

# APROVECHAMIENTO DE RECURSOS CUPRÍFEROS EN LA EDAD DEL BRONCE DE MENORCA: LA MINA DE SA MITJA LLUNA (ILLA DEN COLOM)

Bronze Age copper resources procurement in Menorca: Sa Mitja Lluna mine (Illa den Colom)

MARK A. HUNT ORTIZ \*, BARTOMEU LLULL ESTARELLAS \*\*, LAURA  
PERELLÓ MATEO \*\* y BARTOMEU SALVÀ SIMONET \*\*

**RESUMEN** Se exponen los resultados obtenidos a través de una serie de proyectos sucesivos centrados, desde el año 2009, en el estudio de la minería metálica prehistórica en la isla de Menorca. La última fase realizada es la excavación arqueológica de 2012 en el yacimiento minero de Sa Mitja Lluna (Illa den Colom, Menorca). Las primeras dataciones radiocarbónicas nos confirman el aprovechamiento de recursos de cobre locales por parte de las comunidades de la Edad del Bronce de Menorca. En esta síntesis del proyecto de investigación también se presentan los primeros resultados del estudio de caracterización isotópica de los minerales explotados en este yacimiento. Los datos obtenidos suponen un salto cualitativo sustancial en cuanto al conocimiento de la minería metálica prehistórica en las Islas Baleares.

**Palabras clave:** Islas Baleares, Menorca, Illa den Colom, Minería prehistórica, Edad del Bronce, Cobre, Arqueometalurgia, Isótopos de plomo.

**ABSTRACT** The results obtained through a series of successive projects focused, since 2009, in the study of prehistoric metallic mining on the island of Menorca are exposed. The last work carried out is the archaeological excavation, in 2012, of the copper mining site of Sa Mitja Lluna (in the island Illa den Colom, Menorca). The first radiocarbon dates have confirmed the exploitation of local copper resources by Bronze Age communities in Menorca. In this synthesis of the research project, the first lead isotopes results of the mineralization exploited are also presented. The analytical results obtained represent a substantial step forward regarding the knowledge of the metallic prehistoric mining in the Balearic Islands.

**Key words:** Balearic Islands, Menorca, Illa den Colom island, Prehistoric mining, Bronze Age, Copper, Archaeometallurgy, Lead isotopes.

---

\* Arqueopro, Estudio de Arqueología y Patrimonio Histórico, [mhunt@arqueopro.com](mailto:mhunt@arqueopro.com); Grupo de Investigación ATLAS, Dto. de Prehistoria y Arqueología, Universidad de Sevilla, [mhunt@us.es](mailto:mhunt@us.es)

\*\* ArqueoUIB, Grupo de investigación de Cultura Material y Gestión de Patrimonio Arqueológico, Universitat de les Illes Balears. [bartomeu.llull@uib.es](mailto:bartomeu.llull@uib.es), [l.perello@uib.es](mailto:l.perello@uib.es), [tomeusal@hotmail.com](mailto:tomeusal@hotmail.com)

Fecha de recepción: 4-7-2014. Fecha de aceptación: 19-11-2014.

## INTRODUCCIÓN

En el año 2009 se inició un proyecto que tenía como objetivo localizar recursos de cobre en la isla de Menorca explotados en épocas prehistóricas (Perelló *et al.*, 2010; Salvà *et al.*, 2010; Llull *et al.*, 2011; Llull y Perelló, 2013). La hipótesis que impulsó este estudio era la que sugería la importancia del beneficio de los recursos abióticos locales, tal y como se ha documentado en otros lugares (Montero, 2002). En principio, esta hipótesis contrastaba con los resultados de los análisis de isótopos de plomo realizados por S. Stos-Gale (1999) en 30 muestras de metal procedentes de necrópolis menorquinas prehistóricas. Esos resultados apuntaban, con la reducida base de datos de depósitos minerales disponibles a finales de la década de 1990, a una procedencia foránea de los metales menorquines, proponiéndose su relación con los depósitos minerales del suroeste peninsular.

Un intenso trabajo de archivo y la realización de varias campañas de prospecciones permitieron constatar, en un primer momento, la existencia de recursos minerales de cobre en la isla de Menorca (diversos afloramientos minerales sin valor comercial actualmente) y la posibilidad de su explotación por medio de tecnologías mineras prehistóricas.

Geológicamente, Menorca está formada por dos dominios diferenciados. Con el límite en la línea que va desde Mahón a Cala Morell, en el Migjorn, al sur, se encuentran los terrenos del terciario, formados por calizas miocénicas. Esta zona es la más fértil y geológicamente uniforme de la isla, agrupando una mayor concentración de asentamientos prehistóricos (Gornés *et al.*, 2004). Por el contrario, al norte de la mencionada línea, en la Tramuntana, el terreno está formado por pliegues del secundario y primario. Es en esta parte de la isla de Menorca donde se concentran todos los afloramientos de cobre estudiados (Salvà *et al.*, 2010; Llull y Perelló, 2013). Trece de estas mineralizaciones se han sometido más recientemente, en una fase posterior de la investigación, a análisis de caracterización elemental y parte de ellas serán analizadas por medio de isótopos de plomo.

En general y por lo que se deduce de los estudios realizados hasta la fecha, se podría destacar que las mineralizaciones menorquinas se caracterizan, al igual que las mallorquinas, por ser pobres en impurezas de As, Ni, Sb y Ag, elementos que a menudo van vinculados al cobre pero que en estas mineralizaciones analizadas hasta ahora se detectan en cantidades poco o nada significativas (Rovira *et al.*, 1991; Perelló *et al.*, 2010; Salvà *et al.*, 2010). Además, se ha constatado la existencia de algunos afloramientos polimetálicos, con galena como mineral principal, asociado a minerales de zinc y cobre, como son las mineralizaciones de Binifabini Vell y Capifort.

Las primeras pruebas directas de explotación prehistórica de minerales de cobre se documentaron en el año 2010 en Illa den Colom (Es Grau, Mahón), en un afloramiento de vetas de cuarzo con mineralización primaria de calcopirita y minerales secundarios de cobre. El hallazgo tuvo lugar en el transcurso de la prospección del área costera oriental de Sa Mitja Lluna, donde se localizaron acumulaciones de estériles en cuya superficie se documentaron materiales líticos que geológicamente no parecían corresponder a esa área concreta. Lo que en una primera inspección podrían haberse considerado como cantos rodados, fueron identificados como mazas de minero, muchas de ellas fragmentadas.

Previamente, en la campaña del año anterior, en la misma zona se habían documentado en superficie cuatro fragmentos de cerámica a mano, que fueron adscritas por sus características a la Edad del Bronce. De esta forma, el conjunto de evidencias compiladas

en el área de Sa Mitja Lluna de la Illa den Colom llevó al planteamiento de una primera campaña de sondeos arqueológicos en una de las acumulaciones de estériles de Sa Mitja Lluna, que tuvo lugar en abril de 2012.

## LA METALURGIA DEL BRONCE EN MENORCA

La consolidación del primer poblamiento estable de las Islas Baleares se documenta en Mallorca, alrededor del 2500 a.C., con unos grupos culturales de tradición calcolítica y que posiblemente provendrían de zonas de la actual Cataluña y Midi Francés. En las otras islas, Ibiza y sobre todo en el caso de Menorca, este fenómeno sería algo más tardío, seguramente entre el 2300 y el 2100 a.C. (Guerrero *et al.*, 2007). No obstante, por ahora no se han documentado evidencias de actividades metalúrgicas en ningún yacimiento de estas cronologías. Las primeras pruebas firmes en las Islas Baleares se detectan en Mallorca, concretamente en Son Matge (IRPA-835, 3700±60 BP) (Waldren, 1992). También existen fragmentos de cerámica campaniforme, sin dataciones absolutas asociadas, en Es Vel·lar d'Aprop utilizados probablemente como vasijas de reducción (Calvo y Guerrero, 2002:37; Salvà, 2013:481) más que como crisoles (Carreras y Covas, 1984). En la isla de Menorca existen evidencias de trabajos pirometalúrgicos a partir del Naviforme I (1600/1500-1300 a.C.) en yacimientos como la naveta de Cala Blanca (Joan y Plantalamor, 1997) y Son Mercer de Baix (Rita, 1982; Rita *et al.*, 1988), donde se recuperaron restos de crisoles o vasijas de reducción. En el yacimiento de Son Mercer de Baix, las evidencias metalúrgicas excavadas se relacionan con la manufactura de bronce y los objetos analizados son de esta aleación (en el caso de un punzón, con 2,62% de plomo), salvo lo que se consideró un lingote plano convexo, de 100 gr de peso, de cobre sin alear (Delibes y Fernández-Miranda, 1988:77-78,165).

En cuanto a los primeros objetos de metal documentados en Menorca, se podrían situar cronológicamente en el Bronce Antiguo (1900/1800-1700/1600 a.C.), si bien son escasos y han aparecido en contextos poco claros. Existen dos puntas de cobre con hoja en forma de laurel y pedúnculo, una de ellas se localizó en el dolmen de Ses Roques Llises (Rosselló *et al.*, 1980; Plantalamor, 1991) y la otra en Cova del Toro (Martínez, 1929), ambas sin dataciones absolutas. Otros objetos aún más dudosos, son algunos cuchillos de hoja triangular y remaches de la colección Vives Escudero y una cuenta bicónica del Naviforme I de Clariana I (Plantalamor, 1991:27). También se documentaron dos punzones de cobre en el denominado Monumento 2 de Biniai Nou, con una adscripción cronológica muy imprecisa que iría de entre finales del III milenio hasta la primera mitad del II a.C. (Plantalamor y Marquès, 2001).

## SA MITJA LLUNA

### Las evidencias de explotación prehistórica

Illa den Colom es una pequeña isla situada al Nordeste de Menorca. Actualmente esta isla es propiedad privada y forma parte del área protegida del Parc Natural de S'Albufera des Grau (Mahón) (fig. 1).

