debajo de las 200 ppm. Para esta comparación es necesario normalizar al 100 % los datos publicados ya que en la mayoría de los casos el porcentaje de la suma de los tres elementos aleados no alcanza el 90 %, lo que indica que las muestras procesadas llevaban gran cantidad de corrosión, como atestiguan la presencia de sílice y aluminio entre los elementos detectados. Del Alto de la Cruz se muestrearon 49 piezas en bronce de las distintas fases de hábitat. El Cu

aparece con una media del 86,5 %, el estaño tiene una media del 11,9 % y el plomo del 1,5 %. Estos valores pueden estar afectados por el efecto pátina ya que hemos comprobado que las muestras analizadas incluían muchos productos de corrosión. Hay varias piezas que superan el 20 % Sn y una llega al 39 %. También aparecen algunas piezas de cobre sin alcar como un remache, un asador o un fragmento de colador, además de un fragmento de lingote; este tipo de metal sin alcar no se ha registrado en los objetos de El Morredón. La mayoría son bronce binarios con proporciones de plomo inferiores al 2 %, y solo once –22 %– serían bronce plomados pero con predominio de los contenidos bajos –<5 %–. En este punto se encuentra una de las grandes diferencias de ambos conjuntos: los valores más elevados de plomo en el yacimiento de Fréscano.

De la necrópolis de La Atalaya se analizaron catorce piezas con proporciones muy similares de cobre, estaño y plomo a las recogidas en el Alto de la Cruz, y un solo caso de aleación de bronce plomado. Parecida situación encontramos en La Torraza, con catorce muestras, aunque presenta un número mayor de piezas que podrían considerarse bronce plomado –tres superan el 2 % de concentración de Pb después de la normalización al 100 %– (Maluquer *et al.*, 1990: 162-170).

Los antecedentes de la metalurgia del Bronce Final del valle del Huecha se localizan en la cercana Muela de Borja, intensamente poblada durante la Edad del Bronce con poblados importantes como

Moncín o la cueva de Majaladares, que presentan fundamentalmente bronce binarios, salvo dos piezas con plomo de Moncín, un cuchillo de la Fase IIA del final de Cogotas I –5,6 % Pb– y una punta de flecha de la Fase IIE –2 % Pb– (Aguilera, 2017).

Ya fuera del valle del Huecha, contamos con pocos datos en el valle medio del Ebro. Es el caso de los análisis inéditos realizados dentro del proyecto “Arqueometalurgia de la Península Ibérica” de algunos materiales metálicos del Cabezo Morrudo (Fuentes de Ebro), poblado de la Primera Edad del Hierro (Fig. 11). Se trata de seis piezas de distinta tipología con una composición mayoritariamente de cobre con una media del 80 %. Dos son bronce binario Cu-Sn con unos valores de estaño entre 10,7 % y 12,6 %, y tres aleaciones de bronce plomado con concentraciones de plomo entre 2,98 % y 6,29 %. El Cabezo Morrudo, por tanto, y a pesar de la pequeña muestra analizada, presenta unos valores similares a los ofrecidos por el conjunto del valle del Huecha.

Más alejadas de nuestra zona de influencia, pero en áreas cercanas del noreste, encontramos mayor predominio de cobre plomado en el Calvari del Molar, en Tarragona. Allí, de 25 piezas analizadas, quince son bronce plomados y diez bronce binarios (Montero-Ruiz *et al.*, 2012: 173-174), con valores medios de estaño del 11,4 % y 11,7 % y de plomo del 6,2 %, por lo que serían aleaciones menos plomadas que en El Morredón. Otro de los grandes centros metalúrgicos de la región sería Sant Jaume-Màs d'en Serrà, donde está atestiguada una

