

MAZAS OCULTAS. RASTROS DE MINERÍA PREHISTÓRICA EN EL CERRO MINADO DE HUERCAL-OVERA (ALMERÍA)

Hidden hammers. Traces of Prehistoric mining at Cerro Minado (Huerca-Overa, Almería)

SELINA DELGADO RAACK *, NICOLAU ESCANILLA ARTIGAS ** y
ROBERTO RISCH **

RESUMEN La metalurgia en el sureste peninsular jugó un papel destacado en el desarrollo de los grupos arqueológicos de Los Millares y El Argar. Sin embargo, hasta la fecha uno de los aspectos determinantes de la producción metalúrgica prehistórica continúa siendo prácticamente desconocido: la minería. Recientemente este panorama ha cambiado gracias a la identificación inequívoca de evidencias de minería prehistórica en la mina de Cerro Minado, en el noreste de la actual provincia de Almería. En este trabajo presentamos la información contextual y las evidencias de trabajos de minería prehistórica reconocidas en el marco de recientes actividades de caracterización geológica y mineralógica del yacimiento. La aplicación de un programa de investigación petrográfico, morfotécnico y funcional específico ha permitido definir un tipo de herramientas macrolíticas que habían permanecido ignoradas en la arqueología prehistórica del sureste peninsular.

Palabras clave: Minería prehistórica, Artefactos macrolíticos, Análisis químicos, Estudio funcional, Edad del Cobre, Prehistoria mediterránea.

ABSTRACT Metallurgy in southeast Iberia played a leading role in the development of the Los Millares and El Argar archaeological groups. However, to date little is known about one of the key aspects of prehistoric metal production: the mining process. The recent identification of prehistoric mining traces at Cerro Minado, in the northeast of the present day province of Almería, sheds new light on a long debated issue. After a geological and mineralogical characterisation of the ore deposit, a specific petrographic, morpho-technical and functional research programme has allowed the definition of a set of macro-lithic tools, which had remained unnoticed in the prehistoric archaeological record in Southeast Iberia.

Key words: Prehistoric Mining, Macrolithic Artefacts, Chemical Analysis, Functional Studies, Copper Age, Mediterranean Prehistory.

* Institut für Ur- und Frühgeschichte, Christian-Albrechts-Universität (Kiel, Alemania). Departament de Prehistòria, Universitat Autònoma de Barcelona. sdelgadoraack@hotmail.com

** Departament de Prehistòria, Universitat Autònoma de Barcelona. nescanilla@gmail.com

Fecha de recepció: 4-6-2014. Fecha de aceptació: 20-11-2014.

ANTECEDENTES

Aunque durante muchos años la minería prehistórica en el sureste peninsular ha sido dada por obvia, debería sorprender la ausencia de referencias arqueológicas en los diferentes trabajos de campo realizados. El único que hasta la fecha pudo aportar luz a la ausencia de evidencias fue C. Domergue (1987, 1990) en su inventario de las minas antiguas de la Península Ibérica. Domergue únicamente menciona dos minas con artefactos arqueológicos atribuibles a la prehistoria reciente del sureste. El Cerro Minado (Huércal-Overa, Almería) y Filón Consuelo (Cartagena, Murcia) donde cita la presencia de herramientas líticas cuyo origen remonta a la Edad del Bronce. Desgraciadamente, ni en dicho catálogo ni en ninguna obra posterior se reproducen imágenes de estos útiles. Las prospecciones arqueomineras posteriores fueron incapaces de contrastar la información recogida por Domergue (Montero, 1992 y 1994; Carulla, 1987; Stos-Gale *et al.*, 1999; Hunt, 2005).

Desde el año 2009, en el marco del Proyecto La Bastida, se han podido ampliar las prospecciones geomíneras a la zona del valle del Guadalentín y su prolongación natural hasta Huércal-Overa en el sudoeste y el campo de Cartagena hacia el este. Para estos trabajos se cuenta nuevamente con la documentación proporcionada por el IGME, que actualmente ya puede ser consultada en parte on-line (Marín Lechado *et al.*, en línea), así como con la estrecha colaboración desinteresada de expertos en mineralogía locales. Mientras los resultados de estas prospecciones se encuentran en proceso de publicación, el propósito del presente trabajo es el estudio de un importante conjunto de herramientas líticas encontradas en el Cerro Minado de Huércal-Overa, Almería. Estos instrumentos de trabajo habían pasado completamente desapercibidos y constituyen la primera evidencia firme de minería calcolítica en el sureste de la Península Ibérica.

Localización y contexto geológico

Cerro Minado está ubicado en el límite occidental de la Sierra de Almagro y se encuentra a 2 kilómetros al sur-suroeste de Huércal-Overa y a 2,5 kms al norte de la Ermita de Santa Bárbara (fig. 1)¹. Geográficamente, la Sierra de Almagro constituye el límite meridional de la falla de Alhama, ya en la provincia de Almería, y ejerce de frontera natural entre la extensa depresión prelitoral murciana y la Cuenca de Vera en el noreste de Almería. En tiempos prehistóricos esta sierra con sus valles debió constituir una importante vía de paso, como lo atestigua el asentamiento del Puente de Santa Bárbara (González *et al.*, 1993) o Fuente Álamo (Schubart *et al.*, 2000). Su posición estratégica permitía la comunicación entre la depresión de Vera tanto con el valle del Guadalentín

1. Las coordenadas del punto central de la explotación son 30S 592697 Este y 4136676 Norte.

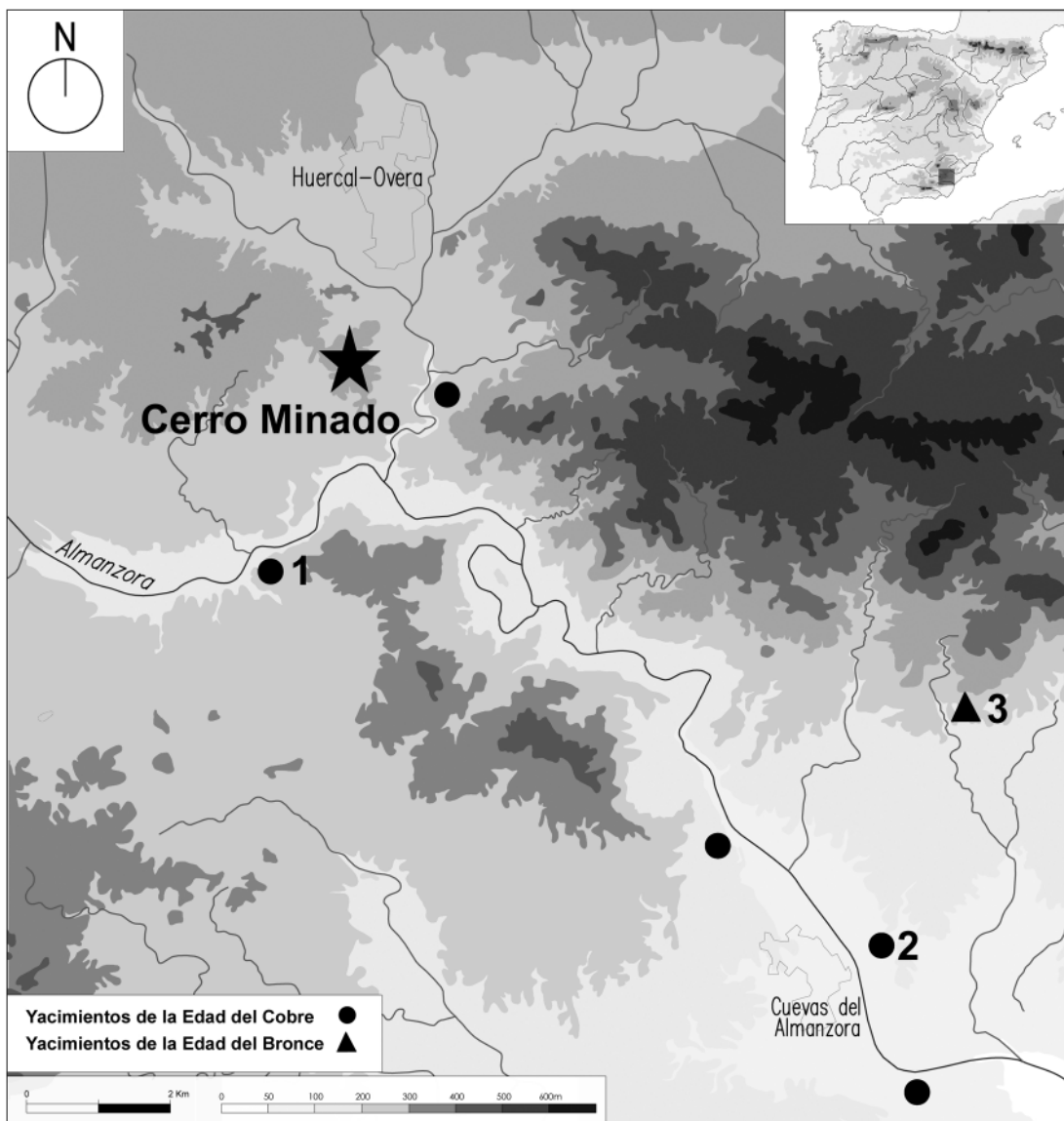


Fig. 1.—Ubicación de los yacimientos calcolíticos y de la Edad del Bronce existentes entre las localidades de Huércal-Overa y Cuevas del Almanzora: (1) Puente de Santa Bárbara; (2) Campos; (3) Fuente Álamo. Completado a partir de Cálalich y Martín (1999:fig.85).

y el bajo río Segura hasta tierras alicantinas, como con el valle del alto río Almanzora que enlaza con la Hoya de Guadix-Baza.

La rambla del Saltador, tributaria del río Almanzora, atraviesa la Sierra de Almagro de norte a sur tras su unión con la rambla de la Guzmaina. En el espacio separado del cuerpo principal de la sierra por esta rambla y hacia el este encontramos el cerro de la

Cuesta Alta y el paraje de Cerro Minado, de fácil acceso desde la zona aluvial por donde hoy en día discurre la autovía A7.

La toponimia de Cerro Minado presenta marañas históricas bastante usuales en los sitios mineros de larga explotación. En la primera referencia a las labores de la que tenemos constancia, la cédula para que Alberto Cayetano García del Campo explotase una mina de cobre y que data del 2 de septiembre de 1708 (González, 1832:290; Montero, 1994:93), el lugar figura como “Cuesta Alta”. Este topónimo ha permanecido en los mapas topográficos del IGN pero con el tiempo ha caído en desuso popular y ha pasado a referirse al conjunto del paraje y no exclusivamente al cerro. Por otro lado, debido a las labores mineras, el cerro pasó a conocerse como Cerro Minado y así aparece ya en las denuncias del tercer cuarto del siglo XIX. A estos nombres topográficos debemos añadirles los nombres de las principales concesiones mineras que han explotado el cerro, especialmente la “Cena del Depósito”, que se ha mantenido a lo largo de todo el siglo XX. En definitiva, nos referimos a Cerro Minado como la elevación de 375 msnm alterada por labores mineras tanto subterráneas como a cielo abierto (lám. I).

Geológicamente la Sierra de Almagro se encuadra dentro de la Zona Interna de la cordillera Bética. Esta zona está constituida por la superposición tectónica de diferentes mantos de corrimiento originados por procesos tectónicos colisionales alpinos, provocados por la convergencia entre las placas Euroasiática y Africana en la parte occidental del Mediterráneo. Aunque tradicionalmente la Sierra de Almagro era considerada como el núcleo del denominado complejo tectónico Intermedio o Ballabona-Cucharón (Simón, 1963; M.G.E.-Huércal-Overa, 1980), la existencia de ese complejo se ha descartado y actualmente sus facies geológicas son consideradas Alpujárrides (Booth-Rea *et al.*, 2003) (fig. 2). En general, puede distinguirse un tramo inferior más compacto en el que dominan filitas, pizarras de tonos violáceos o rojizos, micaesquistos y cuarcitas (fig. 2:4). Además, se observan intercalaciones de areniscas, calizas y, sobre todo, yesos compactos y metabasitas (microgabros). El tramo superior, está formado básicamente por calizas y dolomías y, de manera minoritaria, por filitas y pizarras (fig. 2:3). También aquí se dan intercalaciones de metabasitas y yesos compactos, que son uno de los elementos característicos de la sierra de Almagro (fig. 2:5). Las mineralizaciones de cobre y cobalto más interesantes de toda la Sierra de Almagro se han generado en este último tramo.