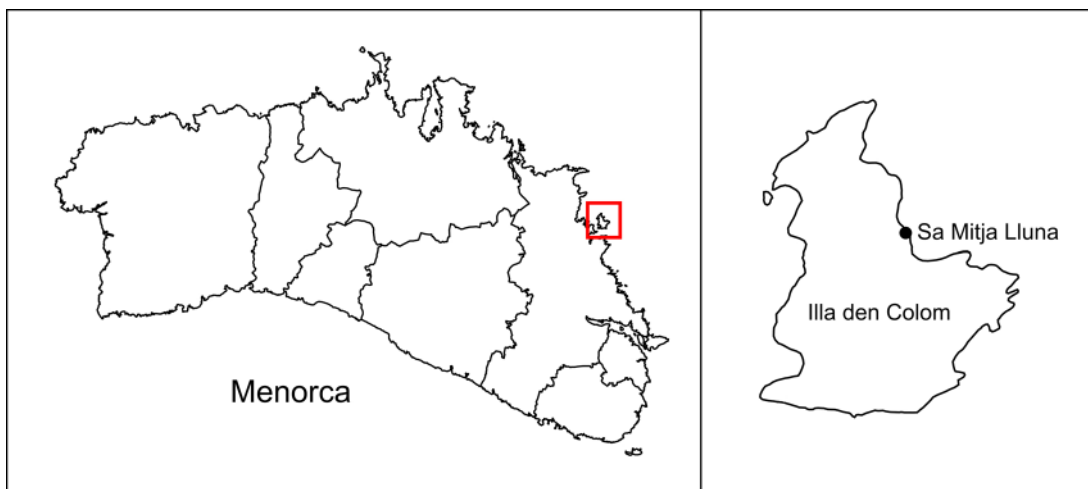


Fig. 1.—Isla de Menorca con la situación de Illa den Colom (enmarcada) y, en ella, el área de Sa Mitja Lluna.

Según los registros del Distrito de Minas de las Baleares, en época contemporánea se trataron de explotar diversos minerales de zinc, plomo y cobre en distintos puntos de Illa den Colom (Salvà *et al.*, 2010; Llull y Perelló, 2013). El afloramiento de mineral de cobre mencionado se localiza en la zona costera oriental de acantilado de la isla, llamada Sa Mitja Lluna, que se inserta en materiales detríticos del Carbonífero, en concreto turbiditas de facies Culm (ITGE, 1989). El yacimiento arqueológico minero está conformado por dos áreas extensas de estériles, escombrera P-Norte (lám. I) y Escombrera P-Sur, en las cuales se localizó el material arqueológico superficial claramente prehistórico ya señalado, fragmentos de mazas de minero y cerámica, y dos pozos (Pozos 1 y 2) de escasa profundidad, de época contemporánea (fig. 2).

La zona intervenida en abril de 2012 fue la denominada Escombrera P-Norte, situada en el área del yacimiento más próxima al acantilado. En esta zona se realizaron seis sondeos de diagnóstico que permitieron recuperar algunas mazas líticas más (la mayoría fragmentadas), aunque esta vez en contexto estratigráfico. También pudieron recogerse muestras de madera carbonizada (Hunt *et al.*, 2013) que han permitido obtener las primeras dataciones radiocarbónicas de los trabajos mineros, que ahora se presentan. Por medio de la serie de sondeos dispuestos de ejes norte-sur y este-oeste (fig. 2) se pudo constatar la existencia de una estratigrafía compleja, formada por una acumulación sucesiva de materiales procedentes de diversos frentes de explotación y en diversas fases de trabajo. La secuencia estratigráfica es heterogénea y se alternan niveles de predominio de matriz terrosa con otros formados casi exclusivamente por roca fragmentada, presentando variabilidad de calibre el estéril en los distintos niveles excavados. Esta roca es por lo general cuarzo con mineralización primaria de calcopirita y minerales secundarios producidos por la alteración de los sulfuros, especialmente carbonatos de cobre. Ocasionalmente, aparecen niveles en los que predominan óxidos de hierro, de tonos amarillento y rojizo intenso (láms. II y III). Aunque es una mera posibilidad, sin datos actualmente

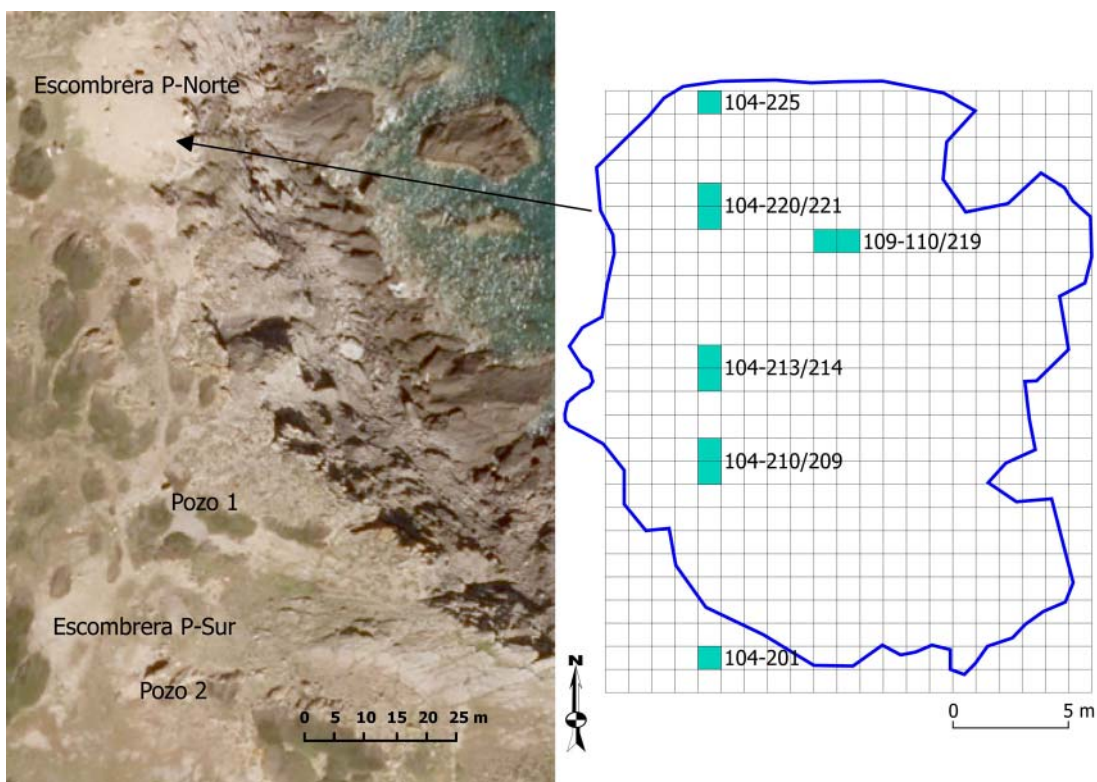


Fig. 2.—Situación de los pozos contemporáneos y las escombreras y de los sondeos realizados en la Escombrera P-Norte durante la campaña de 2012.

que la respalden, la utilización secundaria de pigmentos rojos de minerales de hierro en la explotación de esta mina de Sa Mitja Lluna, también habría sido factible.

Los fragmentos de cerámica encontrados entre los materiales de las escombreras, tanto en superficie como en contexto estratigráfico durante la realización de los sondeos, no están relacionados directamente con la metalurgia extractiva del cobre y tampoco se han documentado otras evidencias que indiquen que la reducción del mineral se llevaba a cabo a pie de mina. Por los datos disponibles actualmente, parece que los minerales extraídos eran transportados, probablemente a las zonas de hábitat, y allí se efectuaba su transformación a metal, un comportamiento frecuente en épocas prehistóricas (Hunt, 2003:382). No obstante, sí se llevaría a cabo en Sa Mitja Lluna una primera fase de triturado y concentración del mineral, como se deduce de la documentación de al menos dos grandes mazas con marcas de piqueteado en su zona ventral al haber sido utilizadas como mortero o yunque; son dos mazas de minero, reutilizadas, que se han clasificado como del Grupo 3 (Llull *et al.*, 2012; Perelló *et al.*, 2013; Hunt *et al.*, 2013). Todos los elementos líticos de ese Grupo 3 muestran marcas de uso o roturas en las zonas proximales y distales, provocadas por su uso como percutores, sin presentar modificaciones para su enmague (lám. IV; fig. 3).

Otras mazas líticas más pequeñas se recuperaron en los distintos niveles estratigráficos. Las del Grupo 1 y Grupo 2 cuentan todas, en mayor o menor medida, con muescas y modificaciones puntuales y poco definidas para su enmangue (fig. 3).

Todas ellas están fabricadas a partir de cantos rodados seleccionados por su peso, su forma ligeramente ovalada y su textura granulométrica, de arenisca fina de cierta dureza. Estos cantos rodados podrían haberse traído de una de las calas de Illa den Colom, la conocida como Punta des Macs, a unos 750 m de Sa Mitja Lluna, en la que abundan este tipo de piedras configuradas por la erosión marina (fig. 4).

Dada la situación de la mineralización de Sa Mitja Lluna, muy expuesta a la meteorología, es muy probable que la explotación se realizara de forma estacional, a través de expediciones no permanentes. La ausencia de evidencias documentadas de asentamientos