N.º ANÁLISIS	OBJETO	N.º INVENTARIO	Fe	Ni	Cu	Zn	As	Ag	Sn	Sb	Pb	LE
PA24439B	hacha de cubo y una anilla	48159	0,98	0,35	85,3	ND	ND	ND	12,6	ND	0,57	ND
PA24440	cilindro con cincel hierro	48160	4,48	ND	89	ND	ND	ND	0,23	ND	6,29	ND
PA24441	fibula doble resorte	48189	0,29	ND	87,6	ND	ND	ND	9,14	ND	2,98	ND
PA24442B	fibula doble resorte	48190	0,14	ND	89,7	ND	ND	ND	5,33	ND	4,8	ND
PA24443A	lámina	48199	0,06	ND	89	ND	ND	ND	10,7	ND	0,17	ND
PA24443B	lámina con perforación	48199	0,27	ND	91,9	ND	0,04	ND	7,66	ND	0,1	ND
PA24444P	fibula botón	48194	30,63	ND	23,1	ND	0,03	ND	0,03	ND	ND	46,1

FIG. 11. Análisis de los materiales del poblado de la Primera Edad del Hierro de Cabezo Morrudo (Fuentes de Ebro, Zaragoza). Los análisis se expresan como porcentaje en peso (%) de cada uno de los elementos detectados (ND = no detectado).

notable actividad metalúrgica que incluía el empleo de lingotes de forma plano-convexa, en algunos casos de aleación de Cu-Pb. En este caso es más abundante la presencia de bronce binarios, con altas medias de estaño –14-15 %–, superior al área del Molar, mientras las tasas de plomo de los bronce ternarios –solo 9 piezas de 40 analizadas– sufren grandes oscilaciones con una media del 4,96 % (García i Rubert *et al.*, 2007).

4. Consideraciones finales

Partiendo del análisis de los posibles recursos naturales de las proximidades; de la capacidad de obtención de materias primas; del propio trabajo metalúrgico; de las características del conjunto metálico en relación con el contexto del valle del Huecha y del valle medio del Ebro, y, finalmente, de sus evidentes afinidades, según la tipología y composición de determinados objetos, con las dos corrientes metalúrgicas peninsulares: la atlántica y la mediterránea, intentaremos averiguar algunas de las circunstancias y peculiaridades del desarrollo y evolución de la metalurgia de El Morredón.

El valle medio del Ebro y el conjunto de la depresión del Ebro en general, salvo en el caso del estaño de cuya presencia prácticamente no existen evidencias, es un territorio con recursos minerales accesibles desde la Prehistoria, como bien recoge el trabajo de Rodríguez de la Esperanza (2005: 37-42). Son significativos el cobre, la plata y el oro, e incluso es abundante y bien documentado el mineral de hierro en las sierras del Moncayo.

Ante la ausencia de evidencias directas de las vías de obtención de la materia prima para elaborar el metal en el propio yacimiento, adquieren especial importancia las barritas-lingote y el fragmento de lingote plano-convexo de cobre plomado sin estaño. Es factible que estos restos metalúrgicos llegasen por vías de intercambio y/o comercio, o incluso ya productos finales tal como se ha documentado en el noreste de la península entre los ss. VII-VI a. C.

en yacimientos como el Calvari del Molar (Montero-Ruiz *et al.*, 2012).

Es especialmente interesante el caso del lingote plano-convexo realizado en cobre plomado, junto a otro fragmento semejante y un goterón de fundición de similar composición. Su aparición parece indicar que el comercio de materias primas es tan intenso que requiere medir cuantitativamente el volumen de metal intercambiado, lo que no es posible con el mero trueque de minerales. Asimismo, supone la optimización del transporte del metal y permite la especialización en la manufactura de los objetos finales por quienes reciben estos lingotes, en aquellas zonas pobres en materia prima o donde solo está documentada la fase de producción (Montero-Ruiz *et al.*, 2010-2011: 99-100, 108-109). En El Morredón queda atestiguada la llegada de cobre plomado de esta forma, al que se le añadiría el estaño para formar la aleación más habitual del yacimiento, Cu-Sn-Pb.