Mineralización de “La Cena del Depósito”

La información más precisa de la formación litológica la encontramos en los informes que Minera DELCA S.A. presentó para la explotación de la concesión “La Cena del Depósito” en Cerro Minado en los años sesenta del siglo XX². Estos datos se completan con un informe metalogenético del IGME³ y las fichas correspondientes a La Cena del

2. AHPA: expediente del registro minero 24.128, hojas 132-140.

3. Ruiz-Montes, IGME, Código del indicio: 0996006.

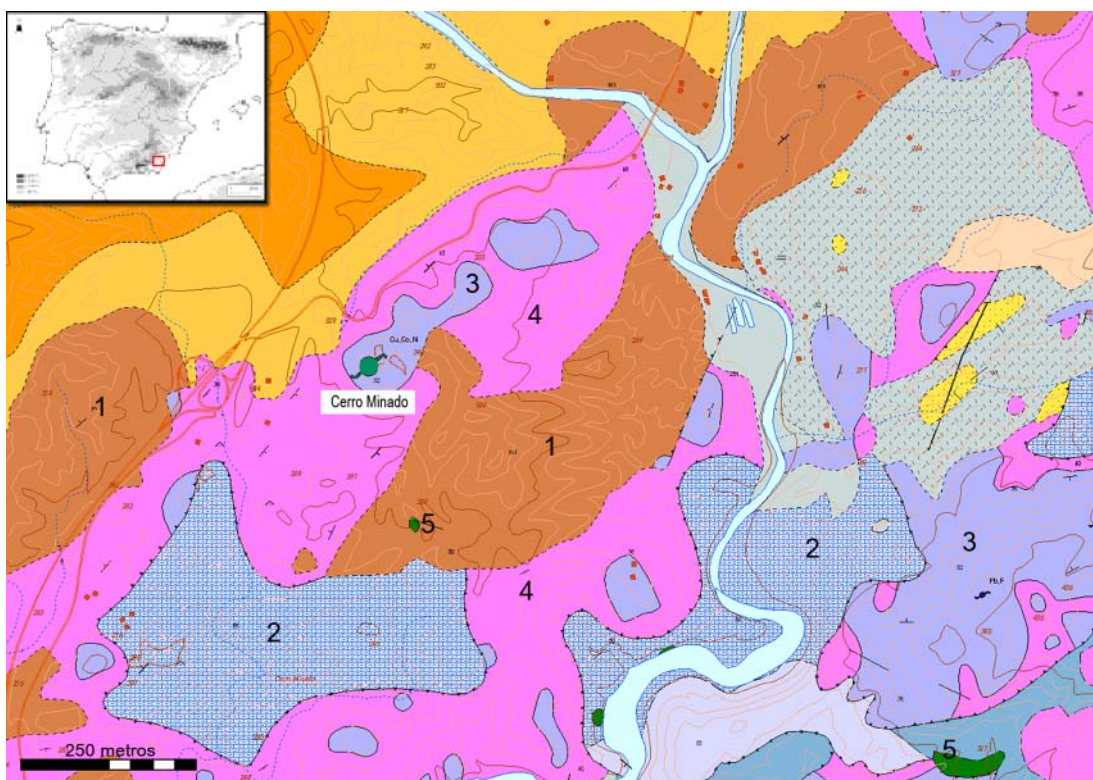


Fig. 2.—El contexto geológico de la Sierra de Almagro y Cerro Minado: (1) Tortonense. Conglomerados rojos. Abanicos aluviales; (2) Unidad Tres Pacos. Margas, arcillas, margocalizas, dolomías; (3) Unidad Variegato. Rocas Carbonatadas; (4) Unidad Variegato. Filitas y Cuarcitas. Calcoesquistos; (5) afloramientos de metabasitas. (Fuente del mapa GEODE).

Depósito, Cuesta Alta y San Rafael del proyecto de exploración geológico-minera de la reserva de Cuevas de Alanzora-Lubrín⁴.

La mineralización que presenta Cerro Minado es estratiforme y epigenética, alojándose las soluciones ascendentes con metales primarios de cobre, cobalto, plata y mercurio en una densa red de fisuras, consecuencia de la brechificación de las dolomías (*stockwork*). La propia brechificación ha facilitado que el mineral sufra una intensa etapa oxidante y de carbonatación. Las vetas de minerales secundarios de cobre pueden alcanzar varios centímetros de grosor, aunque habitualmente presentan en torno a 0,5 cm (lám. II).

Los minerales⁵ que pudieron atraer el interés de las poblaciones mineras prehistóricas en Cerro Minado son: cobre nativo (Cu), tenorita (CuO), cuprita (Cu₂O), malaquita

4. IGME, 1975:46,57-60.

5. Se ha realizado Micro-Difracción de Rayos-X (μDRX) sobre cinco muestras. Las muestras fueron enriquecidas manualmente mediante trituración y molidas manualmente en mortero de ágata para obtener una representación uniforme del mineral.

[Cu₂(CO₃)(OH)₂] (lám. III), olivenita [Cu₂(AsO₄)(OH)], brochantita [(Cu₄SO₄(OH)₆], tenantita [(Cu,Fe)₁₂As₄S₁₃], bornita (Cu₅FeS₄) y calcopirita (CuFeS₂) (Favreau *et al.*, 2013).

Para el estudio de la composición química de los minerales cupríferos de Cerro Minado⁶, hemos realizado una primera serie de 16 análisis mediante Fluorescencia portátil de Rayos-X (pFRX) (tabla 1)⁷. Los resultados muestran una variabilidad elevada. Las malaquitas recuperadas de la veta del interior de la galería de la cima dan valores de CuO de hasta 90%, mientras que el arsénico (As₂O₅) varía entre el 1 y el 3% (lám. III). El otro extremo de la relación cobre-arsénico estaría en las tenantitas recuperadas en la vaguada de la ladera oriental del cerro, con una ratio Cu/As igual a uno (representando aproximadamente el 30% en óxido cada uno de los valores). Pese a la variabilidad de los minerales cupríferos, el arsénico siempre acompaña al cobre en la mineralización.

Mediante la estadística exploratoria multivariante se han clasificado los minerales cupríferos a partir de la cantidad de óxidos de cobre, arsénico y hierro, ordenada según la riqueza media en cobre de cada grupo (fig. 3). Hemos distinguido cuatro clases de minerales. En dos de ellas (clases 1 y 3) el cobre y el arsénico son los elementos base. La clase 2, con una sola muestra del piedemonte sur, es la única con una presencia importante de hierro. La clase 4, se presenta en las galerías de la cima y en la escombrera norte. Son óxidos de cobre prácticamente puros, en las que el arsénico y el hierro apenas superan el 2% (lám. III).

Por otro lado, las impurezas se ajustan a un patrón descendente de zinc, níquel, cobalto y antimonio (fig. 3). El zinc, pese a ser dominante, es bastante variable por lo que no siempre supera al níquel. La plata se presenta en concentraciones por encima del 0,1% en casos aislados, formando composiciones anómalas; esto también sucede excepcionalmente con el antimonio (fig. 3). La presencia de plomo, estaño y oro se considera extraordinaria. En síntesis, los minerales de cobre de Cerro Minado en sus diferentes variedades, están marcados por la presencia de arsénico y la relación Zn>Ni>Co>Sb como patrón de impurezas dominante.

Primeras noticias de una posible explotación minera prehistórica

El Cerro Minado cuenta con algunos documentos bibliográficos de principios del siglo XX, cuando las minas todavía se explotaban (Calvert, 1903; García Asensio, 1908-10). Estos documentos, pese a no tener un carácter científico, son claves para deducir el aprovechamiento prehistórico de la mineralización de cobre. Calvert, más allá de una exaltada descripción de la riqueza mineral del cerro nos aporta datos de la forma

6. Hay una serie de análisis previos realizadas por I. Montero (1991:151-153; 1994:93-94). Los resultados son similares a los obtenidos aquí. Sin embargo, las diferencias en la preparación de las muestras y los problemas en la cuantificación del cobalto hacen aconsejable no incluirlos junto a nuestra serie.

7. Las mediciones, llevadas a cabo en el Centre de Recherche et Restauration des Musées de France, se realizaron con una pistola portátil Thermo Nitron Analyzer XL3T en modo "Mining Cu/Zn". El tiempo total de medición por muestra fue de 120 segundos (30 seg. Main; 30 seg. Low; 30 seg. High; 30 seg. Light) y el diámetro del haz de energía se estableció en 8 mm. La preparación de las muestras fue la misma que en la micro-difracción de Rayos-X.

TABLA 1
ANÁLISIS DE COMPOSICIÓN ELEMENTAL (PFRX) Y PRINCIPALES FASES MINERALES DE LAS MUESTRAS MINERALES DEL CERRO MINADO
 (En negrita se representan las fases identificadas mediante DRX. Los valores se expresan en %)

Analisis	Muestra	Zona	Min. 1	Min. 2	CuO	As2O5	Fe2O3	SO3	Ni	Co	Hg	Bi	Sb	Ag	Zn	Sn	Au	Pb
1326	MI_MIN01	Cantera Este	Malaquita	Brochantita	72	11,9	1,9	2,56	0,73	0,21	0,02	<LOD: 0,004	0,01	0,02	<LOD: 0,03	<LOD: 0,01	<LOD: 0,03	<LOD: 0,006
1329	MI_MIN03	Escombrera SE	CuS ind.	FeO ind.	50	4,2	30,3	13,11	0,02	<LOD: 0,06	0,02	0,03	0,06	0,01	0,06	<LOD: 0,01	<LOD: 0,02	0,04
1330	MI_MIN04	Escombrera Este	Malaquita	Azurita	93	2,6	0,9	1,02	0,32	0,25	0,06	0,03	0,04	0,03	0,21	<LOD: 0,01	<LOD: 0,02	<LOD: 0,007
1331	MI_MIN05	Rambla	Conicalcite?		30	30,9	4,4	1,61	1,14	0,99	0,03	0,03	0,18	<LOD: 0,007	0,54	<LOD: 0,006	<LOD: 0,03	0,02
1332	MI_MIN06	Rambla	Tenanita	Conicalcita?	33	32,9	6,8	25,11	0,06	<LOD: 0,03	0,11	0,04	0,27	0,03	0,68	<LOD: 0,01	<LOD: 0,06	<LOD: 0,01
1334	MI_MIN07	Galería Cantera Norte	Malaquita	Cianocroita?	91	0,5	3,1	1,09	0,07	0,06	<LOD: 0,02	0,01	0,03	0,06	<LOD: 0,04	<LOD: 0,01	<LOD: 0,02	<LOD: 0,007
1335	MI_MIN08	Escombrera Este	Chenevixita?	Conicalcita?	36	41,9	9,9	5,07	1,19	0,75	0,23	0,13	0,22	0,04	0,68	<LOD: 0,01	<LOD: 0,05	0,02
1337	MI_MIN10	Rambla	Tenanita		35	28,2	5,0	29,34	0,04	0,04	0,12	0,04	0,30	0,05	0,71	<LOD: 0,01	<LOD: 0,06	<LOD: 0,01
3057	MI_MIN11	Final socavón	Malaquita		96	1,1	0,6	<LOD: 0,01	0,24	0,09	<LOD: 0,01	<LOD: 0,003	<LOD: 0,008	<LOD: 0,008	0,95	<LOD: 0,007	<LOD: 0,02	<LOD: 0,004
3058	MI_MIN12	Boquete Cantera Norte	Malaquita		95	1,4	1,1	1,84	0,05	0,05	0,05	0,01	0,02	0,08	0,08	0,02	<LOD: 0,02	<LOD: 0,005
3059	MI_MIN13	Escombrera Oeste	Azurita	Conicalcita	68	22,5	3,4	0,94	0,11	0,14	0,23	0,04	0,07	0,05	0,96	<LOD: 0,01	<LOD: 0,03	<LOD: 0,006
3055	MI_MIN14	Escombrera Norte	Chenevixita?	Conicalcita?	42	38,1	17,7	0,13	<LOD: 0,06	<LOD: 0,13	<LOD: 0,28	<LOD: 0,04	0,77	0,19	0,15	<LOD: 0,05	<LOD: 0,26	<LOD: 0,02
3066	MI_MIN15	Escombrera Oeste	Malaquita		90	1,0	3,0	<LOD: 0,01	0,06	0,03	<LOD: 0,01	<LOD: 0,003	0,01	<LOD: 0,007	0,95	<LOD: 0,006	<LOD: 0,01	<LOD: 0,004
3067	MI_MIN16	Escombrera Norte	Malaquita	Azurita	89	3,8	5,5	0,60	0,03	0,02	0,05	0,02	0,04	0,12	0,28	<LOD: 0,01	<LOD: 0,02	<LOD: 0,006
3068	MI_MIN17	Escombrera Norte	Malaquita	Conicalcita?	85	13,6	0,4	0,37	0,30	0,20	0,06	<LOD: 0,004	0,03	0,07	0,17	<LOD: 0,01	<LOD: 0,03	<LOD: 0,006
3069	MI_MIN18	Escombrera Norte	Malaquita	Brochantita	81	11,7	2,6	0,88	0,09	0,09	0,04	0,01	0,06	0,22	0,30	<LOD: 0,01	<LOD: 0,03	<LOD: 0,007

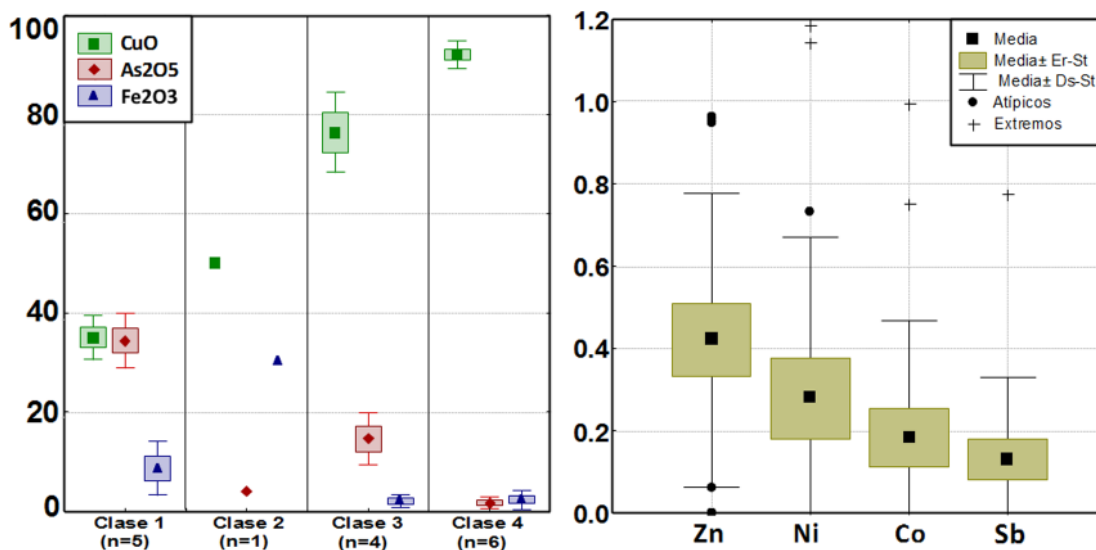


Fig. 3.—Medias y desviación estándar de los cuatro principales grupos de minerales muestreados en Cerro Minado en base a la relación Cu/As/Fe (izquierda) y comportamiento de los principales elementos traza de todo el conjunto de minerales (derecha). En el gráfico de la izquierda los valores están expresados en óxidos, mientras que para los elementos traza se expresa el porcentaje másico.

de las labores antiguas, con galerías que desembocan en salas con pilar central (López, 2005:259). García Asensio, por otro lado, menciona la presencia de astas de ciervo que los mineros modernos reutilizaban como puntales en las entibaciones (García Asensio, 1908-10:193-194). Ambas referencias tienen un extraordinario valor para contrastar las evidencias arqueológicas y recordar la materialidad perdida.