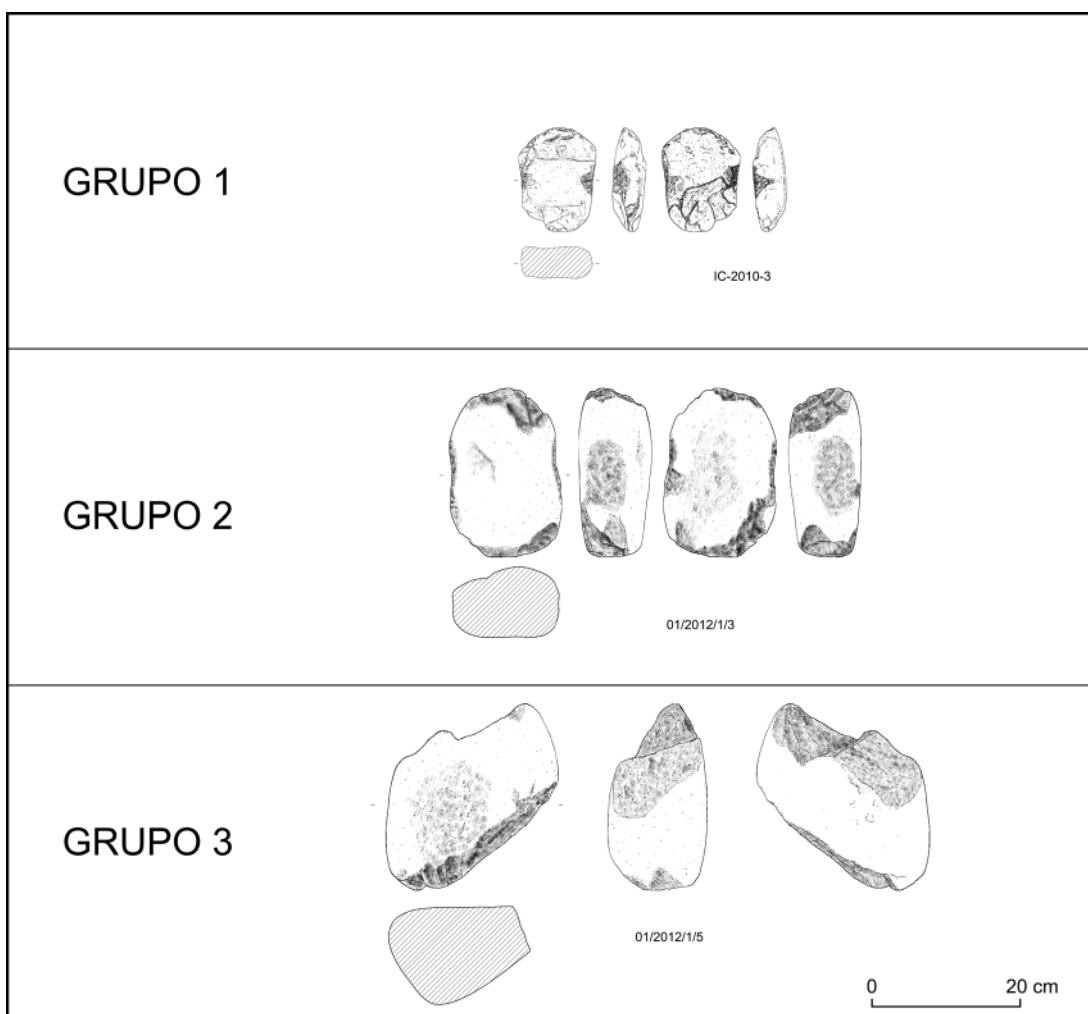


Fig. 3.—Grupos tipológicos de instrumentos líticos mineros prehistóricos de Sa Mitja Lluna.



Fig. 4.—Punta des Macs.

permanentes en la isla respaldaría esta hipótesis, a la que también apoyaría la facilidad, con buen tiempo, de navegación con embarcaciones simples desde tierra a las calas arenosas situadas en la parte suroeste de la isla.

### La cronología de la explotación minera de Sa Mitja Lluna

La datación más antigua obtenida para la explotación minera de Sa Mitja Lluna, realizada sobre madera carbonizada (KIA-48275,  $3420 \pm 35$  BP), es la del sondeo 104/220-221 (tablas 1 y 2), y se remonta a cronologías muy tempranas del Bronce Antiguo. También se ha podido documentar una segunda fase de explotación en plena Edad del Bronce.

Como se ha indicado, durante las prospecciones del 2009 se recogieron en superficie de Sa Mitja Lluna cuatro fragmentos de cerámica sobre una de las escombreras del yacimiento, que se dataron por las pastas en el Naviforme I ó II (1600/1500-1100 a.C.)<sup>1</sup>.

1. En este primer momento, fueron de gran ayuda las precisas observaciones realizadas por Lluís Plantalor Massanet y Simón Gornés Hachero en relación con la posible adscripción cronológica de los fragmentos cerámicos.

Ello se vio confirmado en los trabajos de excavación del 2012 con la localización de dos fragmentos más de cerámica similares a las anteriores, en esta ocasión en contexto, en el sondeo de más potencia estratigráfica y más próximo al acantilado (109-110/219) (fig. 3).

En ese mismo sondeo se efectuaron dos dataciones radiocarbónicas sobre carbón (KIA-48273 y KIA-48274) cuyos resultados (tablas 1 y 2) coinciden con la adscripción que preliminarmente se le dio a la cerámica. Las dataciones se mueven en un margen que sitúa la explotación de la zona del sondeo entre 1432 y 1214 AC (calibradas a 2 sigmas). Sobre la roca geológica de base de este sondeo (109-110/219) se excavó una maza de minero de Grupo 3, que presentaba roturas características por su uso por percusión en uno de sus extremos. Las dataciones radiocarbónicas de este sondeo, completamente coherentes y cercanas en el tiempo entre sí, estarían confirmando que la explotación del afloramiento de cobre de Sa Mitja Lluna estaría en pleno uso en el Naviforme II (1400/1300-1100 a.C.).

Presumiblemente existiría cierta continuidad en la frecuentación a la mina durante toda la Edad del Bronce, puesto que el muestreo sólo nos permite suponer una horquilla de tiempo aproximada a través de dataciones de momentos puntuales de su aprovechamiento.

TABLA 1  
SA MITJA LLUNA. DATACIONES RADIOCARBÓNICAS CALIBRADAS

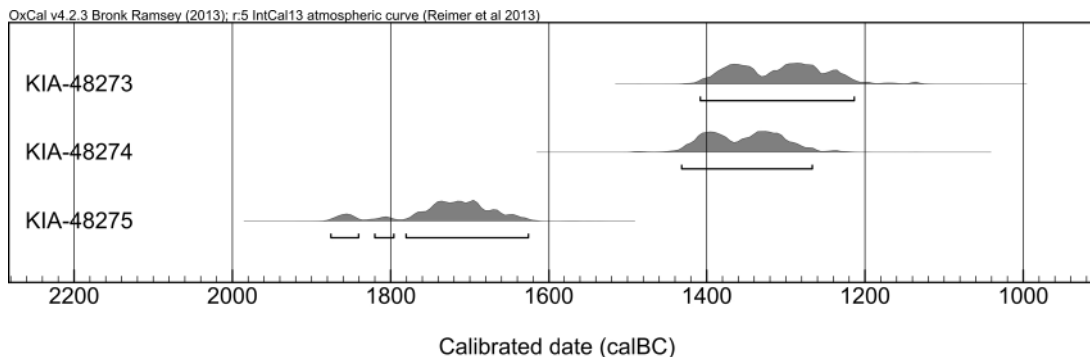


TABLA 2  
SA MITJA LLUNA. DATACIONES CALIBRADAS (PROGRAMA OXCAL V4.2.3; BRONK RAMSEY, 2013)

<i>N.º Lab.</i>	<i>Contexto</i>	<i>Material</i>	<i>Fecha radiocarbónica</i>	<i>Calibrado a 1 sigma BC (68,2%)</i>	<i>Calibrado a 2 sigmas BC (95,4%)</i>
KIA-48273	UE-31	Carbón	3045 ±35 BP	1385 (28,6%) 1340 1315 (36,2%) 1260 1242 (3,4%) 1235	1409 (95,4%) 1214
KIA-48274	UE-33	Carbón	3095 ±35 BP	1414 (29,2%) 1374 1356 (39,0%) 1302	1432 (95,4%) 1267
KIA-48275	UE-09	Carbón	3420 ±35 BP	1759 (68,2%) 1664	1876 (7,9%) 1841 1821 (3,5%) 1797 1781 (84,0%) 1627



## Caracterización mineralógica e isotópica del depósito mineral de Sa Mitja Lluna y de Binifabini

Enmarcados en el contexto de la investigación arqueológica, la existencia de mineralizaciones de cobre en la isla de Menorca con sulfuros y minerales secundarios, carbonatos fundamentalmente, aptos para una tecnología metalúrgica extractiva de cobre prehistórica fue señalada hace ya décadas (Delibes y Fernández-Miranda, 1988). Se hacía mención concretamente a los depósitos de carácter estratiforme encajados en las margas del Triásico, en el norte de la isla, con malaquita, azurita y también en algún caso calcosina (Delibes y Fernández-Miranda, 1988:154-155).

Efectivamente, en el Mapa Metalogenético correspondiente a la isla de Menorca (MME, 1973), se señalan en la parte norte de la isla (la parte sur está conformada por margas terciarias) una serie de yacimientos minerales e indicios con mena de cobre (números 4 a 18) de morfología estratiforme (o desconocida), fundamentalmente asociadas a roca encajante (doleritas, areniscas y arcillas) de época Triásica.

Una excepción la constituye el depósito mineral n.º 22, situado en la Isla Colom (Illa den Colom) y definido como depósito filoniano, con mena de sulfuros de cinc y cobre y con carbonatos de hierro; en este caso la roca encajante es más antigua, del Carbonífero (MME, 1973).

La prospección arqueometalúrgica realizada dentro de este proyecto en Illa den Colom ha permitido evidenciar que en esta pequeña isla existen dos mineralizaciones diferenciadas geográficamente y por su diversa paragénesis. Además de la mineralización de Sa Mitja Lluna, en la parte sur de la isla hay una segunda mineralización explotada en época contemporánea, que es denominada en la documentación archivística como Constancia y también como La Paloma y Blendífera (Llull y Perelló, 2013:83-84).

Las labores mineras actualmente visibles se abren en forma de galerías, con marcas de barrenos, desde la parte alta de la pared del acantilado (lám. V) y se caracteriza por la presencia de vetas de cuarzo con mineralización predominantemente de blenda acaramelada (sulfuro de cinc), también con presencia de calcopirita, aunque con ausencia evidente de minerales secundarios de cobre. El análisis por XRF del mineral de la mina Blendífera, centrado en el mineral, dio una composición elemental de 1,2% Si, 35,9% S, 1,9% Fe, 0,2% Cu y 60,7% Zn. Sin duda esta mineralización es la que viene recogida en el Mapa Metalogenético (MME, 1973).

La explotación minera se complementa con una edificación en la parte superior del acantilado, con una amplia superficie enlosada con pizarra, de *ca.* 120 m<sup>2</sup> (lám. VI), que estaría destinada al tratamiento del mineral para su concentración. Junto a esa edificación se dispone una concentración de rocas, libre de vegetación, en la que son abundantes los fragmentos de mineral de blenda con alguna calcopirita.

Los primeros análisis arqueométricos de algunas mineralizaciones de cobre de Menorca se realizaron mediante XRF, con resultados normalizados al 100% sin considerar la ganga, sobre muestras de malaquitas recogidas por el prof. J. Fernández-Miranda (Rovira *et al.*, 1991:72-74). Las mineralizaciones incluidas fueron las denominadas Binifaiella, Estancia des Prats, Son Arret y también Isla Colon (Illa den Colom), sin mencionarse en ningún caso evidencia alguna relacionada con explotación prehistórica (Rovira *et al.*, 1991).