Lingotes similares se localizan en toda la geografía peninsular de forma habitual a partir de la primera mitad del I milenio, especialmente durante los ss. VII y VI a. C., por el NO peninsular, pero también en el área mediterránea (Gómez Ramos, 1993; Montero-Ruiz *et al.*, 2010-2011), mientras que los ejemplares detectados en el valle medio del Ebro son escasos. Contamos con los lingotes del Alto de la Cruz en Navarra, de Kutzkumendi en Vitoria y en Tossal Redó en Teruel (Gómez Ramos, 1993), a los que se suma el inventariado en El Morredón. Habitualmente su composición es cobre sin alear, con baja presencia de otros elementos, aunque en ocasiones incorporan plomo³. Un estudio sobre este tipo identificó once ejemplares en los que el plomo superaba el 1 %, con siete de ellos por encima del 10 % Pb, distribuidos en el área mediterránea,

³ El estaño aparece como impureza en ocasiones, pero descartamos su incorporación como aleación puesto que los dos únicos ejemplares son análisis antiguos de los lingotes procedentes del Alto de la Cruz de Cortes de Navarra y los de Kutzkumendi. Un análisis más reciente de los dos lingotes del Alto de la Cruz mostró la ausencia de estaño (Maluquer *et al.*, 1990: 158), por lo que serían lingotes de cobre en el caso de la muestra PIP-199 o ligeramente plomado la

en poblados como Can Roqueta, Sant Jaume Mas d'en Serrà, Tossal del Mortorum y Aljubs (Montero-Ruiz *et al.*, 2010-2011: 109).

Significativos en cuanto a su movimiento son los resultados del estudio de isótopos de plomo de los restos de El Calvari de El Molar, en Tarragona (Montero-Ruiz *et al.*, 2012), que muestran su procedencia de la zona de Linares en Jaén, a pesar de la existencia de importantes recursos locales de cobre, plomo y plata (Rafel *et al.*, 2014; Soriano y Hunt, 2018). De hecho, los restos de El Calvari parecen señalar su papel principal en el control y gestión de los trabajos mineros, especialmente vinculados con la obtención de plomo. Ello lleva a concluir a los autores la existencia de circuitos comerciales establecidos entre el sur peninsular, mayoritariamente desde las minas de Linares y en menor medida de Almería, y el área de la desembocadura del Ebro en el s. VII y primera mitad del VI a. C., quedando por definir cómo se produciría en el resto del noreste (Montero-Ruiz *et al.*, 2012: 181).

En cuando al estaño, como hemos visto, no hay recursos en las áreas más próximas, sino que los yacimientos más explotados por su riqueza se encontraban en Galicia, N de Portugal, Cantabria, Salamanca, Zamora y Cáceres. No hay constancia en el registro arqueológico del poblado que estudiamos de cómo sería su introducción.

Atendiendo a los restos localizados, cabe afirmar que se realizaría trabajo metalúrgico en el propio yacimiento. Es difícil confirmar si hubo un proceso de transformación del mineral o solo de producción, especialmente ante la ausencia de estructuras claras dedicadas a estos menesteres. A pesar de la identificación de varias estructuras de combustión en las excavaciones, la dispersión de los elementos metalúrgicos impide asociarlos entre ellos. Igualmente,

muestra PIP-198. No es de extrañar puesto que esta diferencia entre análisis antiguos y recientes se ha atestiguado en otros yacimientos (Montero-Ruiz *et al.*, 2010-2011: 109), y además no hay testimonios claros de lingotes de bronce en la Prehistoria mediterránea o europea.

no podemos especificar aspectos como el proceso a través del cual se producirían las aleaciones⁴.

En la organización de la producción metalúrgica se desarrollan distintas actividades que pueden realizarse independientemente, en especial las de extracción minera, la reducción del mineral a metal y la producción de objetos. Determinar cómo y dónde se producen estas actividades requiere evidencias directas como la localización de lugares de producción, teniendo en cuenta su llegada por la existencia de redes de intercambio/comercio ante la ausencia de evidencias estructurales, así como por la aparición de lingotes como forma de acumulación y transporte (Montero-Ruiz y Rovira, 2010: 23-26).