Como ya se ha mencionado más arriba, Domergue (1987) menciona el Cerro Minado (código AL6) en su catálogo de minas antiguas en la Península Ibérica, aunque considera que los trabajos antiguos han desaparecido por completo por los trabajos de la cantera moderna. Sin embargo, atribuye a Cerro Minado varias “mazas de minero” en diorita con ranura, que él personalmente no vio. La información de estos artefactos se la facilitó J.P. Jacquin, ingeniero geólogo de la SMMP de España (Domergue, 1987:14).

LOS ARTEFACTOS MINEROS DEL CERRO MINADO

Dada la riqueza de sus depósitos, dos expertos conocedores de la mineralogía del sureste, Felipe García Miñarro y Pedro Ortiz Mármol, insistieron en incluir el Cerro Minado en las prospecciones arqueometalúrgicas realizadas en el marco del Proyecto La Bastida, a pesar de encontrarse en los márgenes occidentales de la cuenca del Guadalentín. Alertados además por el especialista en mineralogía George Favreau de la posible presencia de artefactos mineros, se realizaron un total de cuatro visitas al yacimiento. En todas ellas pudieron recogerse soportes líticos, los cuales completaron un conjunto de

44 ítems. Además se halló un fragmento de cerámica prehistórica informe perteneciente a una vasija de gran tamaño y superficies bruñidas.

Los artefactos están dispersos por buena parte del cerro (fig. 4), aunque predominan en la escombrera que cubre parte de la cantera este y, especialmente, en sus niveles medios e inferiores, que están en contacto con la roca mineralizada. La segunda mayor concentración de artefactos líticos se halló en la escombrera de la cantera norte. Hallazgos dispersos se han detectado en la parte baja de la escombrera este y en el interior de una galería que corre paralela al corte de la pared oeste de la cantera norte. Sin embargo, la ausencia de ítems es total en las laderas sur y oeste y en el espacio abierto de la cantera norte.

Los dos artefactos mineros (MI-07 y MI-31) hallados en el interior de una de las galerías (lám. IV) se encontraron a pocos metros el uno del otro, pero separados por un tramo totalmente colapsado que obliga el acceso a cada hallazgo desde entradas diferentes. Su emplazamiento une una galería excavada en las dolomías estériles, de factura moderna, con un tramo mineralizado (en el contacto con las cuarcitas). Presenta una veta de malaquita muy pura que aún conserva un centímetro de espesor (lám. II). El tramo de filón conservado conecta la galería moderna con otra de apariencia mucho más antigua;

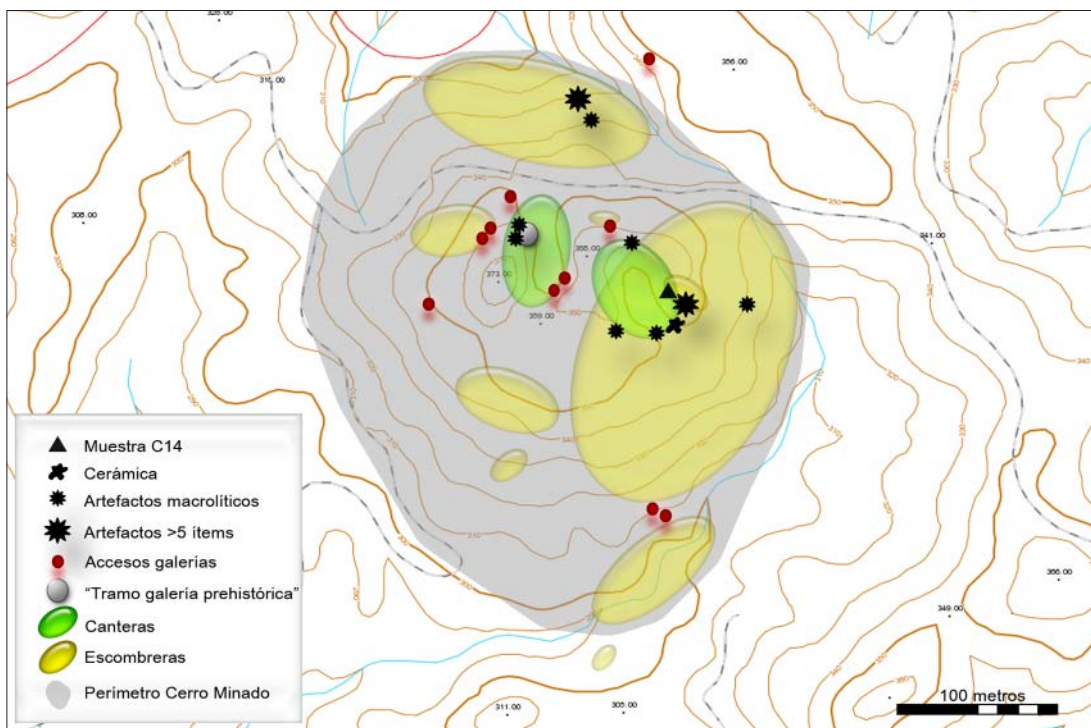


Fig. 4.—La “Cena del Depósito” con la identificación de las labores y la localización de los artefactos y soportes macrolíticos (fuente del mapa: IDE Andalucía). El sombreado gris indica el área ocupada por el Cerro Minado.

cuyo techo presenta las típicas formas redondeadas de la extracción por ataque al fuego y numerosas manchas de impregnación de mineral. Este tramo está cortado por un muro moderno de fortificación y derrumbes que colapsan el acceso por el oeste. Uno de los artefactos mineros se localizó junto a la veta y el otro, en la zona superior, cerca del origen de los derrumbes que colapsan la galería.

A la vista del número de profesionales que han visitado el Cerro Minado en las últimas décadas, es evidente que la arqueología y arqueometalurgia sigue teniendo dificultades para identificar los artefactos macrolíticos relacionados con la minería antigua. Dada la relevancia de estos materiales para la identificación y comprensión de la minería prehistórica, se decidió emprender un estudio tecnológico exhaustivo que incluyese análisis petrográficos, morfométricos y funcionales, tanto traceológicos como de residuos. Cabe subrayar además que nos encontramos ante unos tipos de herramientas macrolíticas completamente desconocidos en el ámbito doméstico y funerario del III y II milenio ANE.

El conjunto estudiado se compone de 24 picos (54,6% del total de ítems recogidos), los cuales presentan frentes de percusión con forma de bisel o vértice, y 6 percutores con frentes de percusión extensos y predominantemente convexos (14% del total de ítems recogidos; tabla 2). El resto de ítems constituyen fragmentos de artefactos percusivos (n=7) que no conservan su frente activo o de trabajo y fragmentos de cantos rodados (n=7) que igualmente pudieron haber formado parte de equipos mineros o bien corresponder a materias primas almacenadas. A pesar de tratarse de material de superficie, su conservación puede considerarse buena dado que más de la mitad de los ítems con carácter artefactual se encuentran conservados en estado íntegro (68%). Se trata de un índice de conservación muy elevado, relacionado seguramente con la dureza de la materia prima seleccionada⁸.

La característica más llamativa de las piezas en el contexto del Cerro Minado es su naturaleza litológica, siendo su origen ajeno a la geología del sustrato. El análisis petrográfico realizado por lámina delgada indica que en un 98% de los casos se trata de una roca isótropa de origen ígneo intrusivo y composición ofítica. Sus minerales predominantes son en orden decreciente plagioclasa, anfíboles, minerales opacos y biotita secundaria, entre los cuales aparecen también cuarzo, epidota-clinoyzoisita y carbonataciones (por alteración de minerales preexistentes) como minerales accesorios. Este tipo roca puede presentar evidencias de haber sido expuesta a cierto grado de metamorfismo. Dicho proceso se reconoce mediante la fábrica granoblástica contenida en la roca, la cual está caracterizada por minerales fuertemente interpenetrados entre sí. Estas características permiten clasificar la roca como “meta-gabro” o “metabasita”, estando representadas granulometrías más o menos gruesas (< 10 μ – 500 μ). Un solo artefacto fue elaborado sobre esquisto cuarcítico, el cual también tiene carácter alóctono en la geología del Cerro Minado (tabla 2).

Tanto picos como percutores mantienen gran parte de sus caras pasivas intactas, mostrando superficies naturalmente lisas, propias de soportes del tipo canto rodado (figs. 5 y 6). En consecuencia, la materia prima utilizada para la producción de los artefactos fue

8. Bastante más común es la situación constatada en las minas calcólicas de Monte Loreto, Liguria, donde sólo el 23% de los artefactos líticos se encuentra en un estado más o menos completo (Pascale, 2003:35).

TABLA 2
RESUMEN DE LAS CARACTERÍSTICAS TECNOLÓGICAS PRINCIPALES DE LOS ARTEFACTOS RECUPERADOS EN CERRO MINADO

Tipo de artefacto	Geología (total artefactos)			Artefactos completos			Dispositivos de empuje (N observado)		
	Gabro	Microgabro	Esquisto cuarcítico	Peso medio (g)	Frentes activos (N)		Ranuras	Muestras	Ausente
					1	2			
Picos (N24)	17	6	1	1791 (N21)	10	11	0	5	19
Percutores (N6)	4	2	0	1456 (N4)	2	2	0	1	5

seleccionada en depósitos secundarios y no explotada en los propios depósitos intrusivos (lám. V). Un buen número de afloramientos primarios de metabasitas se encuentra al este del Cerro Minado, a partir de los cinco kilómetros en línea recta. Sin embargo, los procesos de arrastre fluvial acercan estos materiales hacia la zona minera por el barranco Pamena y el barranco de Bordaera, en el que desemboca el primero, y les dan una forma más adecuada para su empleo como útiles, sin necesidad de ser trabajados. La prospección geológica realizada en los alrededores del Cerro Minado confirmó la presencia de abundantes clastos análogos a los seleccionados por las poblaciones mineras, en los depósitos fluviales del barranco de la Bordaera, antes de desembocar en la rambla del Saltador y a tan sólo 2 km de distancia de Cerro Minado en línea recta. Igualmente se comprobó que ninguno de los pequeños afloramientos primarios de metabasitas situado en los alrededores del Cerro Minado podría haber aportado clastos de morfología y calidad equivalentes (fig. 2).

Por tanto, el posible origen de los cantos rodados de entre 1 y 4 kg de peso empleados como soporte para la producción de los instrumentos percusivos del Cerro Minado debe buscarse en un radio de distancia menor a 10 km. Las ventajas técnicas y sociales que aporta una explotación de depósitos secundarios de rocas frente a los afloramientos primarios ya han sido tratadas extensamente (Risch, 1995; Delgado-Raack, 2008). Es por ello que en la mayoría de los contextos europeos funcionalmente comparables al del Cerro Minado como son las regiones de Huelva y Asturias en la Península Ibérica, Cabrières en el sur de Francia, Gales e Irlanda así como el norte del Tirol se priorizaron cantos rodados recogidos en playas, terrazas fluviales y morrenas frente a bloques procedentes del sustrato⁹.

Las huellas de transformación del soporte natural previas al uso de los artefactos del Cerro Minado son escasas puesto que la mayoría de las caras pasivas han permanecido intactas. Las formas de los clastos seleccionados son muy variadas, apareciendo contornos ovalados, triangulares y trapezoidales. Las secciones también varían entre aplanadas,

9. En la zona minera tirolesa de Schwaz-Brixlegg, por ejemplo, los cantos rodados de eclogitas y anfibolitas con granates fueron transportados desde el río Inn hasta cotas de 1900 msnm con el fin de utilizarlos en la extracción de mineral (Rieser y Schratthaler, 2004).

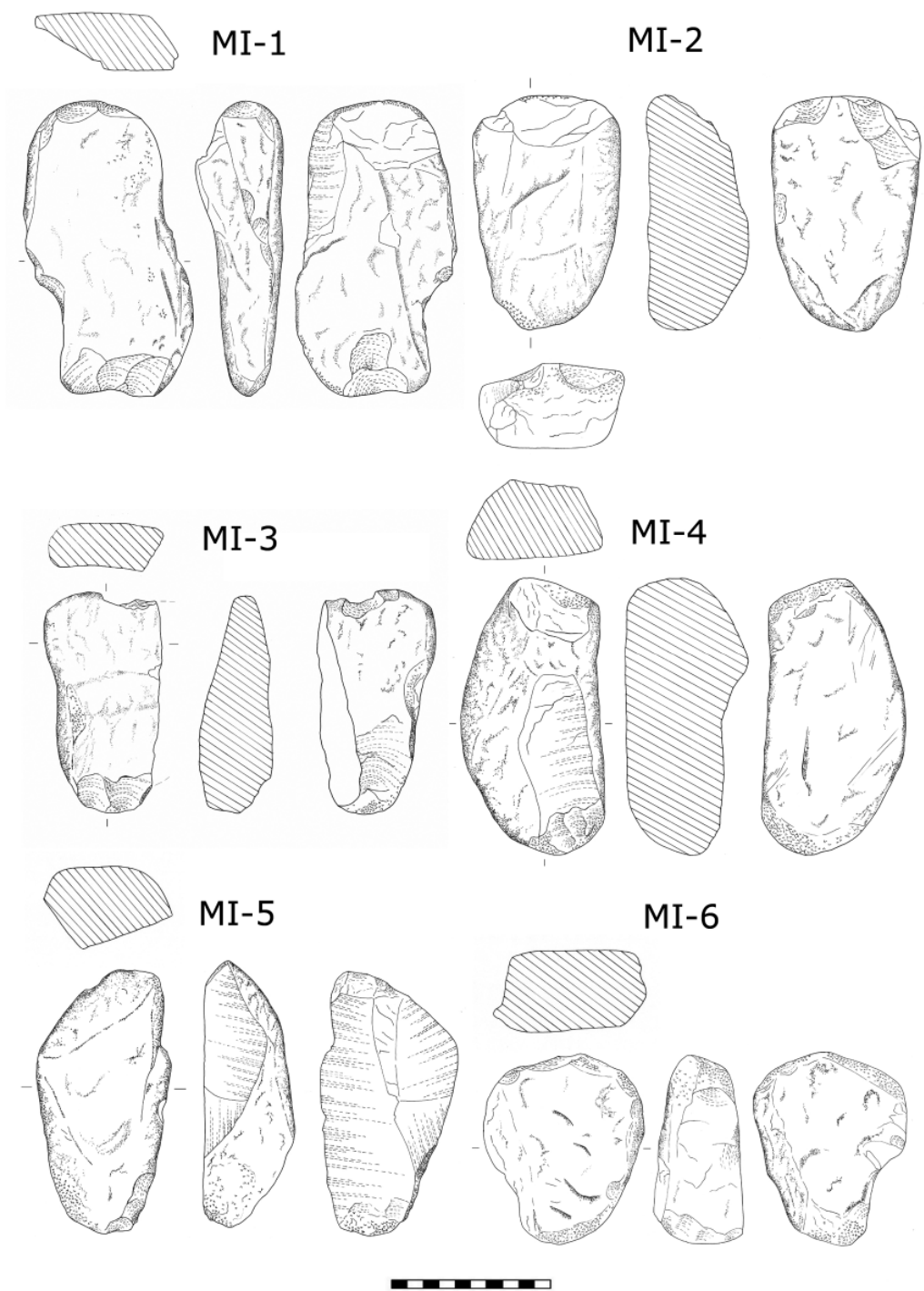


Fig. 5.—Selección de picos y percutores hallados en Cerro Minado (la realización de los dibujos se basa en las normas DIN descritas en Risch, 2002:37-51).