Los resultados de los análisis de estas muestras de malaquita (Rovira *et al.*, 1991:73) presentaron, lógicamente, altas proporciones de cobre, señalándose en general y en cuanto a minerales minoritarios, el poco contenido de plata y arsénico (superando un par de muestras de Isla Colom el 1%) y la presencia de níquel en cantidades significativas, aunque también hay que señalar su heterogeneidad dentro de muestras procedentes de la misma mineralización. Por el tipo de mineral analizado y los resultados obtenidos se puede considerar como seguro que los minerales analizados en la Illa den Colom corresponderían a la mineralización de Sa Mitja Lluna.

Más recientemente, ya dentro de este proyecto de investigación, se han realizado nuevos análisis compositivos de 13 mineralizaciones diferentes de Menorca en muestras recogidas en prospección mediante Microscopio Electrónico de Barrido (SEM) en la Universidad de las Islas Baleares (Salvá *et al.*, 2010), que permiten una aproximación más en detalle de las composiciones características de esas mineralizaciones, incluyendo la de Sa Mitja Lluna en la Illa den Colom (Salvá *et al.*, 2010:tabla 2).

Últimamente también se han realizado nuevos análisis compositivos a muestras minerales recogidas de las mineralizaciones de Binifabini (Mercadal, Menorca) y de Sa Mitja Lluna en la Illa den Colom. Estos nuevos análisis han sido realizados por el Dr. Ignacio Montero a través de la Fluorescencia de rayos X con el espectrómetro INNOV-X Alpha, instalado en el Museo Arqueológico Nacional. Solo se indica, para la mejor interpretación de las Tablas, que los resultados se presentan como % en peso (nd= no detectado, tr= trazas) y que los límites de detección se sitúan para el caso de la plata (Ag) y antimonio (Sb) en el 0,20 % y para el resto de elementos se sitúa en el 0,02 %. Los elementos ligeros (LE) sólo se cuantificaron cuando superaban el 30% en contenido de la muestra.

La mineralización de Binifabini (tabla 3) (también denominada Binifabini Vell) presentó los siguientes resultados:

TABLA 3  
ANÁLISIS COMPOSITIVOS (XRF) DE MUESTRAS MINERALES DE BINIFABINI  
(MERCADAL-MENORCA)

N.º análisis	Tipo	FE	NI	CU	ZN	AS	AG	SN	SB	AU	PB	BI	Otros
PA21325 M-A	Lixiv. Cu Entrada socavón	0,97	ND	12,0	0,56	0,18	ND	ND	ND	ND	1,8	ND	LE 85,17
PA21326 M-B	Mineral Cu Galería int.	0,3	ND	30,4	1,21	0,14	ND	ND	ND	ND	0,38	ND	LE 67,58; Co 0,03
PA21327 M-C	Galena. Exterior	1,15	ND	ND	2,6	ND	ND	ND	ND	ND	96,21	ND	

Respecto al depósito mineral de Sa Mitja Lluna (tabla 4), cuyos filones mineralizados presentan ganga de cuarzo (Salvá *et al.*, 2010), las muestras analizadas fueron recogidas de las dos zonas en las que se diferenció el área de la mineralización de Sa Mitja Lluna en la Isla de Colom, es decir, la zona de la Escombrera P-Norte y la de la Escombrera P-Sur (fig. 3). Los minerales seleccionados incluyeron tanto sulfuros primarios (con

predominio “de visu” de la calcopirita) como minerales secundarios de cobre, fundamentalmente carbonatos de cobre, malaquita.

TABLA 4  
 ANÁLISIS COMPOSITIVOS (XRF) DE MUESTRAS MINERALES DE SA MITJA LLUNA (MAHÓN, MENORCA)

N.º análisis	Tipo	FE	NI	CU	ZN	AS	AG	SN	SB	AU	PB	BI	Otros
PA21320	Carbonatos de Cu. Escombr. N	1,18	ND	98,42	0,24	0,05	ND	ND	ND	ND	0,1	ND	
PA21321	Calcopirita+ malaquita Escombr. N	38,69	ND	61,21	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0,09	ND	
PA21322	Calcopirita Escombr. S	8,95	ND	3,91	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0,01	ND	LE 86,73; Mn 0,39
PA21322B	Calcopirita Escombr. S	6,76	ND	2,62	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0,02	ND	LE 90,39; Mn 0,21
PA21322B	Calcopirita Escombr. S	7,51	ND	2,43	ND	0,01	ND	ND	ND	ND	0,01	ND	LE 89,73; Mn 0,31
PA21323	Carbonatos de Cu Escombr. N	7,64	ND	91,05	1,27	ND	ND	ND	ND	ND	0,04	ND	
PA21324	Carbonatos de Cu Escombr. N	0,91	ND	98,77	0,28	ND	ND	ND	ND	ND	0,05	ND	

Así, el mineral de cobre de Sa Mitja Lluna se puede considerar como mineral primario de calcopirita, y a diferencia de la mina Blendífera, con cantidades muy minoritarias y heterogéneamente distribuidas, probablemente de blenda y galena. También a diferencia de la mina Blendífera, son muy abundantes en Sa Mitja Lluna los minerales secundarios de la calcopirita, entre los que destacaría a efectos de su tratamiento metalúrgico en épocas prehistóricas, los carbonatos de cobre (malaquita y también azurita). Éste es un mineral con alta proporción de cobre y, exceptuando el hierro, con relativamente pocas impurezas metálicas, entre las que estarían, y no en todas las muestras, el cinc, el arsénico, el plomo y el manganeso. Sólo en tres de esas últimas muestras analizadas el cinc (Zn) fue detectado y en un sólo caso superó el 1%. El arsénico (As) se detectó a un nivel casi de trazas en dos muestras minerales (una de sulfuro y otra de carbonato). El plomo (Pb) se detectó en todas las muestras analizadas, aunque en proporciones muy reducidas que en ningún caso superó el 0,1%, aunque ya se han mencionado análisis de esta mineralización en los que el Pb y el As es más elevado (superando el 1% en algún caso) y hay presencia, aunque minoritaria, de Ni (hasta 1,7%) y Sn (hasta 0,35%) (Rovira *et al.*, 1991).

En cuanto a la caracterización isotópica de plomo de las mineralizaciones y elementos arqueológicos de la isla de Menorca, aunque el método se aplicó bastante pronto a objetos arqueológicos metálicos menorquines (Stos-Gale, 1999), ha habido que esperar a este proyecto de investigación para disponer de los primeros datos isotópicos de plomo de las mineralizaciones de Menorca.

Estos nuevos datos isotópicos sobre los depósitos minerales de Menorca, aún siendo limitados y suponer sólo una primera aproximación, permiten establecer la base para una mejor comprensión de la movilidad de elementos metálicos y la actividad minera y metalúrgica, no solo prehistórica, en la isla.

Lógicamente, el análisis de isótopos de plomo se ha centrado en la mineralización sobre la que hay evidencias claras de su explotación prehistórica, Sa Mitja Lluna, aunque también se han realizado análisis de muestras minerales de la mina de Binifabini, de paragénesis más compleja y labores subterráneas intrincadas de aspecto antiguo, pero sin datos de momento que permitan asegurar su explotación prehistórica (Salvá *et al.*, 2010:187).

Como antecedente, en el año 1999 la Dra. S. Stos-Gale publicaba, como apéndice en la monografía sobre Cova des Càrritx, Es Forat de Ses Aritges y Cova des Mussol, los resultados de los análisis de isótopos de plomo de 30 objetos de los ajueres metálicos de estas cuevas menorquinas, junto a sus resultados composicionales (Stos-Gale, 1999). Del análisis elemental de los objetos se concluye que su composición es de bronce binario “basados en cobre fundido a partir de menas polimetálicas que incluían plomo como principal impureza”, salvo la cuenta bicónica de plomo de Ses Aritges (Stos-Gale, 1999:643-645).

Sin posibilidad entonces, por ausencia de datos, de confrontar los resultados isotópicos de los objetos menorquines con las mineralizaciones de la propia isla, se recurrió, indicando la provisionalidad, a su confrontación con los datos, por entonces también restringidos, de otras regiones mineras: Cerdeña y Sureste y Suroeste de la Península Ibérica. Señalando la diversidad de orígenes, se proponía finalmente, insistiendo en que las conclusiones debían ser tomadas con prudencia, que los objetos metálicos de las cuevas menorquinas procederían de la producción de cobre o bronce del Suroeste de España, de la región de Huelva (Stos-Gale, 1999:646), aunque la confrontación se realizaba usando tanto los resultados isotópicos de las minas como los de los subproductos metalúrgicos del Suroeste. La constatación de la importación de metales en el Suroeste de la Península Ibérica desde el Bronce Final para las actividades metalúrgicas (Hunt, 2003), relativiza aún más esas conclusiones, que han sido consideradas como erróneas (Montero, 2002:63-64; Montero *et al.*, 2005:298).

Un nuevo panorama en relación con la aplicación de los análisis de isótopos de plomo se inicia ahora con los primeros resultados isotópicos de mineralizaciones de Menorca, una de ellas, Sa Mitja Lluna, como se ha expuesto más arriba, con su explotación constatada en varias fases a lo largo del segundo milenio a.C.

Las muestras analizadas mediante isótopos de plomo se extrajeron de los ejemplares minerales cuyos resultados analíticos por XRF ya han sido presentados, recogidos de las mineralizaciones de Binifabini (tabla 3) y Sa Mitja Lluna (tabla 4), en este último caso con una muestra adicional de calcopirita.

Los análisis fueron realizados en el Servicio General de Geocronología y Geoquímica Isotópica (IBERCRON) de la Universidad del País Vasco mediante Espectrómetro de masas con fuente de plasma acoplado inductivamente de alta resolución y multicolección (MC-ICP-MS Neptune).