Una de las evidencias de actividades de producción más relevantes son las escorias, de transformación y de producción. En El Morredón se localizaron varias escorias mixtas de Cu-Sn-Pb de pequeño tamaño y una escoria de hierro. Podrían ser debidas a la producción, puesto que la elaboración de productos está atestiguada por otros restos como los goterones de fundición o el molde de arenisca de varillas y broche de cinturón. Igualmente, algunos materiales líticos podrían estar relacionados con esta actividad productiva. Uno de ellos es un afilador, elemento necesario para la vida útil del objeto y para el acabado final en la manufactura de piezas con filo.

Para finalizar, debemos señalar que la metalurgia de El Morredón se debe interpretar teniendo en cuenta los cambios que se producen a partir del Bronce Final, que da lugar a dos tradiciones metalúrgicas en la península ibérica: la atlántica y la mediterránea. Entre estos cambios, destaca el

⁴ Como demostraba Rovira (2007), a pesar de los ríos de tinta escritos sobre la obtención de bronce, es difícil decantarse por una de las tres hipótesis en la fabricación de útiles en este metal: la aleación de Cu y Sn –a partir de la Primera Edad del Hierro–, la cementación de bronce con casiterita –Bronce Final– y la co-reducción de minerales de Cu y Sn –Bronce Antiguo– sin recurrir a técnicas analíticas como la microscopía electrónica de barrido –SEM-EDX–, que permite observar las distintas fases minerales que constituyen la estructura de las escorias a la vez que la composición química de dichas fases.

incremento de aleaciones plomadas y el aumento de su tasa media, aunque su reflejo en el panorama peninsular es irregular. Las aleaciones se van haciendo más abundantes en plomo en los periodos más recientes, como se observa en el área mediterránea. Algunos territorios presentan altos niveles de plomo como es el caso del noroeste y la parte occidental de la cuenca del Duero, mientras que en otros como Cataluña y Levante se da la situación inversa (Rovira, 2004: 32). Por ello, en la producción metalúrgica de bronce durante la Edad del Hierro se atribuye la presencia de bronce con alta carga de plomo a conexiones con la metalurgia gallega y la ultrapirenaica de la fachada atlántica.

También en las tasas medias de estaño se observan diferencias territoriales. Mientras zonas como la Meseta Sur, Levante y Andalucía destacan por el bajo nivel de estaño en las aleaciones (con menos del 8 % de estaño), los que se denominan ‘bronces pobres’ (Rovira, 1993: 47-49), las áreas más ricas en estaño de la península, Galicia, el N de Portugal, Salamanca, Zamora y Extremadura, muestran un porcentaje más elevado, lo que señalaría la explotación de estos recursos locales (Rovira, 2004: 32).