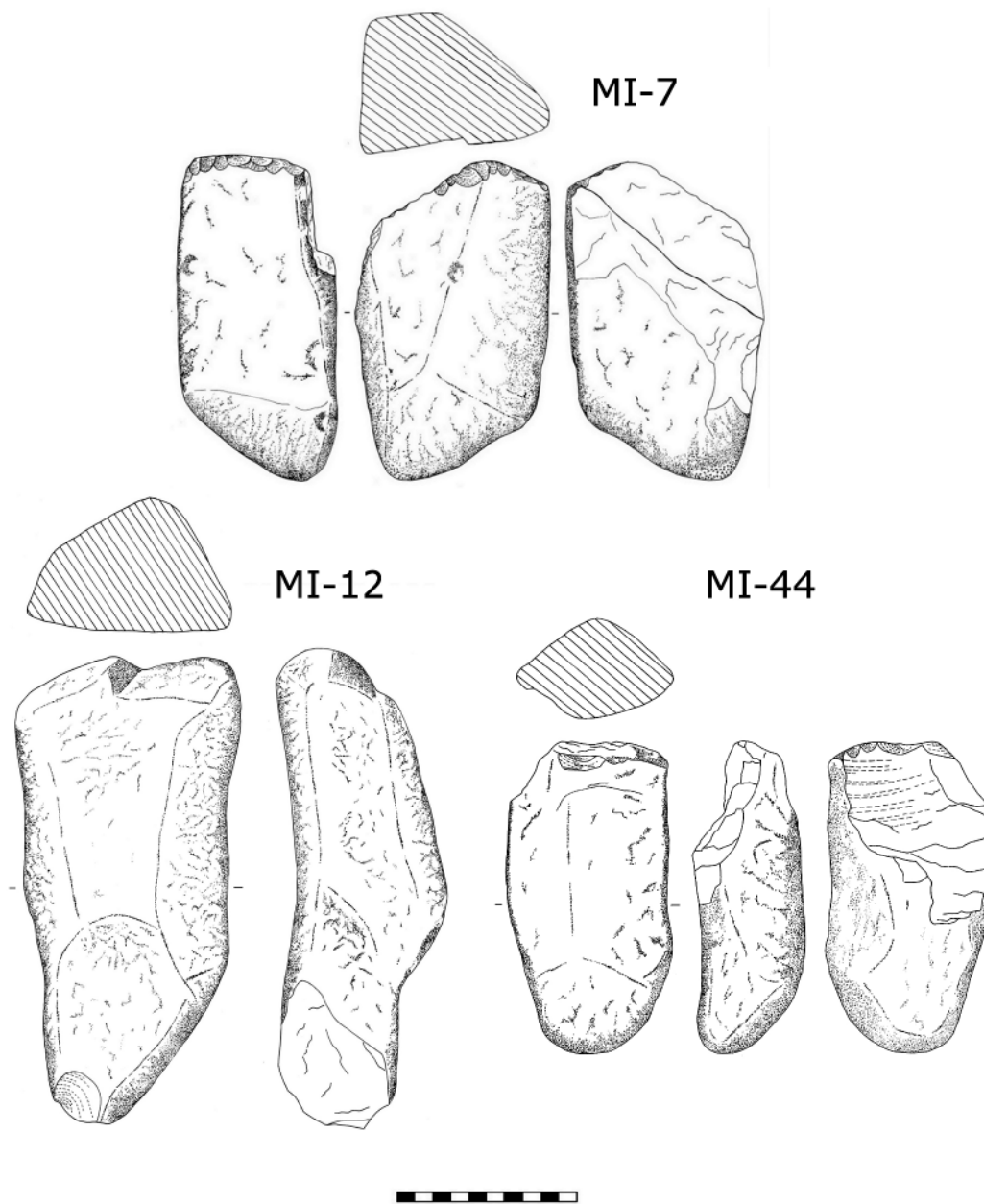


Fig. 6.—Selección de picos y percutores hallados en Cerro Minado, entre ellos, uno de los ejemplares procedentes del interior de las galerías (MI-07).

rectangulares y triangulares. Por lo tanto, la propia simetría del soporte no parece haber constituido un criterio técnico importante en la producción de los picos y percutores.

El número total de superficies trabajadas no llega al 10%, apareciendo la talla, el piqueteado y, en un caso, el pulido. En seis artefactos, incluyendo entre ellos tanto picos como percutores, los trabajos de talla y piqueteo han ido destinados a elaborar dispositivos de prensión, en forma de muescas, que fueron instalados en los bordes longitudinales de la pieza (seis superficies; p. ej., fig. 5:MI-1 y MI-3) y/o en alguno de sus extremos proximales (dos superficies; p.ej., fig. 5:MI-1 y MI-3). Todas las muescas observadas se han obtenido por talla y sirvieron muy probablemente para fijar el artefacto mediante cordajes a un mango. La superficie interior de algunas de estas muescas aparece piqueteada con el fin de suavizar los ángulos agudos de la misma.

Las evidencias que más claramente afectan a la morfología original del clasto proceden del uso de éste en calidad de medio de trabajo y se localizan generalmente en uno o ambos extremos del artefacto. En un 48% los frentes de percusión están situados en uno de los extremos, mientras que el 52% restante presenta doble frente de percusión. El desgaste de los frentes de percusión puede manifestarse mediante un amplio patrón de huellas que va desde la modificación superficial del relieve hasta la deformación de la morfología general del artefacto. A nivel macroscópico las huellas de uso más comunes son fracturas concoidales (fig. 5:MI-1 y MI-3; fig. 6:MI-7) y escalonadas (fig. 5:MI-2) de tamaño centimétrico, que en algunos casos llegan a prolongarse hasta la zona medial del artefacto (fig. 5:MI-4; fig. 6:MI-44). A mayores aumentos (5x-60x) se observa un embotamiento de la superficie atribuible a episodios posteriores (más avanzados) del uso del frente activo. En este caso, se trata de procesos de fricción que actúan sobre la topografía alta contribuyendo a la atenuación de los bordes de las fracturas y, con ello, a la estabilización del frente de percusión.

Otro tipo de estigmas, como son las fosillas, únicamente aparecen en tres superficies pertenecientes a dos percutores (MI-6 y MI-18) y a un pico (MI-7). En el desarrollo de las huellas de percusión es importante, entre otros, la distancia a la que se emprende el golpe y la fuerza que se aplica. Varios experimentos relacionados con el trabajo de la piedra destacan la formación de facetas en los cantos utilizados en procesos de piqueteado (Risch, 1995; 2002:129-132; Poissonnier, 2002; Delgado-Raack, 2008:391). Dichas facetas están cubiertas de pequeñas fosillas y presentan bordes sinuosos con pocas fracturas, debido a la realización de golpes frecuentes a poca distancia de la materia de contacto. Este tipo de huellas se encuentran en percutores utilizados en trabajos que requieren de cierta precisión como son, por ejemplo, el reavivado de las superficies de molienda. Por el contrario, en otros trabajos más toscos como son el labrado de la piedra, la talla de bloques o el desmantelamiento de la roca, se requiere de golpes largos y contundentes que conducen a menudo a extracciones y desprendimientos de material del propio frente de percusión. El tipo de desgaste más recurrente en el conjunto lítico del Cerro Minado permite pensar, por tanto, en la ejecución de impactos de gran intensidad sobre una materia de contacto dura.

Bajo observación microscópica muchas superficies de percusión de picos y de percutores muestran adherencias de color verde, azul y granate, rellenando el interior de pequeñas cavidades y el fondo de las fracturas escalonadas (lám. VI). Los resultados de

los análisis de fluorescencia realizados sobre estos residuos indican la presencia de un alto contenido en cobre en algunos de los espectros (tabla 3)^{10 y 11}.

El tipo de huellas de uso así como la presencia de adherencias en al menos siete frentes de trabajo confirman que los instrumentos impactaron sobre filones o fragmentos de mineral cuprífero. La litología resistente de los picos y su morfología biselada o apuntada los capacitan para incidir en el material de contacto, pudiendo haber servido en la prospección de minerales de cobre, el desmantelamiento de la roca con el fin de liberar filones cupríferos o la explotación y la extracción de mineral mediante ataque al fuego. De hecho, ambos artefactos hallados en el interior de las galerías de la mina representan picos, uno de ellos con frente activo biselado (fig. 6: MI-7) y el otro apuntado (MI-31). Por su parte, el frente activo de los percutores, en algunos casos, bastante más extenso, parece más apropiado para la transformación mecánica de la roca desprendida con el fin de separar la mena de la ganga por triturado. Una alternativa funcional sería el uso de los percutores sobre los propios picos, con el fin de encajar a estos en las grietas y facilitar así el desprendimiento de la roca (fig. 7: d). Estos picos también podrían haber sido de asta, tal como se plantea para El Áramo (Blas 2008:fig.4), si estimamos ciertas las descripciones de García Asensio (1908-10:193-194). Las diferencias morfológicas de los frentes activos también han sido los argumentos empleados en otros inventarios como los procedentes de Cabrières (Ambert *et al.*, 2009:285-286,fig.2,2) y El Milagro (Blas, 2007-8:742) para proponer diferencias funcionales (fig. 7).

La función atribuida a cada artefacto también está estrechamente relacionada con el manejo del instrumento (cinética), dado que la presencia o ausencia de empuñadura repercute en la fuerza, el ángulo y el dominio ejercido sobre el material a transformar (Pickin

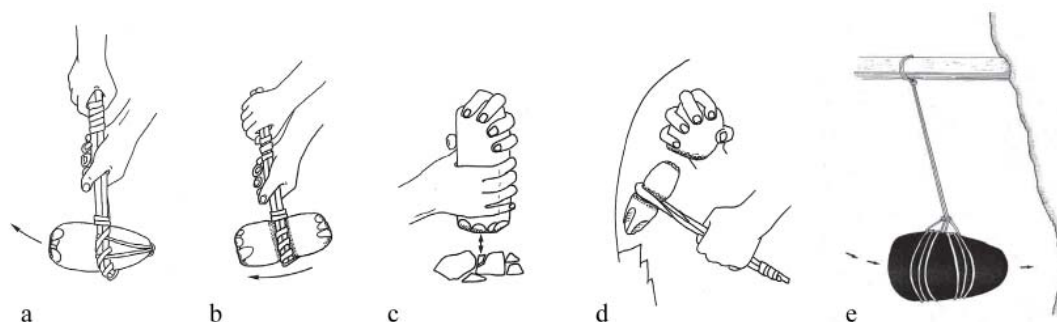


Fig. 7.—Representación esquemática de diversas alternativas en el uso y manejo de percutores y picos: a-d, Timberlake y Craddock (2013:fig.7), teniendo en cuenta que la alternativa c podría incluir también un mango entre la mano y el percutor; e, Blas (2007-08:fig.11).

10. Agradecemos a la Graduate School de la Christian-Albrechts Universität de Kiel el habernos facilitado la infraestructura necesaria para la realización de estos análisis.

11. En el caso del laboratorio de la CAU-Kiel, las mediciones se realizaron con una pistola portátil Thermo Niton Analyzer LLC en modo “Mining con Cu/Zn”. El tiempo total de medición por muestra fue de 180 segundos (60 seg. Main; 40 seg. Low; 40 seg. High; 40 seg. Light) y el diámetro del haz de energía se estableció en 8 mm. Cada muestra se midió una vez.

TABLA 3
 RESULTADOS DEL ANÁLISIS POR PFRX REALIZADO SOBRE UNA MUESTRA DE LOS FRENTES ACTIVOS REGISTRADOS EN
 LOS ARTEFACTOS HALLADOS EN CERRO MINADO

<i>Localización de los puntos</i>	<i>Fe</i> %	<i>Al</i> %	<i>Ca</i> %	<i>Mg</i> %	<i>Si</i> %	<i>P</i> ppm	<i>K</i> ppm	<i>Ti</i> ppm	<i>As</i> ppm	<i>Cu</i> ppm	<i>Mn</i> ppm	<i>Zn</i> ppm	<i>Ni</i> ppm	<i>Co</i> ppm	<i>Sr</i> ppm	<i>Rb</i> ppm
Frente activo, adherencias ocres y azules	7,99	7,21	6,91	2,7	21,71	523	6963	10451	32,07	1465	1616	82	147	< LOD	300	6
Frente activo, adherencias ocres	7,84	8,21	6,58	3,10	22,64	376	6666	6719	46,54	726	1383	87	144	< LOD	253	10
Plano de fractura en cara izquierda	7,2	8,72	6,81	2,47	22,87	468	7418	8256	19,7	852	1377	85	131	< LOD	366	14
Periferia del frente activo superior, adherencia azul	5,11	7,52	5,74	1,69	26,31	492	3779	9734	230,19	2326	896	54	94	< LOD	390	6
Reverso, superficie natural- mente lisa	6,84	11,29	7,57	3,87	27,98	499	4738	9687	71,96	910	1334	79	166	< LOD	387	6
Frente activo superior, adhe- rencias verdes y azules	8,31	6,11	6,68	2,13	19,42	353	7040	10232	39,68	1025	1528	94	132	< LOD	280	14

y Timberlake, 1988; Rieser y Schrattenthaler, 2004). Sin embargo, la interpretación del manejo de los artefactos directamente en la mano o con un elemento medial, es decir, un mango, no está exenta de problemas. Si bien la presencia de ranuras y muescas es una prueba clara de que el artefacto estuvo enmangado, su ausencia no implica necesariamente un manejo directo en la mano. Algunos tipos de enmangue permiten la prensión de soportes que apenas presentan ranuras o muescas, sólo ligeras depresiones naturales.