Los resultados isotópicos obtenidos para cada una de las mineralizaciones de Menorca fueron las siguientes (tablas 5 y 6):

TABLA 5  
 RESULTADOS DE ISÓTOPOS DE PLOMO DE LA MINERALIZACIÓN DE BINIFABINI

<i>Binifabini</i>	$^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$	<i>Incertidumbre (2SE)</i>	$^{208}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$	<i>Incertidumbre (2SE)</i>	$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$	<i>Incertidumbre (2SE)</i>
MA. Entrada socavón. Lix. Cu	18,4324	0,0008	2,09600	0,00004	0,85090	0,00002
MB. Interior, Mineral Cu	18,4391	0,0005	2,09485	0,00004	0,85046	0,00001
M6.Escombrera S: Calcopirita	18,3237	0,0006	2,10066	0,00004	0,85530	0,00001

TABLA 6  
 RESULTADOS DE ISÓTOPOS DE PLOMO DE LA MINERALIZACIÓN DE SA MITJA LLUNA

<i>Sa Mitja Lluna</i>	$^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$	<i>Incertidumbre (2SE)</i>	$^{208}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$	<i>Incertidumbre (2SE)</i>	$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$	<i>Incertidumbre (2SE)</i>
M1. Escombrera N.Calcopirita	18,4435	0,0020	2,09570	0,00008	0,84939	0,00002
M2. Escombrera N. Malaquita	18,3814	0,0019	2,09828	0,00008	0,85174	0,00002
M3.Escombrera N.Calcopirita	18,4280	0,0009	2,09741	0,00005	0,85041	0,00001
M4. Escombrera N. Malaquita	18,3628	0,0008	2,09909	0,00005	0,85197	0,00001
M5.Escombrera S. Calcopirita	18,5280	0,0008	2,09079	0,00004	0,84579	0,00001
M6.Escombrera S: Calcopirita	18,4910	0,0033	2,08931	0,00010	0,84771	0,00004

El reflejo en los gráficos bivariantes de las composiciones isotópicas de las mineralizaciones de Menorca de Binifabini y Sa Mitja Lluna (fig. 5) muestran similitud, en función de los limitados datos disponibles. Ocupan rangos isotópicos similares aunque parece que no idénticos. La investigación futura tendrá que determinar con mayor precisión, en su caso, el grado de posible solapamiento de cada una de estas dos mineralizaciones.

El otro y único depósito mineral de las Islas Baleares caracterizado mediante isótopos de plomo corresponde a la mineralización de S'Argentera, en la isla de Ibiza (Ramón *et al.*, 2011). Esta mineralización está considerada como de plomo con galena argentífera como mineral principal y con referencias, aunque no contrastadas hasta el momento, a posible explotación antigua desde época fenicia (Jordá *et al.*, 2011).

La confrontación de esas mineralizaciones caracterizadas isotópicamente de Menorca y de Ibiza (fig. 6) muestran que son distinguibles isotópicamente aunque, en relación con mineralizaciones de plomo peninsulares, ya se ha apuntado el solapamiento parcial de las minas de S'Argentera con las de Cartagena (Ramón *et al.*, 2011:61).

Con estos primeros datos de isótopos de plomo de las mineralizaciones de Menorca se puede establecer la relación isotópica, aunque sea preliminar, respecto a los objetos metálicos arqueológicos caracterizados en esta isla, que se reducen a la treintena analizados procedentes de Cova des Càrritx, Es Forat de Ses Aritges y Cova des Mussol (Stos-Gale, 1999), con composiciones que corresponden a bronce binarios (algunos con proporciones de plomo que exceden el 4%), con la excepción de la cuenta bicónica de plomo de Es Forat de Ses Aritges.

Con los limitados resultados disponibles para el ámbito geográfico de las Islas Baleares, la confrontación de las mineralizaciones, incluyendo la mineralización de Sa Mitja Lluna,

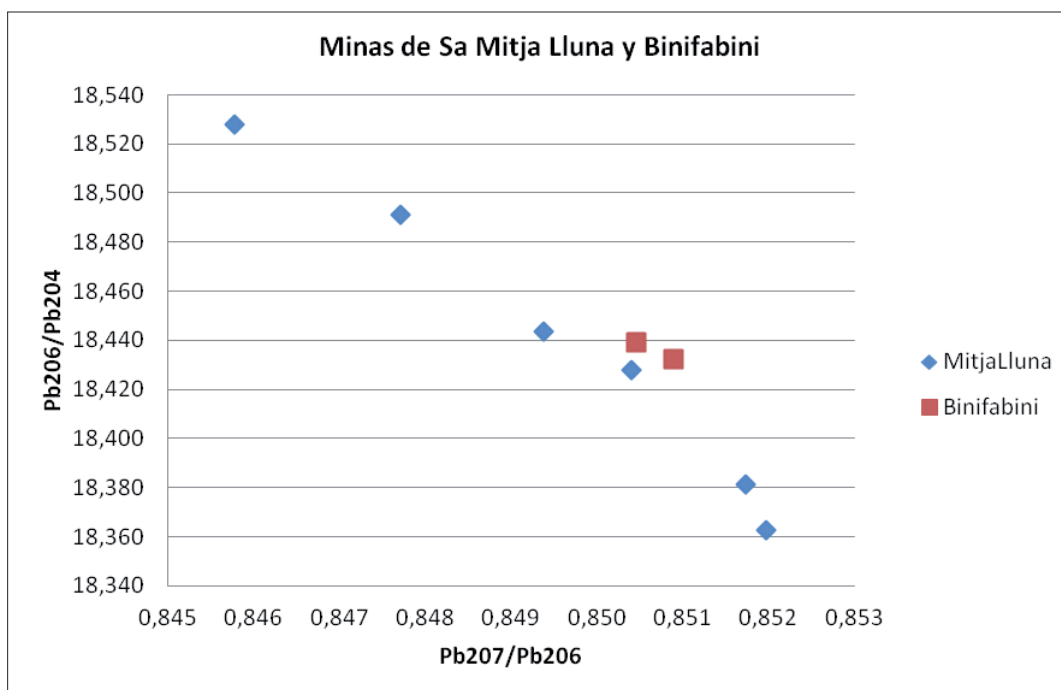
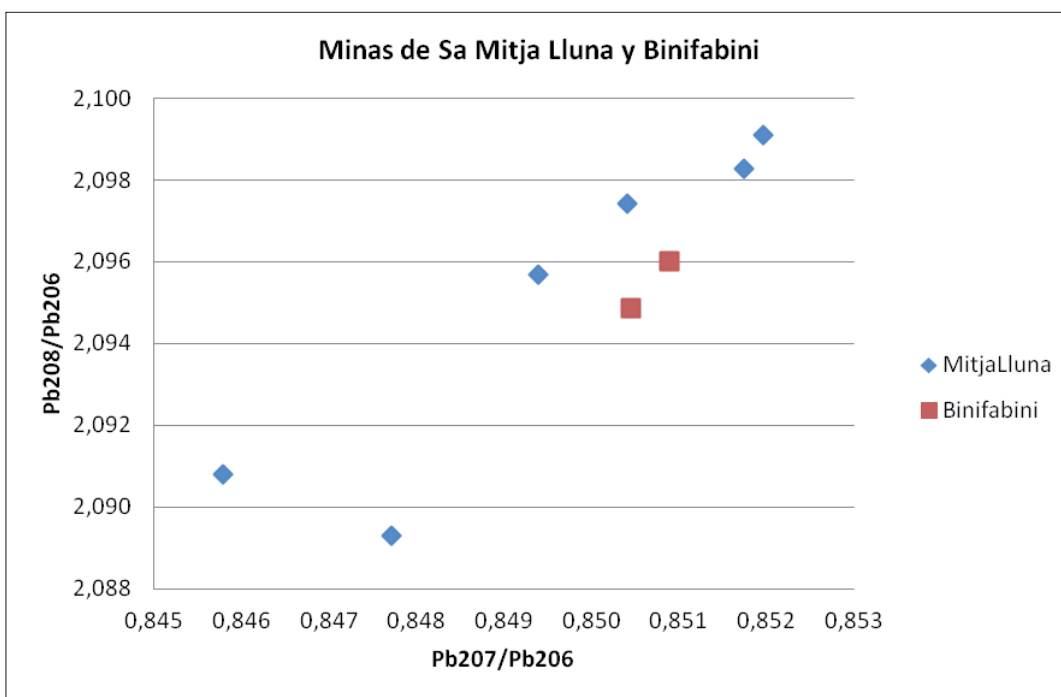


Fig. 5.—Confrontación de los resultados de isótopos de plomo de Binifabini y Sa Mitja Lluna

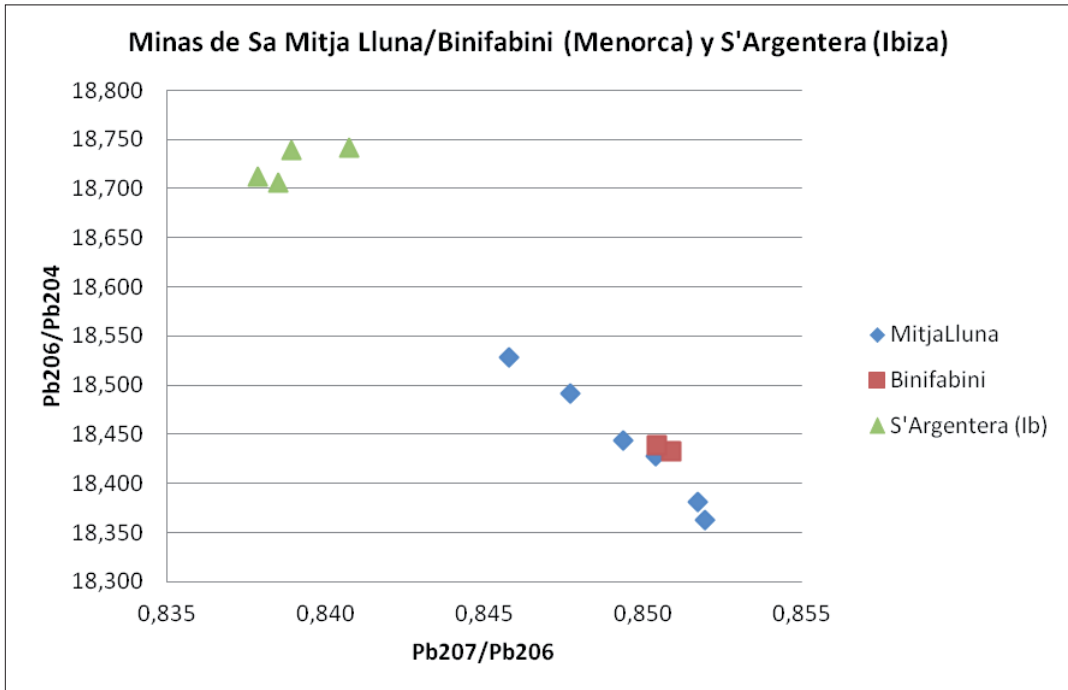
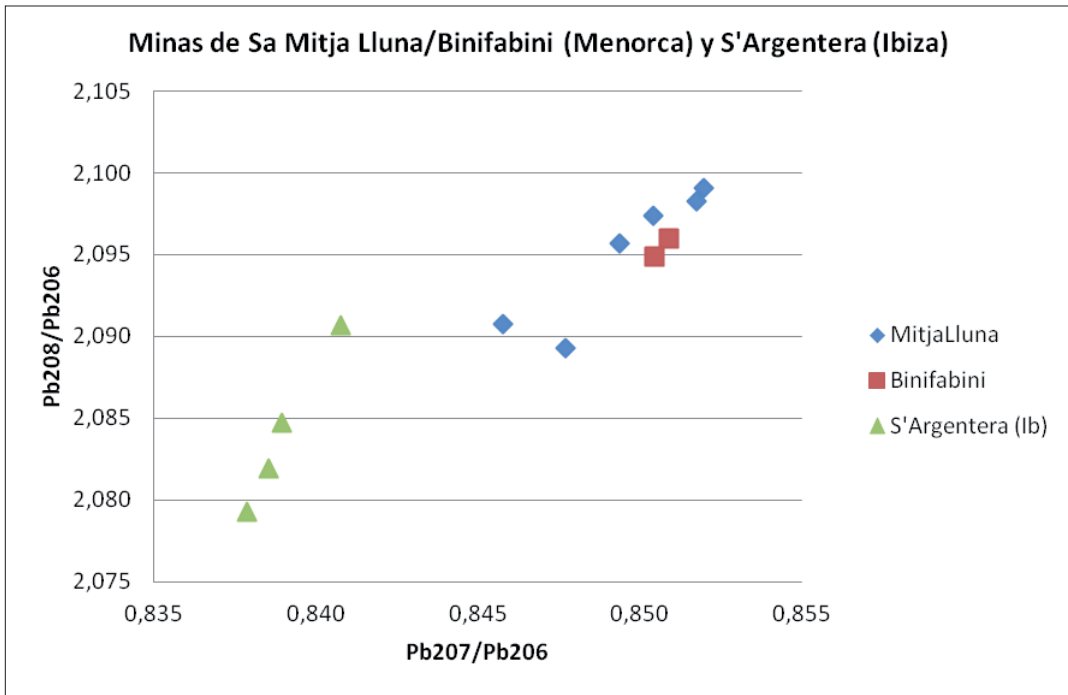