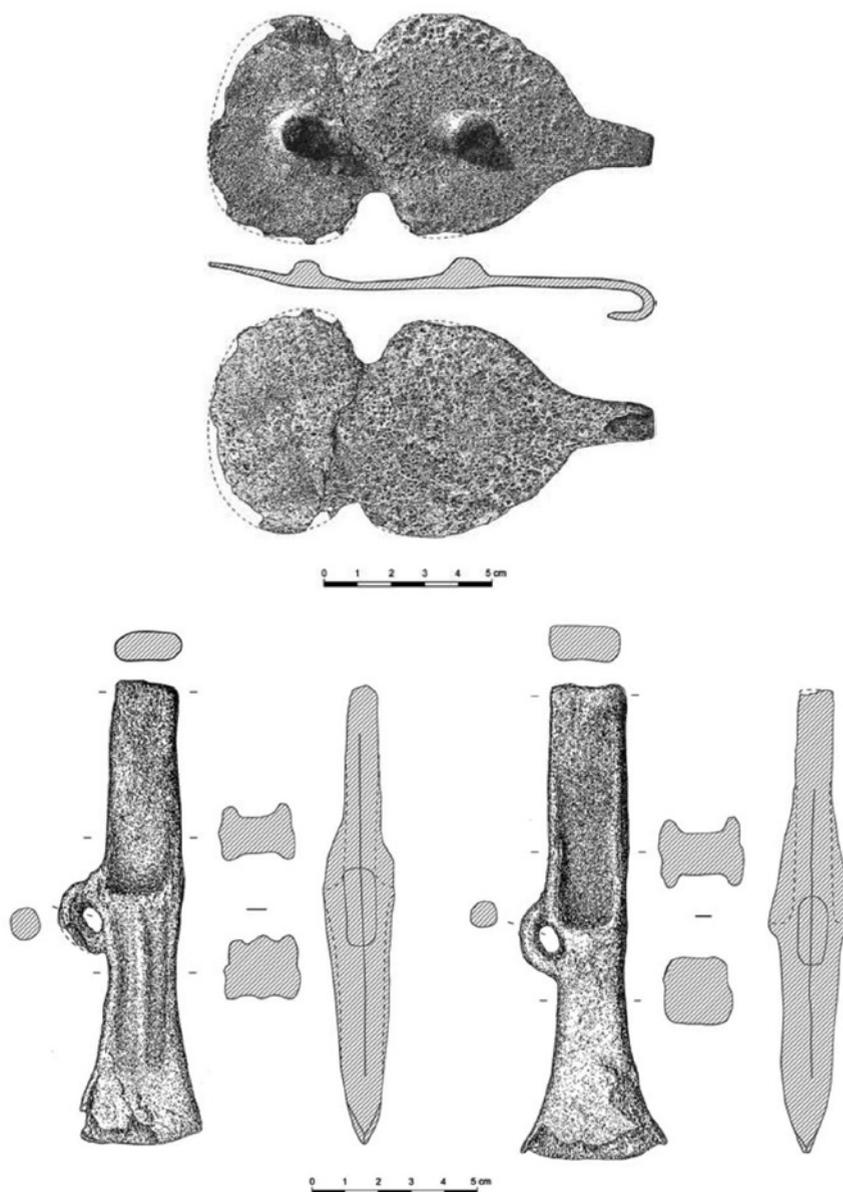


FIG. 12. Repertorio de materiales en el valle del Huecha de influencia atlántica: broche de cinturón procedente de Burrén (García-Arilla y Mesa, 2016: 34, fig. 2) y hachas de talón procedentes de El Morredón (García-Arilla, 2015: 14, fig. 2).

En el caso de El Morredón, se observan más conexiones con las áreas de la Meseta Sur, Cataluña, Levante o Andalucía, al presentar un alto número de muestras con niveles bajos de Sn y niveles medios de Pb, en contraste con las zonas más plomadas. La pobreza de estaño puede deberse a un

limitado suministro del metal o a su elevado coste, que obligase a un reciclado (Rovira, 1993: 50-51). Tipológicamente, el colgante de carnero localizado en El Morredón hace unas décadas (Aguilera, 2013) remite igualmente a relaciones mediterráneas claramente documentadas mediante la aparición de numerosos objetos procedentes de intercambios con las zonas costeras del Mediterráneo (Rodanés y Picazo, 2014, 2018). No obstante, otras piezas son de influencia indiscutible del Bronce Atlántico o el mundo centroeuropeo, como las tres hachas de talón o los broches de cinturón de tipo céltico de los que conservamos el molde de El Morredón y un ejemplar del cercano yacimiento de Burrén (Fig. 12) (García-Arilla, 2015; García-Arilla y Mesa, 2016; Aranda-Contamina *et al.*, 2020). Por tanto, lo que observamos es una metalurgia que se desarrollaría en el propio poblado, pero en la que confluirían las tradiciones mediterránea y atlántica a través de mecanismos de intercambio o comercio que hoy en día son difíciles de precisar.