Además de los dispositivos de prensión, la morfología y el peso constituyen criterios adicionales a tener en cuenta en la interpretación funcional de este tipo de conjuntos artefactuales. En el Cerro Minado los pesos de los artefactos varían considerablemente entre 900 a 3800 g, siendo el peso medio de los picos 1800 g y el de los percutores 1400 g (fig. 8). Esta importante variabilidad la encontramos también en otros inventarios comparables (tabla 4).

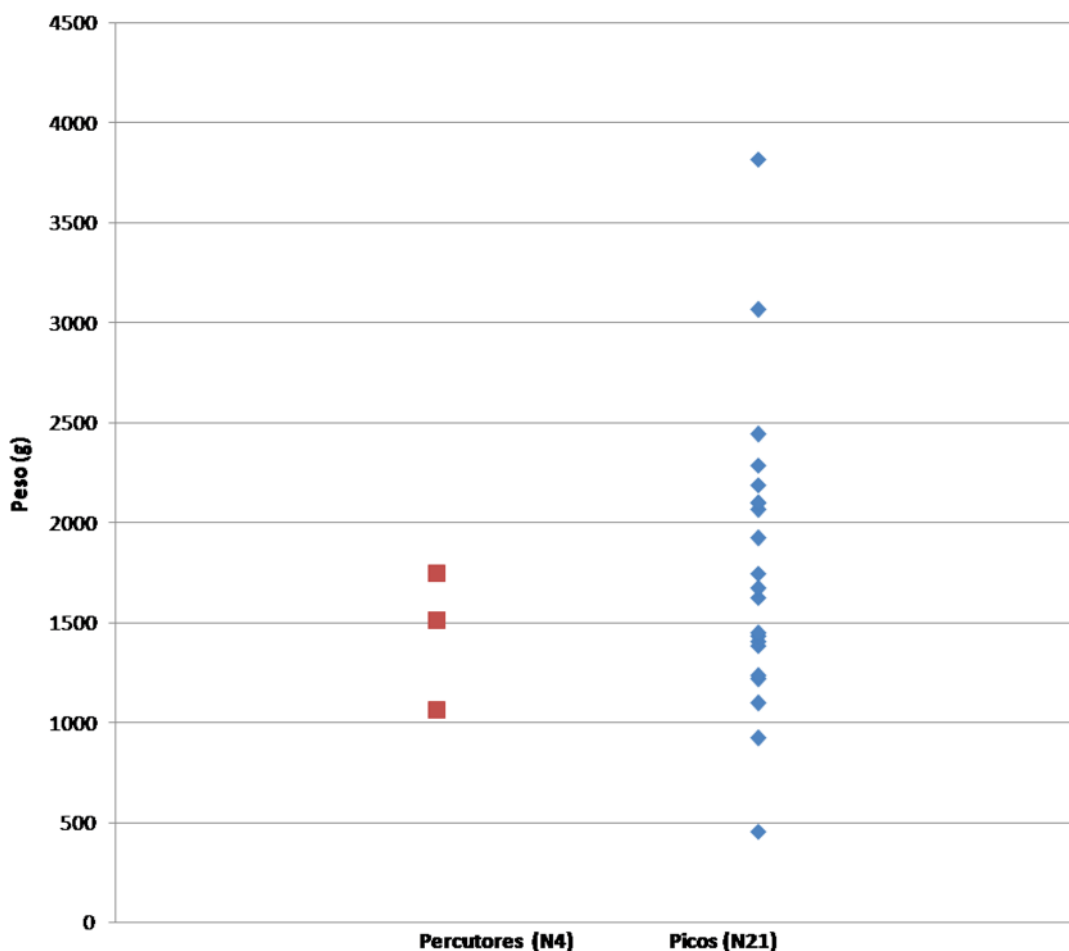


Fig. 8.—Peso de los artefactos macrolíticos completos procedentes del Cerro Minado.

TABLA 4
RELACIÓN DE PESOS REGISTRADOS ENTRE PICOS Y PERCUTORES RECUPERADOS EN
ALGUNAS DE LAS MINAS PREHISTÓRICAS EUROPEAS E INSULARES

<i>Yacimiento</i>	<i>Peso de los artefactos</i>	<i>Fuente bibliográfica</i>
El Áramo (Asturias)	1500-4000 g (máx. 9500 g)	De Blas 2005: 56
El Milagro (Asturias)	1500-4000 g (máx. 9000 g)	De Blas y Suárez 2010: 67
Schwaz-Brixlegg (N del Tirol)	200-7000 g (1400 g promedio)	Rieser y Schratenthaler 2004: 82
Great Orme (Gales)	500-1300 g	Lewis 1990: 5-10
Copa Hill (Gales)	1000-7000 g	Timberlake 1990: 22-29
Cabrières (Hérault)	250-14500 g	Ambert <i>et al.</i> 2009: 285

Para los mayores ejemplares del Cerro Minado (fig. 6:MI-12; y tal vez, tabla 5:MI-15) podría pensarse en el uso de estructuras del tipo eslinga situadas frente a la superficie de ataque de la roca, tal y como lo propone de Blas para algunos ejemplares recuperados en las minas de El Milagro y El Áramo (Blas, 2007-8:figs.11y12). En ellas se instalaría el canto suspendido, el cual mediante movimientos pendulares percudiría contra la roca con el fin de dismantelarla. Experimentos extractivos con ataque al fuego demuestran, por un lado, que estos dispositivos también pueden funcionar fijados con una cuerda directamente sobre los hombros de una persona (Pickin y Timberlake, 1988:fig.2a,lám.I) y, por el otro, que no es necesario proveer estos cantos con dispositivos de prensión (Pickin y Timberlake, 1988:166; Lewis, 1990:56).

CRONOLOGÍA DE LAS ACTIVIDADES MINERAS EN EL CERRO MINADO

Como hemos indicado, las prospecciones superficiales han proporcionado un fragmento informe de cerámica prehistórica¹². Afortunadamente, junto a varios artefactos en el perfil de la escombrera norte de la cantera este, se pudo recoger un trozo de carbón identificado como *Pistacia sp.*¹³. Esta especie no crece en la actualidad en Cerro Minado y tampoco parece probable que las labores modernas hubiesen producido este tipo de carbones. Estas sospechas se vieron confirmadas mediante la datación radiocarbónica de este fragmento y que ha proporcionado una fecha de 3905±21 BP o 2466-2347 cal ANE (1 sigma, Calib 6.1.0)¹⁴. Este resultado nos permite situar las labores mineras y el instrumental macrolítico estudiado hacia finales del periodo Calcolítico, en sincronía con la fase campaniforme y con la ocupación de asentamientos como Almizaraque, Las

12. En una visita reciente al yacimiento, cuando el presente artículo se encontraba en prensa, se halló un fragmento de base con arranque de pared correspondiente a una fuente abierta, típica de momentos avanzados del Calcolítico.

13. Agradecemos a Mireia Celma (ASOME, UAB) la identificación antracológica de la muestra.

14. MAMS-18508.

Pilas o Campos, en la vecina depresión de Vera (Castro *et al.*, 1999), y Puente de Santa Bárbara a escasa distancia del propio Cerro Minado (González *et al.*, 1993:21-30).

Elementos adicionales de los que disponemos en estos momentos para tratar de datar las actividades mineras prehistóricas de Cerro Minado son los propios artefactos mineros. La mayoría de las tipologías publicadas hasta el momento en torno a los picos y percutores mineros proceden del ámbito de las Islas Británicas y, sobre todo, Gales (Pickin, 1990:fig.2; Timberlake, 1990:fig.9; Gale, 1990:figs.1y2), el sudoeste de la Península Ibérica (Hunt, 2003:fig.124), el Tirol (Rieser y Schrattenthaler, 2004:Abb.4) y Liguria (Pascale, 2003). Todas ellas se basan exclusiva o principalmente en la ausencia o presencia de dispositivos de empuje en forma de ranuras perimetrales, ranuras parciales, muescas o simplemente la presencia de superficies rugosas instaladas intencionalmente.

Una revisión somera de la bibliografía permite destacar el bajo grado de elaboración y de fuerza de trabajo invertida en la preparación de los picos y los percutores del Cerro Minado. Esta tosquedad generalizada en los rasgos tecnológicos la encontramos en ejemplos de minas como Cabrières, en el Hérault, o Cuchillares, en Huelva (fig. 9). En la primera existen fechas radiocarbónicas que datan el inicio de las actividades mineras, incluyendo la técnica de ataque al fuego, a partir del 3200 cal ANE y el final hacia 2400 cal ANE (Ambert *et al.*, 1998; 2005; 2009:285-295,fig.2). Del yacimiento onubense de Cuchillares conocemos un conjunto artefactual muy homogéneo en sus rasgos tecnológicos que en ningún caso parecen incluir evidencias de empuje (Rothenberg y Blanco, 1981:fig.84-86). Además en asociación a este material se halló escoria cuprífera y un raspador de sílex, material que también sugiere una cronología más bien antigua del conjunto. Un caso diferente se ha documentado en las minas asturianas, fechadas entre 2600 y 1500 cal ANE. Aquí encontramos junto a cantos rodados simples, artefactos provistos de ranuras perimetrales o parciales ampliamente desarrolladas (Blas, 2008:fig.7; 2007-8:fig.10)¹⁵.

Los datos empíricos de los que disponemos en la actualidad destacan la Edad del Bronce como el periodo en el que se generalizan las actividades extractivas en la Europa continental e insular, definiéndose una serie de zonas de intensa explotación minera. Aunque se trata de un conjunto pequeño, los materiales que actualmente se están recuperando en las excavaciones sistemáticas de Saint Verán (Hautes-Alpes) también resultan comparables a los artefactos del Cerro Minado puesto que la mayoría de las modificaciones se reducen al desgaste por el uso de sus frentes activos (Barge y Talon, 2012:fig.10). Las fechas radiocarbónicas de las que se dispone para este yacimiento lo sitúan entre ca. 2300 y 1800 a.C. (Carozza *et al.*, 2010:268).

Parcialmente sincrónicos a las actividades referidas para Saint Verán son los trabajos extractivos documentados en las minas centroeuropeas de Schwaz-Brixlegg, Tirol (Rieser y Schrattenthaler, 2004) y Mitterberg, Salzburg (Gale, 1991; Stöllner *et al.*, 2004). Los trabajos más antiguos se remontan al inicio de la Edad del Bronce en Schwaz-Brixlegg, mientras que en Mitterberg se registran con seguridad a partir del Bronce Antiguo avanzado (Bz A2) y del Bronce Medio (Bz B1). En ambos casos instrumentos percusivos

15. Las fechas radiocarbónicas de las que disponemos para El Milagro (Onís) sitúan el uso más antiguo de la mina entre 2600/2500 y 1600/1500 cal ANE. En el caso de El Áramo (Riosa) la explotación del filón San Alejandro es con 2500/2000 cal ANE más antigua que la del sector Punto de Partida, cuyas actividades se datan hacia 1900-1500 cal ANE (Blas, 1996:119ss.; 2008).

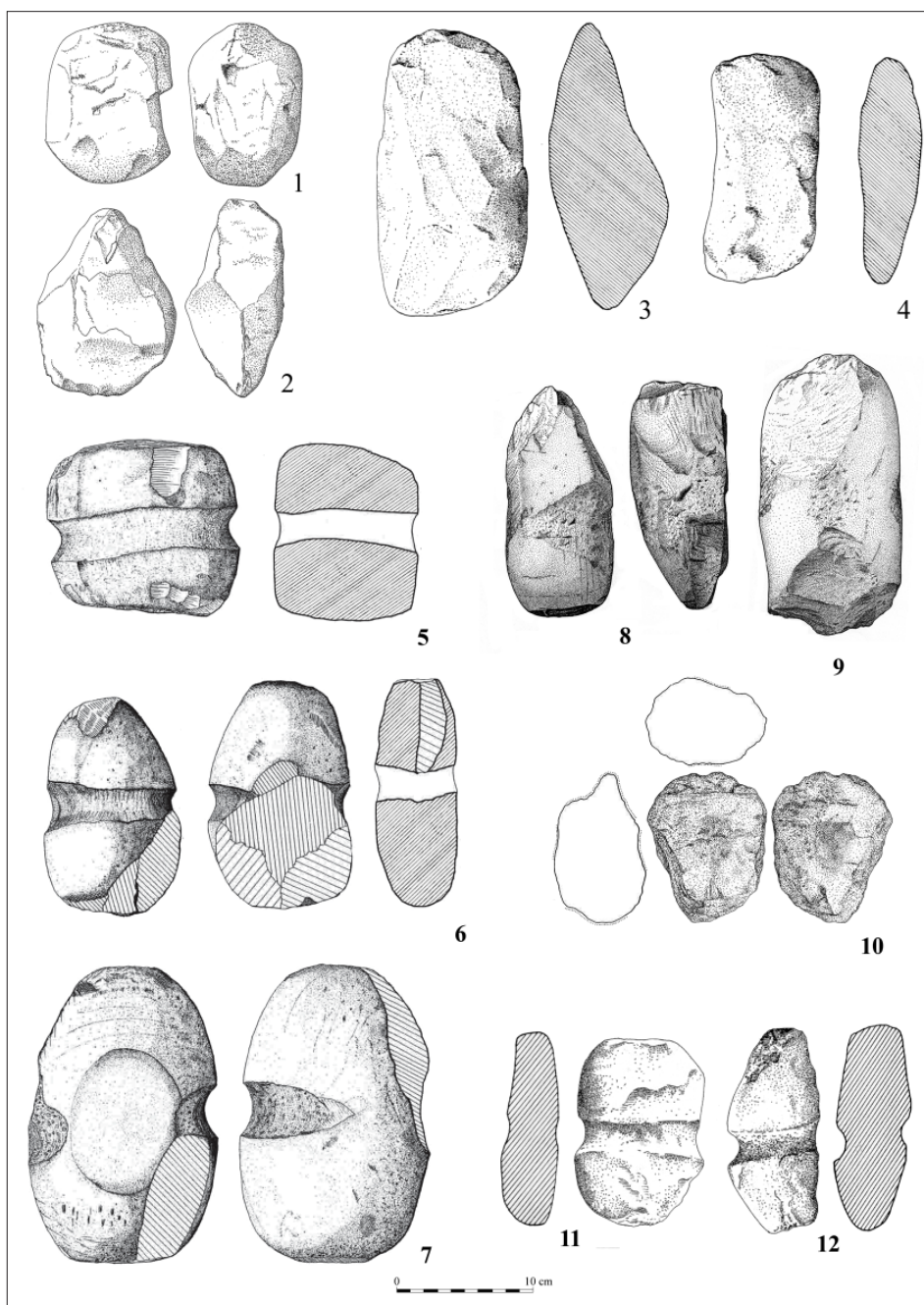


Fig. 9.—Selección de los artefactos macro-líticos procedentes de yacimientos mineros peninsulares y europeos: 1-2, Cabrières, Hérault (Ambert *et al.*, 2009:fig.2); 3-4, Cuchillares, Huelva (Rothenberg y Blanco, 1981:fig.84); 5-7, El Milagro, Asturias (Blas, 2007-2008:fig.10); 8-9, Copa Hill, Cwmystwyth (Timberlake y Craddock 2013:figs.5b y 8); 10, Saint Verán, Hautes-Alpes (Barge y Talon 2012); 11-12, Chinflón, Huelva (Rothenberg y Blanco 1981:fig.30).