Fig. 6.—Confrontación de los resultados de isótopos de plomo de mineralizaciones de Menorca e Ibiza.

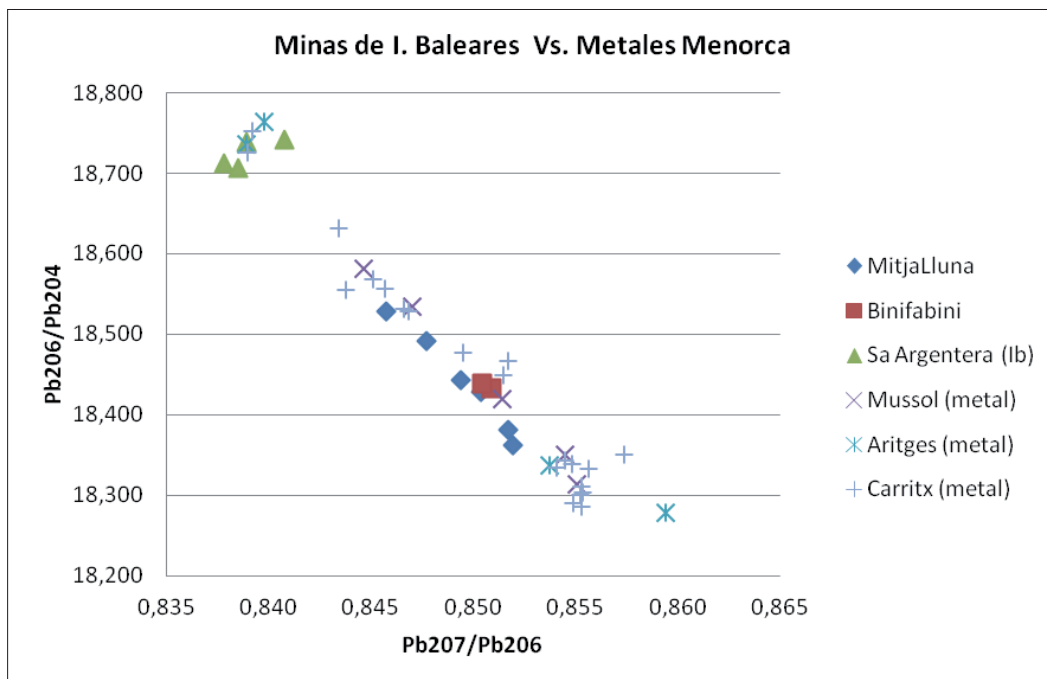
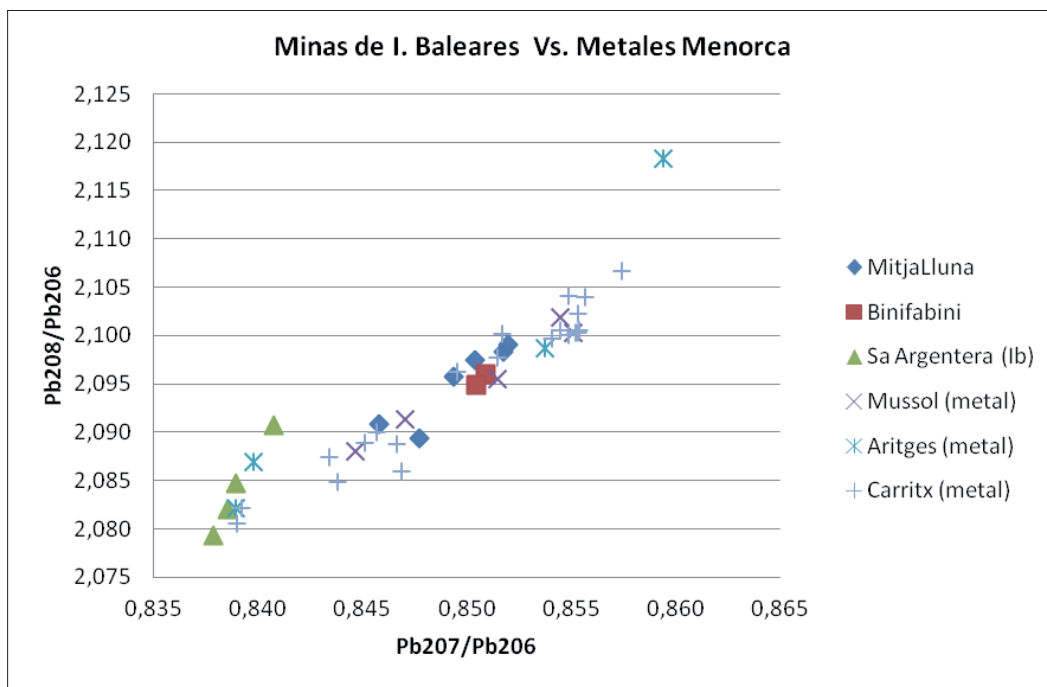


Fig. 7.—Confrontación de los resultados isotópicos de mineralizaciones de las Islas Baleares y de metales de Menorca.



la única hasta ahora con explotación prehistórica constatada, y los objetos metálicos de Menorca (fig. 7), muestra que hay un grupo de objetos metálicos procedentes de Càrritx y Mussol que son consistentes isotópicamente con la mineralización de Sa Mitja Lluna.

Hay otros objetos que no son consistentes con las mineralizaciones de Menorca, pero que si tienen una composición consistente con la mineralización de S'Argentera, en Ibiza, entre ellas la cuenta de plomo (XBM-139) de Es Forat de Ses Aritges, junto con un punzón de bronce (con 2,2% Pb) de ese mismo yacimiento (XBM-153) y una cuenta de bronce de Cova des Càrritx (X1M-57) (con solo 0,8% Pb).

Otros grupos de objetos metálicos de Menorca tienen composiciones isotópicas no consistentes con las mineralizaciones caracterizadas en las Islas Baleares, pudiéndose confirmar, en general, la sugerencia propuesta de diversidad del origen, con 5 menas posibles, de los metales utilizados en la fabricación de los objetos menorquines (Stos-Gale, 1999:645).

No se pretende ahora hacer una confrontación isotópica pormenorizada de las mineralizaciones de Menorca con las caracterizadas de la Península Ibérica y el Mediterráneo Occidental, aunque se vuelve a remarcar, por haber sido propuesta esa procedencia (Stos-Gale, 1999:646), que considerando exclusivamente las mineralizaciones del Suroeste de la Península Ibérica (Hunt, 2003), ambas regiones, Menorca y la Zona Geológica Sudportuguesa, son isotópicamente diferenciables, así como tampoco son consistentes isotópicamente los objetos metálicos de Menorca respecto a esas mineralizaciones del Suroeste de la Península Ibérica (fig. 8).

Los resultados isotópicos expuestos muestran que, tal como se está haciendo en el marco de este proyecto, es necesario centrar la investigación, antes de contemplar la posibilidad de procedencias más lejanas, en las mineralizaciones de la propia isla de Menorca y, también, en las de las demás islas de archipiélago balear. Por ejemplo, aún no hay datos isotópicos disponibles de las mineralizaciones de la isla de Mallorca, de la que el registro arqueológico evidencia un contacto fluido durante toda la Edad del Bronce y, muy especialmente, en el Bronce Final I, cuando ambas islas comparten una cultura material y unas prácticas sociales homogéneas, de un modo que no se aprecia en otros momentos de la prehistoria (Albero *et al.*, 2011).

Por otra parte, es importante también ampliar los resultados isotópicos de los objetos metálicos, centrandose en un principio la investigación en los yacimientos arqueológicos de Menorca con evidencias de actividades metalúrgicas y de cronología coincidente con el arco cronológico establecido para la explotación minera prehistórica de Sa Mitja Lluna.