Bibliografía

- AGUILERA, I. (1995): “El poblamiento celtibérico en el área del Moncayo”. En BURILLO, F. (coord.): *Poblamiento celtibérico. III Simposio sobre los celtiberos* (Daro, 1991). Zaragoza: IFC, pp. 213-233.
- AGUILERA, I. (2013): “La sepultura número 13 y su vaso vertedor con cabeza de carnero”. En BELTRÁN, M.: *Azaila. Estado de la cuestión en el año 2013*. Caesaraugusta, 83. Zaragoza, pp. 180-187.
- AGUILERA, I. y ROYO, J. I. (1978): “Poblados hallstáticos del valle de La Huecha. Contribución al estudio de la 1.^a Edad del Hierro en la Cuenca del Ebro”, *Cuadernos de Estudios Borjanos*, II, pp. 9-44.
- ÁLVAREZ CLAVIJO, P. y PÉREZ ARRONDO, C. L. (1987): *La cerámica excisa de la Primera Edad del Hierro en el Valle Alto y Medio del Ebro*. Col. Historia, 8. Logroño: Instituto de Estudios Riojanos.
- ÁLVAREZ GRACIA, A. (1992-1993): “El Bronce Final-Hierro I en el Bajo Aragón y sus relaciones con el valle medio del Ebro”. En *Segundos Encuentros de Prehistoria Aragonesa (Caspé-Zaragoza, 1986)*. Bajo Aragón Prehistoria, IX-X. Zaragoza: IFC-CECBA, pp. 51-62.
- ARANDA-CONTAMINA, P.; LORENZO, J. I. y RODANÉS, J. M.^a (2016): “Estructuras de ocupación de la ladera sudoeste de El Morredón (Fréscano, Zaragoza)”. En LORENZO, J. I. y RODANÉS, J. M. (eds.): *Actas I Congreso de Arqueología y Patrimonio Aragónés (2015)*. Zaragoza, pp. 179-187.
- ARANDA-CONTAMINA, P.; MONTERO, I.; RODANÉS, J. M. y LORENZO, J. I. (2020): “Materiales metálicos del Bronce Final y Primera Edad del Hierro del poblado de El Morredón (Fréscano, Zaragoza). Estudio tipológico”. En LORENZO, J. I. y RODANÉS, J. M. (eds.): *Actas III Congreso de Arqueología y Patrimonio Aragónés (2019)*. Zaragoza, pp. 139-148.
- ARANDA-CONTAMINA, P. y RODANÉS, J. M.^a (2019): “La decoración excisa como indicador de procesos de interacción e intercambio durante el Bronce Final en el valle medio del Ebro. Reflexiones a partir de nuevos hallazgos y dataciones absolutas”, *Trabajos de Prehistoria*, 76 (1), pp. 84-101.
- ARANDA-CONTAMINA, P.; RODANÉS, J. M. y LORENZO, J. I. (2018): “Las fases de ocupación de El Morredón (Fréscano, Zaragoza)”. En LORENZO, J. I. y RODANÉS, J. M. (eds.): *Actas II Congreso de Arqueología y Patrimonio Aragónés*. Zaragoza, t. I, pp. 139-148.
- ARMENDÁRIZ, J. A. (1995-1996): “Poblado de Las Eretas (Berbinzana): campañas de 1994, 1995 y 1996”, *Trabajos de Arqueología Navarra*, 12, pp. 298-303.
- ARMENDÁRIZ, J. A. (2008): *De aldeas a ciudades: el poblamiento durante el primer milenio a. C. en Navarra*. Pamplona: Institución Príncipe de Viana.
- CASTIELLA, A. y SESMA, J. (1988-1989): “Piezas metálicas de la Protohistoria. Navarra: armas”, *Zephyrus*, XLI-XLII, pp. 383-404.
- GARCÍA LÓPEZ, E. (1994): “Un modelo de análisis de evolución arquitectónica e interpretación social. El asentamiento del Bronce Final-Primera Edad del Hierro del Alto de la Cruz (Cortes, Navarra)”, *Pyrenae*, 25, pp. 93-110.
- GARCÍA I RUBERT, D.; GRACIA, F.; MONTERO, I.; MORENO, I. y ROVIRA, M. C. (2007): “Estudio de composición mediante ED-XRF de materiales metálicos del asentamiento protohistórico de Sant Jaume Mas d'en Serrà (Alcanar, Montsià, Tarragona)”. En MOLERA, J.; FARJAS, J.; ROURA, P. y PRADELL, T. (eds.): *Avances en Arqueometría 2005. Actas VI Congreso Ibérico de Arqueometría (Girona, 2005)*. Girona, pp. 145-152.
- GARCÍA-ARILLA, A. (2015): “Dos hachas de talón y anilla halladas en el yacimiento de ‘El Morredón’ (Fréscano, Zaragoza) y las hachas de talón en el noreste