sobre cantos no modificados (tipos 1-2 de Rieser y Schrattenthaler, 2004:fig.4) coexisten con abundantes artefactos preparados previamente al uso, los cuales pueden presentar hasta dos ranuras perimetrales paralelas (tipos 3-16, *ibídem*). En términos generales es notable la abundancia de dispositivos de empuje en estos contextos.

En el mismo horizonte cronológico se sitúan las regiones mineras de las Islas Británicas, las cuales presentan un caso igualmente complejo. Si bien existen artefactos líticos estratificados y fechados, ejemplares no modificados (tipo 1 de Pickin o tipos A, C y G de Timberlake) coexisten nuevamente con otros más elaborados (tipos 2-6 de Pickin o tipos B, D-F, H-M de Timberlake). En las minas galesas de Copa Hill el 60-70% de los útiles presentan alguna modificación, generalmente muescas (Timberlake, 1990:fig.9), mientras que en otros contextos de la misma región como Great Orme la mayoría de los artefactos apenas fueron preparados previamente al uso, reduciéndose las modificaciones a los frentes individuales o dobles (Lewis, 1990:5-10). La mayoría de estas minas estuvieron operativas en el II milenio ANE (Ambers, 1990:fig.1; Timberlake y Craddock, 2013:fig.1).

Al igual que Centroeuropa y las Islas Británicas, el área sudoeste de la Península Ibérica, concretamente la zona onubense comprendida entre los ríos Corumbel y Odiel, constituyó otro importante centro de actividades mineras prehistóricas, en el que los contextos mejor datados parecen corresponder a momentos más avanzados dentro de la Edad del Bronce¹⁶. La presencia de artefactos mineros más intensamente elaborados que los del Cerro Minado se encuentra con toda seguridad en minas datadas en el Bronce Final del sudoeste peninsular, momento en el que parece haber un despliegue de las fuerzas productivas en la región, orientadas a las actividades extractivas y metalúrgicas. Así lo indican los restos arqueológicos hallados en las minas de Chinflón (Zalamea la Real) y en el poblado, situado a tan sólo 15 m de las mismas (Rothenberg y Blanco, 1981:lám.30). La cerámica procedente de los contextos habitacionales se atribuye al Bronce Final, lo cual se corresponde con las fechas absolutas disponibles hasta el momento para las actividades mineras¹⁷.

Finalmente en tierras asturianas del norte peninsular encontramos una serie de hallazgos fortuitos de picos, los cuales podrían estar relacionados con una minería del hierro practicada desde los castros en época romana. Uno de estos picos se localizó en un recinto castreño, mientras que un segundo ejemplar se recuperó en el interior de una mina de hierro (Álvarez y Pajares, 2011:fig.5). Estos ejemplares presentan además de pronunciadas ranuras en el tercio superior y en el talón, el cuerpo y el frente activo intensamente elaborados.

16. La cronología del poblado del Trastejón (Zufre), con metalurgia del cobre y artefactos percusivos provistos de ranuras, escorias y cerámicas prehistóricas (Pérez y Rivera, 2004), corresponde según la serie de fechas radiocarbónicas publicadas recientemente al periodo comprendido entre el Bronce Antiguo y Final (2200-850 cal ANE; García y Hurtado, 2011:138-161). Este poblado se encuentra cerca de afloramientos de carbonatos de cobre (Pérez, 1995:425), no obstante, las actividades mineras aún no han sido datadas de forma directa.

17. BM-1600: 2890±50; BM-1599: 2830±50 (Linares y García, 2010:tab.3). No hemos tenido en cuenta la fecha radiocarbónica BM-1529: 3320±130 y la de termoluminiscencia OxTL-200e3 (II): 2050±300, por su alta desviación estándar.

TABLA 5
RELACION DE LOS RASGOS TECNOLÓGICOS REGISTRADOS ENTRE LOS ARTEFACTOS DEL CERRO MINADO
(El sistema de inventario se describe en Risch 2002:37-51)

NºINV.	ITEM	TIPO	MATERIA	PESO	(PESO)	CONS.	NºFRAG.	F.A.1	F.A.2	F.R.1	F.R.2	F.S.1	F.S.2	F.I.1	F.I.2	F.D.1	F.D.2	F.X.1	F.X.2	LONG.	(LONG)	ANCH	ANCH.MIN.	(ANCH)
MI-01	PEC	MAM/CAR	MGB	1515		ENT	1	CX	CX	CV	RT	CX	CX	RT	CX	RT	RT	IR	RT	187		105		
MI-02	PEC	CAR	GAB	1507		ENT	1	CX	CX	RT	CX	CX	CX	CX	RT	RT	RT	RT	CX	151		94		
MI-03	PIC	MAM/CAR	GAB		711	ENI	1	CX	RT	CX/CV	RT	CX	CX	CX	CX	RO	RO	RT	CX	143				78
MI-04	PEC	CAR	GAB	1741		ENT	1	RT	RT	IR	CX	CX	CX	RT	CX	CV	CX	CX	CX	177		94		
MI-05	PIC	CAR	GAB	1096		ENT	1	RT	RT	CX/CV	CX	CX	CX	RT	RT	RT	RT	CX	CX	168		80		
MI-06	PEC	CAR	MGB	1059		ENT	1	RT	RT	CX/CV	CX	CX	CX	CX	CX	CX	CX	CV	RT	121		98		
MI-07	PIC	CAR	GAB	2100		ENT	1	RT	RT	RT	RT	AG	RT	CX	CX	AG	RT	CX	RT	178		109		27
MI-08	PIC	CAR	GAB	1744		ENT	1	CX	AG	CX	CX	RT	AG	RT	RT	RT	RT	RT	AG	143		104		82
MI-09	PIC	CAR	GAB		384	FGT	1	RO	RO	RT	RO	RO	CX	RO	RO	RT	RT	RO	RO		122			40
MI-10	PIC	CAR	MGB	1403		ENT	1	RT	RT	RT	RT	CX	AG	CX	AG	RT	RT	RO	RO	167		74		
MI-11	PIC?	CAR	GAB		658	FMI	1	IR	IR	RT	RT	RO	RO	CX	CX	IR	IR	RT	RT		122			69
MI-12	PIC?/CUN?	CAR	MGB	3817		ENT	1	CX	CX	RT	RT	CX	CX	CX	AG	RT	RT	RT	RT	262		126		
MI-13	PIC	CAR	GAB	2096		ENT	1	RT	RT	RT	RT	RT	RT	CX	CX	RT	AG	RT	CX	165		130		
MI-14	SRS	CAR	GAB		2120	FGS	1	RT	RT	RT	RT	RT	CX	CX	RO	RO	CX	CX	RT		147			129
MI-15	PIC/PEC/CUN?	CAR	GAB		2442	FSM	1	RT	RT	RT	RT	RT	RT	RO	RO	RT	RT	RT	RT		190	114		40
MI-16	PIC	CAR	GAB		336	FGT	1	RT	RO	RT	RT	RO	RO	CX	RO	RO	RO	RO	RO		112			69
MI-17	SRS	CAR	GAB		574	FGS	1	CV	RT	CX	CX	CV	RT	RO	RO	RT	CX	RT	RT		85			85
MI-18	PEC	CAR	GAB		1038	FGS	1	IR	IR	RT	RT	RT	RT	RO	RO	RT	IR	CX	RT		142	79		54
MI-19	PEC	CAR	GAB		811	FGI	1	RT	RT	RT	RT	RO	RO	CX	CX	CV	RT	RT	RT		98			108
MI-20	SRS	CAR	GAB		1433	FGT	1	CX	CX	RT	RT	RT	RT	RT	RO	RO	RO	RO	RO	113				103
MI-21	SRS	CAR	GAB		478	FGT	2	RT	RT	RO	RO	RT	CX	CX	RO	CX	RO	RT	CX		72			66
MI-22	SRS	CAR	MGB		160	FGT	1	RT	RT	RO	RO	RO	RO	RO	RO	RT	CX	RO	RO		77			73
MI-23	SRS	CAR	GAB		179	FGT	1	RT	RT	RO	RO	RO	RO	RO	RO	RT	RT	RO	RO		68			
MI-24	SRS	CAR	MGB		1065	FGS	1	RT	RT	RT	RT	CX	CX	RO	RO	RT	CX	RT	RT		111			111
MI-25	PIC	MAM/CAR	GAB	2285		ENT	1	RT	CX	RT	CX	CV	AG	CX	CX	RT	RT	CX	CX	195		109		
MI-26	PIC	CAR	GAB	1383		ENT	1	CX	RT	CX	RT	CX	AG	CX	CX	RT	RT	RT	RT	154		78		
MI-27	IND	CAR	GAB		1194	FGT	2																	
MI-28	PIC	MAM?/CAR	MGB	2187		ENT	1	RT	CX	CX	CX	CX	AG	CX	CX	CX	AG	RT	CX	153		138		
MI-29	PIC	CAR	GAB	1670		ENT	1	RT	RT	CV	RT	CX	CX	CX	AG	RT	RT	CX	IR	162		110		
MI-30	PIC	CAR	GAB	c. 1300	1286	FMI	4	CX	CX	RT	RT	RO	AG	CX	CX	RT	CX	RT	CX	c. 135	130	100		93
MI-31	PIC	CAR	MGB	455		ENT	1	RT	RT	RT	RT	RT	RT	AG	CX	RT	RT	RT	RT	198		47		42
MI-32	IND	CAR	MGB		456	FGS	1	RT	RT	RT	RT	CX	RT	RO	RO	RO	RT	RO	RO		87			97
MI-33	PIC	CAR	GAB		796	FGI	1	CX	CV	CX	RT	RO	RO	AG	CX	CX	CX	RT/CV	RT/CV		128			88
MI-34	PIC/PEC?	CAR	MGB		678	FGT	1	RT	RT	RO	RO	RT	RT	RT	IR	IR	RT	RT	RT		93			92
MI-35	PIC	CAR	ESQ	1232		ENT	1	RT	RT	RT	RT	CX	CX	CX	AG	RT	RT	RT	RT	171		99		
MI-36	PIC	CAR	GAB	2443		ENT	1	RT	RT	RT	RT	RT	RT	AG	CX	RT	RT	RT	RT	213		122		
MI-37	PIC	CAR	GAB	1216		ENT	1	RT	CX	CX	CV/CX	RT	CV	CX	AG	CV	RT	CX	AG	155		94		
MI-38	PIC?	CAR	GAB	1922		ENT	1	AG	RT	CV	RT	CX	AG	RO	CX	RT	RT	RO	RT	((208))				109
MI-39	PIC	CAR	GAB	923		ENT	1	RT	RT	RT	CX	RT	CX	AG	CX	RT	CX	CX	CX	162		76		
MI-40	PIC	CAR	GAB	2063		ENT	1	CV	RT	RT	RT	AG	RT	RT	AG	RT	CX	RT	CX	191		106		
MI-41	PIC	CAR	MGB	1625		ENT	1	RT	CV	RT	RT	RT	RT	RT	CX	CX	RT	RT	RT	175		109		
MI-42	PIC	CAR	GAB	1447		ENT	1	CX	CX	CV	RT	RT	CV	RO	RT	CX	CX	RT	CX	160		99		
MI-43	PIC	CAR	MGB	3065		ENT	1	RT	CX	CV	AG	AG	AG	CX	CX	RT	AG	CV	CX	185		140		
MI-44	PIC	CAR	MGB	1429		ENT	1	RT	CX	CV	CX	RT	AG	CX	CX	RT	CX	CX	CX	177		90		

MAZAS OCULTAS. RASTROS DE MINERÍA PREHISTÓRICA EN EL CERRO MINADO DE HUERCAL-OVERA (ALMERÍA)