## CONCLUSIONES

La datación radiocarbónica más antigua de Sa Mitja Lluna estaría indicando una fase de explotación en la mina en los inicios del Bronce Antiguo, coincidiendo en el tiempo con los primeros objetos de metal aparecidos en los ajueres de sepulcros megalíticos como Ses Roques Llises o la necrópolis paradolménica de Biniai Nou (esta última algo anterior) y sería más antigua que las primeras evidencias de actividades de metalurgia extractiva documentadas en Menorca, que no se remontan más allá del Bronce Naviforme I (1600/1500-1300 a.C.). Hasta 1999, las dataciones absolutas menorquinas, no habían

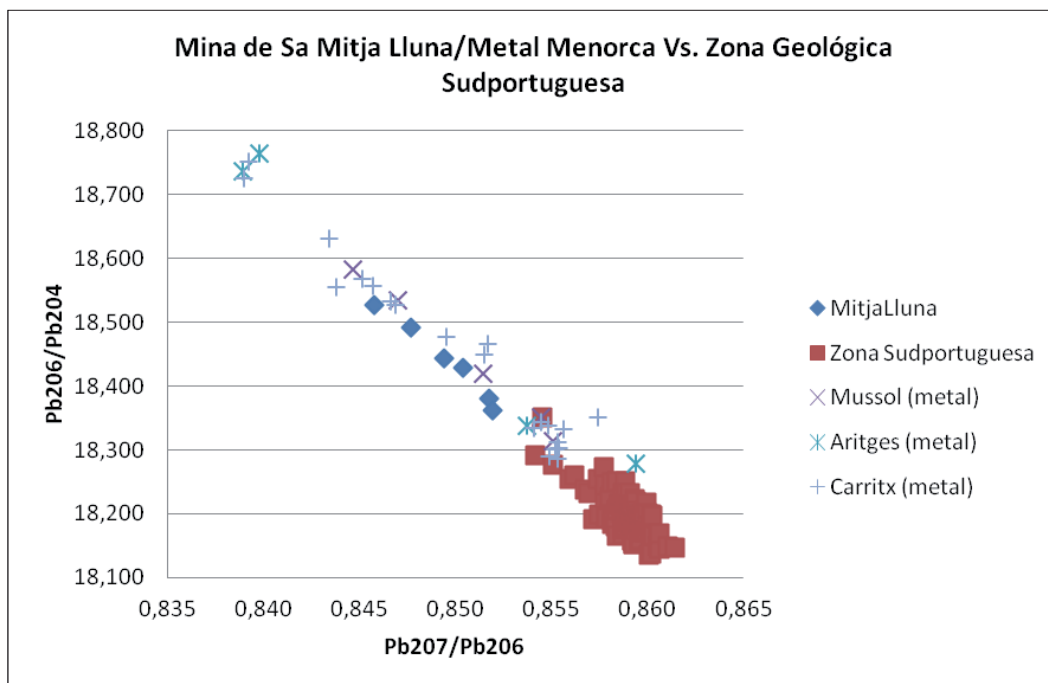
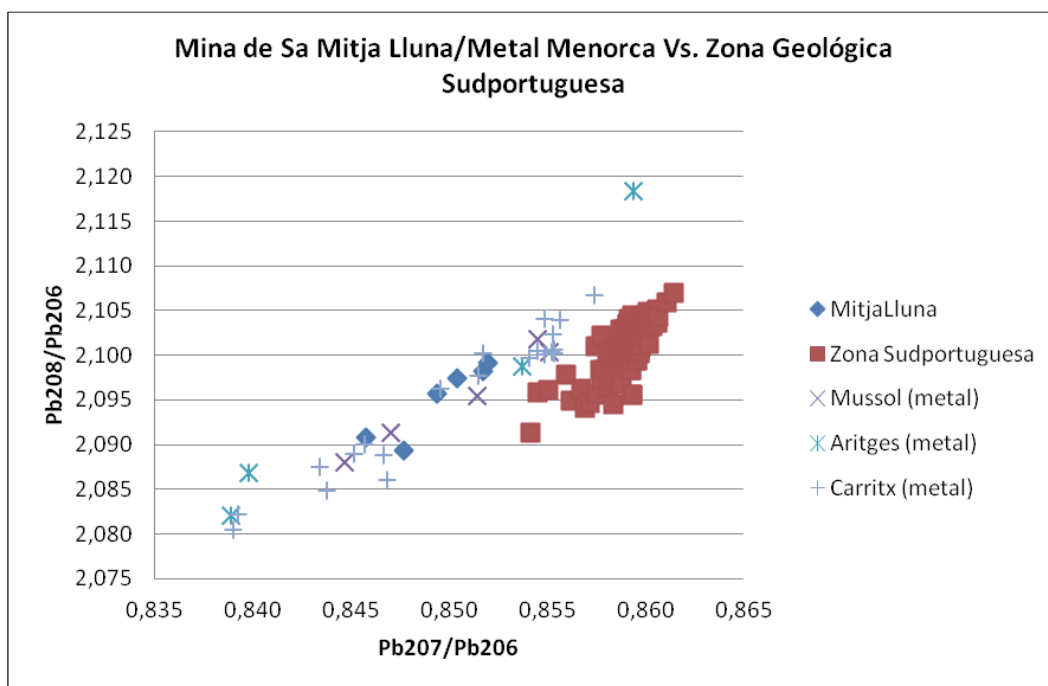


Fig. 8.—Confrontación de los resultados isotópicos de Sa Mitja Lluna/Objetos Metálicos de Menorca y la Zona Sudportuguesa.

permitido constatar actividades humanas antes de 1800 AC aproximadamente (Calvo y Guerrero, 2002:57; Gornés *et al.*, 2004), por lo que se deducía que no había existido población estable antes de esas cronologías, durante el Calcolítico. Actualmente, esta visión de las etapas más antiguas de la prehistoria de Menorca ha cambiado sustancialmente, si bien no deja de ser cierto que es a partir de esas cronologías cuando hay un incremento muy notable del registro arqueológico en la isla. Es el momento en el que encontramos también, como ya se ha indicado, los primeros bronces en Mallorca (Rovira, 2003).

Por otro lado, las dataciones radiocarbónicas del sondeo 109-110/219 señalarían otra fase de aprovechamiento de la mineralización, ya en el Naviforme II (1400/1300-1100 a.C.). No obstante, la compleja estratigrafía, su potencia y extensión nos hace pensar en un laboreo prolongado en el tiempo que abarcaría las dos fases con una cierta continuidad. De todos modos, debemos tener presente que sólo se ha estudiado una pequeña parte del yacimiento minero; las dataciones obtenidas corresponden a solo dos sondeos puntuales. Por tanto, no habría que descartar que la continuación del proyecto permita una mejor caracterización de las fases de explotación (sin excluir *a priori* incluso su posible explotación durante el Calcolítico).

En superficie se hallan numerosos fragmentos de mazas líticas, cuya tipología y prolongado uso de los mismos tipos (Hunt, 2003:281-286; Arboledas *et al.*, 2006:192) hacen imposible adscribir las por sí a cronologías concretas. Los fragmentos cerámicos en las superficies de las escombreras son claramente de la Edad del Bronce. Cabe recordar aquí que la datación más antigua es de un sondeo de poca potencia y prácticamente sin material arqueológico, mientras que en el sondeo datado en el Naviforme II, se documenta una gran potencia de escombros generados por la actividad minera. Es en este mismo sondeo el único donde se encontraron fragmentos cerámicos en un contexto de desecho, asociados a mazas líticas, alguna de grandes dimensiones y localizada al final de la secuencia estratigráfica. Con estos datos cabe proponer que es este el más reciente momento documentado y el de mayor actividad minera en Sa Mitja Lluna.

La falta de evidencias de asentamientos o estaciones en Illa den Colom hace pensar en una frecuentación a la mina de carácter estacional, que resultaría arqueológicamente más difícil de detectar. El modelo se asemejaría al propuesto para la explotación minera de la Edad del Bronce de Loma de Tejería (Montero *et al.*, 2008), de beneficio estacional.

Por otra parte, si bien la caracterización isotópica de los depósitos minerales menorquines, y baleares en general, está en una fase muy preliminar, las analíticas de Sa Mitja Lluna y de Binifabini Vell, contrastadas con las de los metales analizados anteriormente (Stos-Gale, 1999), corroborarían, al menos en parte, la explotación de los recursos locales para su fabricación.

La condición de isla con una escasísima presión antrópica, además del escaso interés industrial que este afloramiento de Sa Mitja Lluna despertó en los empresarios mineros de época contemporánea, junto con la protección integral que ha supuesto en las últimas décadas ser parte del Parc Natural de S'Albufera des Grau, ha permitido que las evidencias de actividades mineras prehistóricas en Sa Mitja Lluna hayan llegado a nuestros días sin afecciones antrópicas posteriores. Esta circunstancia la convierten en un yacimiento único para el estudio de la minería prehistórica, que se pretende llevar a cabo de forma completa, teniendo en cuenta las limitaciones que la normativa medioambiental impone, a través de este Proyecto de Investigación.

## SOPORTE INSTITUCIONAL

La presente información es parte de la transferencia de conocimientos de los proyectos de investigación *Producing, Consuming, Exchanging. Exploitation of Resources and External Interaction of the Balearic Communities during the Late Prehistory* (HAR2008-00708) y *Vivir entre islas: Paisajes insulares, conectividad y cultura material en las comunidades de las Islas Baleares durante la Prehistoria Reciente (2500-123 BC)* (HAR 2012 32602), financiados por el Ministerio de Economía y Competitividad.

Este estudio, también se ha beneficiado del programa operativo cofinanciado por el Fondo Social Europeo de ayudas para FPI concedidas por el Govern de les Illes Balears (Conselleria d'Educació, Cultura i Universitats).

## AGRADECIMIENTOS

Queremos dar las gracias a la familia Roca, propietaria de Illa den Colom, por facilitarnos la realización de este estudio, su amabilidad y colaboración. También agradecemos a los técnicos del Parc Natural de s'Albufera des Grau su buena disposición y respaldo al proyecto de intervención arqueológica. Del mismo modo, agradecemos la inestimable colaboración de los arqueólogos Simón Gornés Hachero y Valeria Alemany Moriconi, así como la ayuda y asesoramiento del biólogo Miquel Àngel Vicens i Siquier y del geólogo Damià Perelló Fiol. Los análisis realizados mediante XRF fueron realizados gracias al Proyecto Arqueometalurgia de la Península Ibérica (CCHS, CSIC) y a la contribución de Ignacio Montero Ruiz.