- peninsular”, *Cuaderno de Estudios Borjanos*, LVIII, pp. 13-34.
- GARCÍA-ARILLA, A. y MESA, M. (2016): “A propósito de un broche o aplique de cinturón hallado en el yacimiento de Burrén-Burrena (Fréscano, Zaragoza)”, *Cuadernos de Estudios Borjanos*, LIX, pp. 29-45.
- GÓMEZ RAMOS, P. (1993): “Tipología de lingotes de metal y su hallazgo en los depósitos del Bronce Final de la Península Ibérica”, *Cuadernos Prehistoria y Arqueología de la Univ. Autónoma de Madrid*, 20, pp. 73-105.
- MALUQUER, J.; GRACIA, F. y MUNILLA, G. (1990): “Alto de la Cruz (Cortes, Navarra): campañas, 1986-1988”, *Trabajos de Arqueología Navarra*, 9, pp. 11-245.
- MAYA, J. L.; CUESTA, F. y LÓPEZ, J. (eds.) (1998): *Genó: un poblado del Bronce Final en el Bajo Segre (Lleida)*. Barcelona: Public. de la Univ. de Barcelona.
- MONTEAGUDO, L. (1977): *Die Beile auf der Iberischen Halbinsel, Prähistorische Bronzefunde, Abteilung IX*, 6. Band. München.
- MONTERO, I. (2010): “Tecnología de la metalurgia de base cobre”. En MONTERO, I. (coord.): *Manual de Arqueometalurgia*. Cursos de Formación Permanente para Arqueólogos, 1. Madrid: MAR-Colegio de Licenciados de Madrid, pp. 159-188.
- MONTERO-RUIZ, I.; GARCÍA-VUELTA, O. y ARMADA, X. L. (2014): “Estudio arqueometalúrgico del depósito de hachas de talón de Distriz (Monforte de Lemos, Lugo)”, *Sautuola*, XIX, pp. 139-156.
- MONTERO, I.; RAFEL, N.; ROVIRA, M. C.; ARMADA, X. L.; GRAELLS, R.; HUNT, M.; MURILLO-BARROSO, M.; RENZI, M. y SANTOS, M. (2012): “El cobre de Linares como elemento vinculado al comercio fenicio en El Calvari de El Molar (Tarragona)”, *Menga*, 3, pp. 167-184.
- MONTERO, I. y ROVIRA, S. (2010): “Introducción a la Arqueometalurgia”. En MONTERO, I. (coord.): *Manual de Arqueometalurgia*. Cursos de Formación Permanente para Arqueólogos, 1. Madrid: MAR-Colegio de Licenciados. Madrid, pp. 19-52.
- MONTERO, I.; SANTOS, M.; ROVIRA, M. C.; RENZI, M.; MURILLO-BARROSO, M.; HUNT, M.; GENER, M. y CASTANYER, P. (2010-2011): “Lingotes plano-convexos de cobre en la primera mitad del I milenio AC en la Península Ibérica”. En *Homenaje a D. Manuel Santonja Alonso. Boletín de la Asociación Española de Amigos de la Arqueología*, 46. Madrid, pp. 99-119.