GROS.	GROS.MIN.	(GROSS)	UTI.A.	UTI.R.	UTI.S.	UTI.I	UTI.D.	UTI.X	MED.S.1	MED.S.2	MED.I.1	MED.I.2	MED.D.1	MED.D.2	MED.X.1	MED.X.2	UTI.ESP.	SIT.UTI.ESP.	L.ESP.	A.ESP.	P.ESP.
57			PI/LI	LI	GO	TR	LI	PI/TR	59	38							I/X	RA/RA	36/31	24/8	4/7
71			LI	LI	GO	PI	LI	LI	69	54											
49			LI	LI	TR	GO	RO	PI/TR				42					S/X	RA/RA	25/39	20/39	5/6
78			LI	LI	GO	GO	LI	LI	53	33	58	58									
		59	IR	LI	GO	GO/PT	LI	LI	44	27	30	11									
61			LI	LI	GO	GA	PU	PU	95	47	44	52									
90	12		IR	LI	GO-FL	GA	LI	LI	56	11	16	12									
90	19		IR	IR	GO-FL	IR	IR	IR	95	69											
		53	LI	LI	GO	RO	LI	RO		35											
		71	LI	LI	FL	GO	LI	RO	43	4	26	30									
		47	IR	LI	RO	GO?	IR	LI			35	30									
86	18		LI	LI	GO	FL	LI	LI	20	18	69	2									
70			LI	LI	LI	GO	FL	LI			53	38									
60	50		LI	LI	LI	RO	LI	LI													
76	62		LI	LI	PI?	GO	LI	LI													
		40	RO	LI	RO	GO	LI	RO													
		60	LI	LI	LI	RO	LI	LI													
69	39		LI	LI	GE	RO	LI	LI	26	24											
		44	LI	LI	RO	GO	LI	LI			30	31									
		74	LI	LI	LI	LI	RO	RO													
		43	LI	RO	LI	RO	LI	LI													
		16	LI	RO	RO	RO	LI	LI													
50		21	IR	RO	RO	RO	LI	LI													
		58	LI	LI	LI	RO	LI	LI													
72			LI	LI	TR-GO	GO	LI	LI	76	5	48	30					D	RA	40	22	11
78			LI	LI	GO-FL	LI/GO	LI	LI	70	5	17	18									
					GO																
67	32		LI	LI	GO-FL	LI	GO-FL	LI	80	3			41	2			X	RA?	44	19	5
63			LI	LI	GO	GO-FL	LI	GO	25	36	c. 58	6			85	22					
69			LI	LI	GO-FL	LI	LI	LI	c. 78	-											
			LI	LI	LI	GO-PT	IR	IR			5	10									
		47	LI	IR	TR	RO	TR	RO													
		70	LI	IR	RO	GO-PT	LI	LI			30	30									
		62	LI	RO	LI	LI	GO-FL	LI													
44			LI	IR	LI	GO-FL	LI	LI			82	5									
65			LI	LI	LI	GO-PT	LI	LI			21	2									
64			LI	LI	LI	GO-PT	LI	LI			25	3									
75			LI	LI	GO-PT	GO-PT?	LI	LI	40	11											
53			LI	LI	LI	GO-PT	LI	LI			28	16									
71			LI	LI	LI	GO-PT	LI	LI			31	10									
59			LI	LI	LI	GO-PT	LI	TR			31	28					X	RA?	24	14	8
69			LI	LI	LI	GO	LI	LI													
102			LI	LI	PT	GO	LI	TR	33	22	107	30					X	RA	78	32	10
59			LI	LI	GO-FL	LI	LI	LI	55	7											

Aunque el instrumental lítico de minería sigue siendo una categoría de artefactos mal documentada por la investigación arqueológica, los contextos mejor conocidos apuntan a una progresiva mayor elaboración de los instrumentos de trabajo. Con el tiempo los artefactos se hacen más estandarizados y mejoran los mecanismos de prensión y empuje. El resultado de esta mayor inversión en trabajos de preparación es la obtención de instrumentos más eficaces que permiten la extracción de un mayor volumen de roca y mineral y/o de sustratos más duros. Aparentemente, la minería del III milenio en Europa occidental todavía se desarrolla a una escala limitada, donde la mejora de la productividad no es un criterio relevante. En esta época los tramos secundarios de las vetas todavía eran más ricos y el volumen de metal requerido era menor.

CONCLUSIÓN

El estudio que hemos presentado ha permitido contextualizar el inicio de las actividades mineras de Cerro Minado en el periodo Calcolítico. Así lo indica la asociación de artefactos mineros con un fragmento de carbón fechado por ^{14}C . Actualmente se está ampliando el conjunto de muestras de isótopos de plomo de los minerales disponibles para profundizar en la caracterización de la mina y determinar qué artefactos metálicos de cronología calcolítica o posterior pueden haber tenido su origen en los minerales de este yacimiento.

El actual estado de la cuestión permite extraer una serie de aspectos interesantes que se derivan de este estudio. En primer lugar, tal y como indica el hallazgo de dos instrumentos mineros en el interior de las galerías, las actividades llevadas a cabo en este lugar durante el Calcolítico se desarrollaron muy probablemente en galería. Este tipo de explotación era desconocida hasta el momento en el sur de la Península Ibérica, si bien no podemos descartar que también hubiesen tenido lugar actividades de extracción de mineral a cielo abierto. En cualquier caso, estas últimas habrían quedado eliminadas por la explotación minera en época moderna, sin que hayamos podido registrar evidencias de ello. Al mismo tiempo, la envergadura de las actividades que tuvieron lugar en Cerro Minado durante el Calcolítico debió de ser considerable, a juzgar por la cantidad de instrumentos extractivos recogidos y la extensión del área en la cual éstos se distribuyen. Ello no excluye que se trate de una explotación de ámbito local y regional en funcionamiento durante un periodo de tiempo prolongado, en contraposición a la producción suprarregional que encontramos durante El Argar (Lull *et al.*, 2010).

Dada la antigüedad y singularidad de este yacimiento en el contexto peninsular, se ha realizado una valoración tecnológica del conjunto de artefactos mineros en relación a otros materiales procedentes de contextos europeos comparables. Haciendo valer El Áramo y El Milagro como excepciones en el contexto del Calcolítico, podemos trazar una evolución a grandes rasgos que se inicia con el uso de picos y percutores de fabricación tosca durante el Calcolítico (Cerro Minado, Cabrières) hacia una producción más elaborada de artefactos mineros a lo largo de la Edad del Bronce, comenzando por los ejemplares también poco elaborados en Saint Verán y acabando, por ejemplo, con los artefactos provistos de ranura de Chinflón.

A medida que se van conociendo los rasgos tecnológicos de los artefactos mineros, se abre una nueva problemática relativa a la funcionalidad de las así llamadas “mazas

o martillos de minero” (Siret y Siret, 1890), localizadas en contextos habitacionales de numerosos asentamientos argáricos del sureste peninsular. Las notables diferencias geológicas y morfológicas existentes entre estos artefactos y los recuperados en el Cerro Minado indican que se trata de equipos instrumentales completamente distintos que sólo comparten, en algún caso, la presencia de ranuras o muescas de empuje. En consecuencia dichos útiles procedentes de contextos habitacionales y que presentan un grado de elaboración mucho mayor que los picos y percutores mineros no pueden ser utilizados como un indicador de actividades minero-metalúrgicas, si carecen de huellas de uso y residuos equivalentes a los observados sobre los artefactos del Cerro Minado.

En definitiva, reconocida la relevancia de Cerro Minado en el contexto de la minería prehistórica del sureste peninsular, se impone la protección de todo el paraje para evitar su destrucción definitiva por nuevas labores de minería o extracción de áridos. Para ello se ha informado al Servicio de Patrimonio de la Junta de Andalucía de la necesidad de preservar intacto este yacimiento único en la comunidad autónoma, el cual reviste por su excepcionalidad una importancia comparable a la que tiene Gavà para el Neolítico peninsular.

AGRADECIMIENTOS

El conjunto de artefactos mineros se recuperó en el marco de varias visitas realizadas al yacimiento, gracias a la colaboración desinteresada de Felipe García Miñarro, Pedro Ortiz Mármol, José Antonio Soldevilla, Magdalena Escalas, Carlos Velasco, George Favreau y Vesna Živanić. Debemos las gracias a Inma Ramos su colaboración con los registros mineros. Agradecemos también el respaldo de Juan Salvador López del Servicio de Patrimonio de la Junta de Andalucía en Almería. Bernd Kromer del Curt-Engelhorn-Zentrum für Archäometrie, Mannheim, se encargó de la realización de la datación de ¹⁴C. La investigación realizada forma parte de proyectos financiados por el Ministerio de Economía y Competitividad (proyecto HAR2011-25280) y la *Direcció General de Recerca de la Generalitat de Catalunya* (2009SGR778). Los análisis químicos de minerales se realizaron en el Centre de Recherche et Restauration des Musées de France (C2RMF) con la colaboración de David Bourgarit y Benoît Mille y en el marco de una beca BE de la AGAUR de la Generalitat de Catalunya (2012BE10021). Queremos agradecer también a la Graduate School de la Christian-Albrechts Universität de Kiel por habernos proporcionado la infraestructura necesaria para realizar los análisis de pFRX sobre los artefactos mineros de Cerro Minado.

BIBLIOGRAFÍA

- ÁLVAREZ, V. y PAJARES, G. (2011): “¿Hachas, mazas o martillos? Un lote de percutores líticos en el extremo occidental de la marina asturiana”, *Férvedes* 7, pp. 185-194.
- AMBERS, J. (1990): “Radiocarbon, calibration and early mining”, *Early mining in the British Isles. Actas del Workshop Early Mining en Plas Tan y Bwlch (17-19 noviembre 1989)* (Crew, P. y Crew, S., eds.), Snowdonia National Park Study Centre, Plas Tan y Bwlch, pp. 59-63.
- AMBERT, P., CAROZZA, L. y LÉCHELON, B. (1998): “De la mine au métal au sud du Massif Central au Chalcolithique (régions de Cabrières, Fayet et Villefranche-e-Rouge)”, *L’Atelier du Bronzier en Europe du XXe au VIIIe Siècle Avant Notre Ère, Vol. II. Du minéral au métal, du métal a l’objet. Actes du colloque international “Bronze ’96”*, (Mordant, C., Pernot, M. y Rychner, V., eds.), Comité des Travaux Historiques et Scientifiques, Paris, pp. 59-67.
- AMBERT, P., BOUQUET, L., GUENDON, J. L. y MISCHKA, D. (2005): “La Capitelle du Broum (district minier de Cabrières-Péret, Hérault): établissement industriel de l’aurore de la métallurgie française (3100–2400 BC)”, *La Première métallurgie en France et dans les pays limitrophes* (Ambert, P. y Vaquer J., eds.), Mémoires de la Société Préhistorique Française, Paris, pp. 3783-96.
- AMBERT, P., FIGUEROA-LARRE, V., GUENDON, J.-L., KLEMM, V., LAROCHE, M., ROVIRA, S. y STRAHM, C. (2009): “The copper mines of Cabrières (Hérault) in Southern France and the chalcolithic metallurgy”, *Metal and Societies. Studies in honour of Barbara Ottaway* (Kienlin, T. y Roberts, B., eds.), Universitätsforschungen zur Prähistorischen Archäologie 169, pp. 285-295.
- ARCHIVO HISTÓRICO PROVINCIAL DE ALMERÍA, expediente del registro minero número 24128.
- BARGE, H. y TALON, B. (2012): “Attaque au feu au Bronze ancien sur le gîte de cuivre de Saint-Véran (Hautes-Alpes)”, *Bulletin de la Société Préhistorique Française* 109:1, pp. 145-154.
- BLAS CORTINA, M. A. de (1996): “La primera minería metálica del N. peninsular: las indicaciones del C-14 y la cronología prehistórica de las explotaciones cupríferas del Áramo y El Milagro”, *Homenaje al Profesor Manuel Fernández-Miranda I* (Querol, M.A. y Chapa, T., eds.), Complutum Extra 6:I, pp. 217-226.
- BLAS CORTINA, M.A. de (2007-2008): “Minería prehistórica del cobre en el reborde septentrional de los Picos de Europa: Las olvidadas labores de El Milagro (Onís, Asturias)”, *Veleia* 24-25, pp. 723-753.
- BLAS CORTINA, M. A. de (2008): “Un firme testimonio de la explotación prehistórica del cobre en el norte de la Península Ibérica: el complejo minero del Áramo (Asturias)”, *Actas de las I Jornadas de Arqueología en Asturias (abril-mayo 2005)* (Álvarez Martínez, V., González, D. y Jiménez, J. I., eds.), Universidad de Oviedo, Oviedo, pp. 51-68.
- BLAS CORTINA, M. A. de y SUÁREZ FERNÁNDEZ, M. (2010): “La minería subterránea del cobre en Asturias: un capítulo esencial en la Prehistoria reciente del norte de España”, *Cobre y Oro. Minería y metalurgia en la Asturias prehistórica y antigua* (Fernández-Tresguerres, J. A., coord.), RIDEA, Oviedo, pp. 43-83.
- BOOTH-REA, G., AZAÑÓN, J. M., MARTÍNEZ-MARTÍNEZ, J. M., VIDAL, O. y GARCÍA-DUEÑAS, V. (2003): “Análisis estructural y evolución tectonometamórfica del basamento de las cuencas neógenas de Vera y Huércal-Overa, Béticas Orientales”, *Revista de la Sociedad Geológica de España* 16, pp. 193-211.
- CALVERT, A., F. (1903): *Impressions of Spain*, George Philip & Son Limited, London.
- CÁMALICH, M.^a D. y MARTÍN, D. (1999): *El territorio almeriense desde los inicios de la producción hasta finales de la Antigüedad. Un modelo: la depresión de Vera y cuenca del río Almanzora*, Consejería de Cultura de la Junta de Andalucía, Sevilla.
- CAROZZA, L., ROSTAN, P., BOURGARIT, D., MILLE, B., COQUINOT, Y., BURENS, A. y ESCANILLA ARTIGAS, N. (2010): “Un site métallurgique du Bronze ancien dans le vallon du Longet à Molines-en-Queyras (Hautes-Alpes): caractérisation du contexte archéologique et des déchets liés aux activités de métallurgie extractive”, *Archéologie de la Montagne Européenne, Actes de la table ronde internationale de Gap, Archéologie de l’espace montagnard: confrontation d’expériences européennes (septembre/octobre 2008)*, Errance, Paris, pp. 261-281.
- CARULLA, N. (1987): “Análisis geológico del territorio doméstico y del área de captación de Gatas”, *Proyecto Gatas. Sociedad y economía en el sudeste de España c. 2500-800 a.n.e. I. La prospección*