## BIBLIOGRAFÍA

- ALBERO, D., GARCÍA ROSELLÓ, J., JAVALOYAS, D. y CALVO, M. (2011): "Cultura material, habitus, espacio y movilidad en el archipiélago Balear durante el Bronce Final I (c.1400-1100 BC)", *Bolletí de la Societat Arqueològica Lul·liana: Revista d'estudis històrics* 67, pp. 15-37.
- ARBOLEDAS, L., CONTRERAS, F., MORENO, A., DUEÑAS, J. y PÉREZ, A. Á. (2006): "La mina de José Martín Palacios (Baños de la Encina. Jaén). Una aproximación a la minería antigua en la cuenca del Rumbiar", *Arqueología y Territorio* 3, pp. 179-195.
- BRONK RAMSEY, C. (2013): *OxCal v4.2.3*, <http://c14.arch.ox.ac.uk>.
- CALVO, M. y GUERRERO, V. M. (2002): *Los inicios de la metalurgia en Baleares. El Calcolítico (c. 2500-1700 cal. BC)*, El Tall, Palma de Mallorca.
- DELIBES DE CASTRO, G. y FERNÁNDEZ-MIRANDA, M. (1988): *Armas y utensilios de bronce en la Prehistoria de las Islas Baleares*, *Studia Archaeologica* 78, Universidad de Valladolid, Valladolid.
- CARRERAS, J. y COVAS, J. (1984): "La cerámica incisa a Santany. Avenç per a l'estudi dels seus jaciments: L'hàbitat d'es Velar (d'Aprop)", *Bolletí de la Societat Arqueològica Lul·liana. Revista d'Estudis Històrics* 40, pp. 3-38.
- GORNÉS, J. S., GUAL, J.M., DE NICOLÁS, J. y ROCA, A. (2004): "L'assentament humà des de la prehistòria fins al baix Imperi", *Història Natural del Migjorn de Menorca: el medi físic i l'influx humà*, (Fornós, J.J., Obrador, A. y Rosselló, V.M., eds.), Mon. Soc. Hist. Nat. Balears, Palma de Mallorca, pp. 327-350.
- GUERRERO, V. M. (2006): "Nautas baleáricas durante la Prehistoria (parte I). Condiciones meteomarinas y navegación de cabotaje", *Pyrenae* 37: 1, pp. 87-129.

- GUERRERO, V. M., CALVO, M., GARCÍA, J. y GORNÉS, J. S. (2007): *Prehistoria de las Islas Baleares. Registro Arqueológico y Evolución Social Antes de la Edad del Hierro. Prehistory of the Balearic Islands. Archaeological Record and Social Evolution before the Iron Age*, British Archaeological Record Internacional Series 1690, Archaeopress, Oxford.
- GUERRERO, V. M. (2004): “Las Islas Baleares en los derroteros del Mediterráneo Central y Occidental”, *La navegación fenicia. Tecnología naval y derroteros. Encuentro entre marinos, arqueólogos e historiadores* (Peña, V., Wagner, C.G. y Mederos, A., eds.), Centro de Estudios Fenicios y Púnicos, Madrid, pp. 85-133.
- HUNT, M. A., LLULL, B., PERELLÓ, L., PERELLÓ, D. y SALVÀ, B. (2013): “Sa Mitjalluna: Minería Prehistórica de cobre en Illa den Colom (Mahón, Menorca)”, *De Re Metallica* 21, pp. 45-57.
- HUNT, M. A. (2003): *Prehistoric mining and metallurgy in South-West Iberian Peninsula*, British Archaeological Record Internacional Series 1188, Archaeopress, Oxford.
- ITGE (1989): *Mapa Geológico de España. Isla de Menorca. Maó. 647 IV*, Instituto Tecnológico GeoMinero de España, Madrid.
- JORDÁ BORDEHORE, L., HERMANNNS, M. H. y JORDÁ BORDEHORE, R. (2011) “Apuntes para el conocimiento histórico de las minas de plomo argentífero de S’Argentera (Ibiza) en los siglos XIX y XX”, *De Re Metallica* 17, pp. 1-11.
- MME (1973) *Mapa Metalogenético de España. E. 1:200.000. Hoja 49-65 (Mahón-Ibiza)*, Instituto Geológico y Minero de España.
- JOAN, G. y PLANTALAMOR, L. (1997): *Memòria de les excavacions a la naveta de Cala Blanca. 1986-1993*, Treballs del Museu de Menorca, Maó.
- LLULL, B. y PERELLÓ, L. (2013): “La minería del coure a Menorca. De la prehistòria a l’actualitat”, *Bolletí de la Societat Arqueològica Lul·liana. Revista d’Estudis Històrics* 69, pp. 27-33.
- LLULL, B., PERELLÓ, L., HUNT, M. A., PERELLÓ, D. y SALVÀ, B. (2012): “L’explotació prehistòrica dels recursos cuprífers d’Illa den Colom (Maó, Menorca)”, *IV Jornades d’Arqueologia de les Illes Balears (Eivissa, 1 i 2 d’octubre, 2010)* (Riera, M., coord.), Vessants, Arqueologia i Cultura SL, pp. 11-17
- LLULL, B., PERELLÓ, L. y SALVÀ, B. (2011): “Nuevas aportaciones para el estudio de la explotación de cobre durante la Prehistoria de las Islas Baleares”, *Actas del Quinto Congreso Internacional sobre Minería y Metalurgia Históricas en el Suroeste Europeo (León-2008). Libro en homenaje a Claude Domergue* (Mata, J.M., Torró, L. y Fuentes, M.N., eds.), SEDPGYM, Universidad de León, Madrid, pp. 143-150.
- MARTÍNEZ SANTA-OLALLA, J. (1929): “La prehistoria de las Baleares y el estado actual de su conocimiento”, *Revista de Menorca* XXIV, pp. 358-364.
- MONTERO, I. (2002): “Metal y circulación de bienes en la Prehistoria reciente”, *Cypsela* 14, pp. 55-68.
- MONTERO, I., GORNÉS, J. S., DE NICOLÁS MASCARÓ, J. C. y GUAL, J. M. (2005): “Aproximación a la metalurgia prehistórica de Menorca entre el 2000 y el 650 cal AC.”, *Mayurqa: revista del Departament de Ciències Històriques i Teoria de les Arts* 30, pp. 289-306.
- MONTERO, I. y RODRÍGUEZ, M. J. (2008): “Un pequeño campamento minero de la Edad del Bronce: la Loma de la Tejería (Albarracín, Teruel)”, *Trabajos de Prehistoria* 65:1, pp. 155-168.
- PERELLÓ, L., LLULL, B. y SALVÀ, B. (2010): “El coure balear: explotació a la prehistòria?”, *Mayurqa: revista del Departament de Ciències Històriques i Teoria de les Arts* 33, pp. 63-75.
- PERELLÓ, L., LLULL, B., SALVÀ, B. y HUNT, M. A. (2013): “Sa Mitja Lluna: una mina de coure de l’edat del bronze”, *Revista Àmbit* 29. <http://www.cime.es/WebEditor/Pagines/file/Ambit/Gener2013/ArticlerevistaAmbitV2.pdf>
- PLANTALAMOR L. (1991): *L’arquitectura prehistòrica i protohistòrica de Menorca i el seu marc cultural*, Treballs del Museu de Menorca 12, Maó.
- PLANTALAMOR, L. y MARQUÈS, J. (2001): *Biniat Nou: el megalitisme mediterrani a Menorca*, Treballs del Museu de Menorca 24, Maó.
- RAMÓN, J., RAFEL, N., MONTERO, I., SANTOS, M., RENZI, M., HUNT, M. A. y ARMADA, X. L. (2011) Comercio protohistórico: el registro del Nordeste peninsular y la circulación de mineral de plomo en Ibiza y el Bajo Priorato (Tarragona), *Saguntum* 43, pp. 55-81.
- RITA, M. C. (1982): “Constatación de la manufactura del bronce en el yacimiento arqueológico de “Son Mercer de Baix” (Menorca)”, *Estudis De Prehistoria, d’Historia De Mayurqa i d’Historia De Mallorca Dedicats a Guillem Rossello i Bordoy*, Mallorca, pp. 43-49.
- RITA, C., PLANTALAMOR, L. y MURILLO, J. (1988): *Guia arqueològica de Son Mercer (Ferrerries)*, Ciutadella.

- ROSSELLÓ BORDOY, G., PLANTALAMOR, L. y LÓPEZ PONS, A. (1980): "Excavaciones arqueológicas en Torre d'en Gaumes (Alayor, Menorca). I: La sepultura megalítica de Ses Roques Llises", *Noticiari Arqueològic Hispànic. Prehistoria* 8, pp. 71-138.
- ROVIRA, S., MONTERO, I. y CONSUEGRA, S. (1991): "Metalurgia talayótica reciente: nuevas aportaciones", *Trabajos de Prehistoria* 48, pp. 51-74.
- ROVIRA, S. (2003): "Els objectes de metall del sepulcre megalític", *El dolmen de S'Aigua Dolça (Colònia de Sant Pere, Mallorca)* (Guerrero, V.M., Calvo, M. y Coll, J., eds.), Consell de Mallorca, Palma de Mallorca, pp. 140-145.
- SALVÀ, B. (2013): "Arqueometal·lúrgia prehistòrica a les Illes Balears. Repercussions socioeconòmiques", Universitat de Barcelona, Tesis doctoral, Barcelona.
- SALVÀ, B., LLULL, B., PERELLÓ, L. y ROVIRA, S. (2010): "Aproximación a la metalurgia prehistórica de las Baleares: estudio analítico de minerales cupríferos de Menorca", *VIII Congreso Ibérico de Arqueometría. Actas* (Saiz, M.E., López, R., Cano, M.A. y Calvo, J.C., eds.), Seminario de Arqueología y Etnología Turolense, Teruel, pp. 183-196.
- STOS-GALE, S. (1999): "Informe sobre los análisis de artefactos metálicos e la Cova des Càrritx, Es Forat de Ses Aritges y la Cova des Mussol", *Ideología y sociedad en la prehistoria de Menorca: la Cova des Càrritx y la Cova des Mussol* (Lull, V., Micó, R., Rihuete, C. y Risch, R., eds.), Consell Insular de Menorca, Ajuntament de Ciutadella, Fundació Rubió Tudurí Andròmaco, Barcelona, pp. 643-650.
- WALDREN, W. H. (1992): *Radiocarbon and other isotopic age determinations from the Balearic Islands: a comprehensive inventory*, Deia Archaeological Museum and Research Center, Donald Baden-Powell Quaternary Research Centre, Oxford University, 26, pp. 1-16.



Lám. I.—Vista de la escombrera P-Norte junto al acantilado.



Lám. II.—Roca fragmentada con mineralizaciones de cobre y de hierro.



Lám. III.—Óxidos de hierro y carbonatos de cobre de Sa Mitja Lluna.



Lám. IV.—Maza completa y fragmentos de diferentes tamaños.





Lám. V.—Mina Blendífera. Galería abierta en el acantilado.



Lám. VI.—Mina Blendífera. Instalaciones minero-metalúrgicas.