- MUNILLA, G.; GRACIA, F. y GARCÍA LÓPEZ, E. (1994-1996): “La secuencia cronoestratigráfica del alto de la Cruz (Cortes de Navarra) como base para el estudio de la transición Bronce Final-Hierro en el valle medio del Ebro”. En ROVIRA I PORT, J. (coord.): *Models d’ocupació, transformació i explotació del territori entre el 1600 i el 500 ANE a la Catalunya meridional i zones limítrofes de la depressió de l’Ebre (I Taules Rodones d’Arqueologia, Sant Feliu de Codines, 1994)*. Sant Feliu de Codine: Museu Nacional, pp. 153-173.
- PICAZO, J. V. y RODANÉS, J. M. (coords.) (2009): *Los poblados del Bronce Final y Primera Edad del Hierro. Cabezo de la Cruz. La Muela. Zaragoza*. Zaragoza: Gob. de Aragón.
- RAFEL, N.; MONTERO, I.; SORIANO, I.; HUNT, M. A. y ARMADA, X. L. (2014): “Nuevos datos sobre la minería pre- y protohistórica en Cataluña”, *Cuadernos de Prehistoria y Arqueología de la Univ. de Granada*, 24, pp. 147-166.
- RODANÉS, J. M.^a y PICAZO, J. V. (2014): “Influencias orientales en el sistema defensivo del Cabezo de la Cruz (La Muela, Zaragoza)”, *Salduie*, 13-14, pp. 213-231.
- RODANÉS, J. M.^a y PICAZO, J. V. (2018): “Interaction and Interchange. The genesis of the Late Bronze Age and Early Iron Age in the Middle Ebro Valley”. En CRUZ, A. y GIBAJA, J. F. (eds.): *Interchange in Pre- and Protohistory. Case Studies in Iberia, Romania, Turkey and Israel*. BAR Intern. Ser., 2891. Oxford: Archaeopress, pp. 161-176.
- RODRÍGUEZ DE LA ESPERANZA, M. J. (2005): *Metalurgia y metalúrgicos en el valle del Ebro*. Madrid: RAH-IFC.
- ROVIRA, S. (1993): “La metalurgia de la Edad del Hierro en la península ibérica: una síntesis introductoria”. En ARANA, R.; MUÑOS AMILIBIA, A.; RAMALLO, S. y ROS, M.^a M. (eds.): *Metalurgia en la península ibérica durante el primer milenio a. C. Estado actual de la investigación*. Murcia: Univ. de Murcia, pp. 45-70.
- ROVIRA, S. (2004): “Tecnología metalúrgica y cambio cultural en la Prehistoria de la Península Ibérica”, *Norba. Historia*, 17, pp. 9-40.
- ROVIRA, S. (2007): “La producción de bronce en la Prehistoria”. En MOLERA, J.; FARJAS, J.; ROURA, P. y PRADELL, T. (eds.): *Avances en Arqueometría 2005. Actas VI Congreso Ibérico de Arqueometría (Girona, 2005)*. Girona, pp. 21-35.
- ROVIRA, S. y RENZI, M. (2010): “Las operaciones pirometalúrgicas y sus subproductos”. En MONTERO, I. (coord.): *Manual de Arqueometalurgia*. Cursos de Formación Permanente para Arqueólogos, 1. Madrid: MAR-Colegio de Licenciados de Madrid, pp. 87-122.
- SORIANO, I. y HUNT, M. A. (2018): “Minería y metalurgia prehistóricas en el Priorat y zonas limítrofes (provincia de Tarragona). Estado de la cuestión”, *Revista d’Arqueologia de Ponent*, 28, pp. 329-340.