- arqueocológica* (Chapman, R., Lull, V., Picazo, M. y Sanahuja, M.^a E., eds.), British Archaeological Reports. International Series 348, Archaeopress, Oxford, pp. 132-152.
- CASTRO MART, P., CHAPMAN, R.W., GILI SURINACH, S., LULL SANTIAGO, V., MICÓ PÉREZ, R., RIHUETE HERRADA, C., RISCH, R. y SANAHUJA YLL, M. E. (1994): *Proyecto Gatas: La dinámica arqueocológica de la ocupación prehistórica*, Consejería de Cultura de la Junta de Andalucía, Sevilla.
- DELGADO-RAACK, S. (2008): *Prácticas económicas y gestión social de recursos técnicos (macro) líticos en la Prehistoria Reciente (III-I milenios AC) del Mediterráneo occidental*, Tesis Doctoral, Universitat Autònoma de Barcelona, Barcelona, <http://hdl.handle.net/10803/5528>.
- DOMERGUE, C. (1987): *Catalogue des mines et des fonderies antiques de la Péninsule Ibérique*, Publications de la Casa de Velázquez, Madrid.
- DOMERGUE, C. (1990): *Les Mines de la péninsule Ibérique dans l'Antiquité romaine*. École Française de Rome, Roma.
- FAVREAU, G., EYTIER, J.R. y ESCANILLA ARTIGAS, N. (2013): “Les mines de Cerro Minado, Huércal-Overa (Almería, Espagne)”, *Le Cahier des Micromonteurs* 121, pp. 3-122.
- GALE, D. (1990): “Prehistoric stone mining tools from Alderley Adege”, *Early mining in the British Isles. Actas del Workshop Early Mining en Plas Tan y Bwlch (17-19 noviembre 1989)* (Crew, P. y Crew, S., eds.), Snowdonia National Park Study Centre, Plas Tan y Bwlch, pp. 47-48.
- GALE, D. (1991): “The surface artifact assemblage for a prehistoric copper mine, Austria”, *Archaeological Sciences 1989* (Budd, P., Chapman, B., Jackson, C., Janaway, R. y Ottaway, B., eds.), Oxbow Monographs 9, Oxford, pp. 143-150.
- GARCÍA ASENSIO, E. (1908-1910): *Historia de la villa de Huércal-Overa y su comarca: precedida de un estudio físico-geológico de la cuenca del río Almanzora y terminando con la descripción política actual*, Martínez y Giménez, Murcia.
- GARCÍA SANJUÁN, L. y HURTADO PÉREZ, V. (2011): “Las dataciones radiocarbónicas de El Trastejón en el marco de la cronología absoluta de la Edad del Bronce (c. 2200-850 cal a.n.e) en el sur de la Península Ibérica”, *El asentamiento de El Trastejón (Huelva). Investigaciones en el marco de los procesos sociales y culturales de la Edad del Bronce en el suroeste de la Península Ibérica*, (Hurtado Pérez, V., García Sanjuán, L. y Hunt Ortiz, M. A., coords.), Junta de Andalucía, Sevilla, pp. 138-161.
- GARCÍA TORTOSA, F.J., LÓPEZ-GARRIDO, A.C. y SANZ DE GALDEANO, C. (2002): “Estratigrafía y estructura de la Unidad Los Tres Pacos: La controversia sobre el complejo “Almágride” en la Sierra de Almagro (Cordillera Bética, Almería, España)”, *Revista de la Sociedad Geológica de España* 15, pp. 15-25.
- GEODE. “Base de Datos de Cartografía Metalogenética [en línea]”, *Sistema de Información Geológica Continua: SIGECO, IGME*. (J. Navas ed.) [Fecha de consulta 01/12/2013], <http://cuarzo.igme.es/sigeco/default.htm>
- GONZÁLEZ, T. (1832): *Registro y relación general de minas de la Corona de Castilla*, Madrid.
- HUNT ORTIZ, M. A. (2003): *Prehistoric Mining and Metallurgy in South West Iberian Peninsula*, British Archaeological Reports. International Series 1188, Archaeopress, Oxford.
- HUNT ORTIZ, M. A. (2005): “La explotación de los recursos minerales en Europa y la Península Ibérica durante la prehistoria, *BOCAMINA Patrimonio minero de la Región de Murcia* (Antolinos, J.A. y Manteca, J.I. eds.), Ayuntamiento de Murcia, Murcia, pp. 3-20.
- INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA (1975): *Proyecto: Fase de exploración geológico-minera en la Reserva de Cuevas de Almanzora-Lubrin*, IGME, Madrid.
- LEWIS, A. (1990): “Underground exploration of the Great Orme copper mines”, *Early mining in the British Isles. Proceedings of the Workshop Early Mining en Plas Tan y Bwlch (17-19 noviembre 1989)* (Crew, P. y Crew, S., eds.), Snowdonia National Park Study Centre, Plas Tan y Bwlch, pp. 5-10.
- LINARES CASTELA, A. y GARCÍA SANJUÁN, L. (2010): “Contribuciones a la cronología absoluta del Megalitismo andaluz. Nuevas fechas radiocarbónicas de sitios megalíticos del Andévalo oriental (Huelva)”, *Menga* 1, pp. 135-150.
- LÓPEZ BURGOS, M.A. (2005): “La minería española en la obra impressions of Spain de Albert. F. Calvert”, *Cuadernos Geográficos* 37, pp. 227-270.
- LULL SANTIAGO, V., MICÓ PÉREZ, R., RIHUETE HERRADA, C. y RISCH, R. (2010): “Metal and social production relations of production in the 3rd and 2nd millenia BCE in the southeast of the Iberian Peninsula”, *Trabajos de Prehistoria* 67, pp. 323-347.

- MARÍN LECHADO, C., ROLDÁN GARCÍA F.J., PINEDA VELASCO A., MARTÍNEZ ZUBIETA P., RODERO PÉREZ, J. y DÍAZ PINTO, G. (2008): “Mapa Geológico Digital continuo E. 1: 50.000, Zonas internas de las Cordilleras Béticas. (Zona-2100)”, *GEODE. Mapa Geológico Digital continuo de España.[en línea]. Sistema de Información Geológica Continua: SIGECO*, IGME (Navas J., ed.) [20/10/ 2013], <http://cuarzo.igme.es/sigeco/default.htm>
- M.E.G.-HUÉRCAL-OVERA (1980), *Mapa geológico de España, 1:50.000: Huerca Overa*, I.G.M.E., Madrid.
- MONTERO RUÍZ, I. (1991): *Estudio arqueometalúrgico en el sudeste de la Península Ibérica*, Tesis Doctoral, Universidad Complutense de Madrid, Madrid.
- MONTERO RUÍZ, I. (1992): “La actividad metalúrgica en la Edad del Bronce del sudeste de la Península Ibérica: Tecnología e interpretación cultural”, *Trabajos de Prehistoria* 49, pp. 189-215.
- MONTERO RUÍZ, I. (1994): *El origen de la metalurgia en el Sudeste de la Península Ibérica*, Instituto de Estudios Almerienses, Almería.
- PASCALÉ, A. de (2003): ““Hammerstones from early copper mines”: sintesi dei ritrovamenti nell’Europa en el Mediterraneo orientale e prime considerazioni sui mazzuoli di Monte Loreto (IV millennio BC – Liguria)”, *Rivista di Studi Liguri* LXIX, pp. 5-42.
- PÉREZ MACÍAS, J.A. (1995): “Poblados, centros mineros y actividades metalúrgicas en el cinturón ibérico de piritas durante el Bronce Final”, *Actas del Congreso Tartessos 25 años después*, Biblioteca de Urbanismo y Cultura 14, Jerez de la Frontera, pp. 417-446.
- PÉREZ MACÍAS, J.A. y RIVERA, T. (2004): “Poblamiento en el grupo minero Sultana-San Rafael (Cala, Huelva) en la Edad de Bronce”, *Antiquitas* 16, pp. 67-81.
- PICKIN, J. (1990): “Stone tools and early metal mining in England and Wales”, *Early mining in the British Isles. Proceedings of the Workshop Early Mining en Plas Tan y Bwlch* (17-19 noviembre 1989) (Crew, P. y Crew, S., eds.), Snowdonia National Park Study Centre, Plas Tan y Bwlch, pp. 39-42.
- PICKIN, J y TIMBERLAKE, S. (1988): “Stone hammers and fire-setting: a preliminary experiment at Cwmystwyth mine, Dyfed”, *Bulletin of the Peal District Mines Historical Society* 10:3, pp. 165-167.
- POISSONNIER, B. (2002): “Pilons, broyeurs, bouchardes, marteaux et autres percuteurs: les interprétations fonctionnelles au risqué de l’expérimentation”, *Moudre et broyer. I. Méthodes, Actes de la Table-ronde de Clermont-Ferrand (1995 Paris)* (Procopiou, H. y Treuil R., dirs.), Éd. du Comité des travaux historiques et scientifiques, Paris, pp. 141-152.
- RIESER, B. y SCHRATTENTHALER, S. (2004): “Prähistorischer Kupferbergbau im Raum Schwaz/ Brixlegg (Nordtirol) – Geländebefunde und experimentelle Untersuchungen zur Schlägelschäftung“, *Alpenkupfer – Rame delle Alpi, Seminario Urgeschichtliche Kupfergewinnung im Alpenraum (Universität Innsbruck, 4-8 octubre 1995)* (Weisgerber, G. y Goldenberg, G., eds.), Deutsches Bergbaumuseum, Bochum, pp. 75-94.
- RISCH, R. (1995): *Recursos naturales y sistemas de producción en el Sudeste de la Península Ibérica entre 3000 y 1000 ANE*, Tesis Doctoral, Universitat Autònoma de Barcelona, Bellaterra.
- RISCH, R. (2002), *Recursos naturales, medios de producción y explotación social. Un análisis económico de la industria lítica de Fuente Álamo (Almería), 2250-1400 antes de nuestra era*, Iberia Archaeologica 3, P. von Zabern, Mainz.
- ROTHENBERG, B. y BLANCO-FREIJEIRO, A. (1981): *Ancient mining and metallurgy in south-west Spain*, Institute of Archaeo-Metallurgical Studies, Thames and Hudson, London.
- RUIZ MONTES, M., INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA. Informe Metalogenia Indicio 0996006. [Fecha de consulta 28/03/2012], <http://cuarzo.igme.es/bdmin/buscarIndicio.aspx>.
- SCHUBART, H., PINGEL, V. y ARTEAGA, O. (2000): *Fuente Álamo. Las excavaciones arqueológicas 1977-1991 en el poblado de la Edad del Bronce*, Consejería de Cultura de la Junta de Andalucía, Sevilla.
- SIRET, H. y SIRET, L. (1890): *Las primeras edades del metal en el sudeste de España: resultados obtenidos en las excavaciones hechas por los autores desde 1881 a 1887*, Imprenta de Henrich y Cia, Barcelona (Edición Facsímil, Consejería de Cultura, Murcia, 2006).
- STOS-GALE, Z. A., HUNT, M. y GALE, N. H. (1999): “Análisis elemental y de Isótopos de Plomo de objetos metálicos de Gatas”, *Proyecto Gatas 2. La Dinámica Arqueológica de la Ocupación Prehistórica* (Castro Martínez, P., Chapman, R., Gili I Suriñach, S., Lull Santiago, V., Micó Pérez, R., Rihuete Herrada, C., Risch, R. y Sanahuja Yll, M. E., eds.), Consejería de Cultura de la Junta de Andalucía, Sevilla, pp. 347-358.

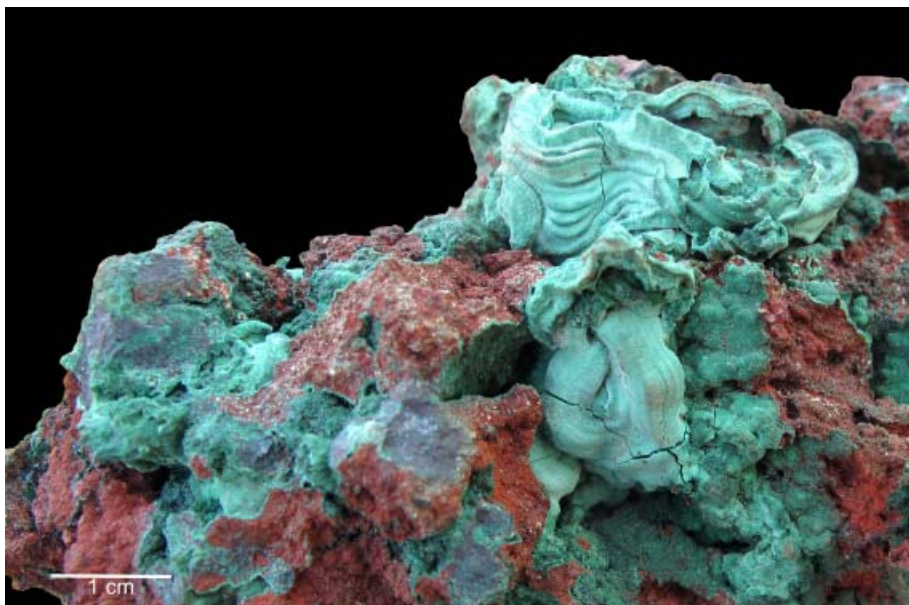
- STÖLLNER, T., EIBNER, C. y CIERNY, J. (2004): “Prähistorischer Kupferbergbau Arthurstollen – Ein neues Projekt im Südevier des Mitterberg-Gebietes (Salzburg)”, *Alpenkupfer – Rame delle Alpi, Seminario Urganische Kupfergewinnung im Alpenraum (Universität Innsbruck, 4-8 octubre 1995)* (Weisgerber, G. y Goldenberg, G., eds.), Deutsches Bergbaumuseum, Bochum, pp. 95-106.
- TIMBERLAKE, S. (1990): “Excavations and fieldwork on Copa Hill, Cwmystwyth, 1989”, *Early mining in the British Isles. Proceedings of the Workshop Early Mining en Plas Tan y Bwlch (17-19 noviembre 1989)*, (Crew, P. y Crew, S., eds.), Snowdonia National Park Study Centre, Plas Tan y Bwlch, pp. 22-29.
- TIMBERLAKE, S. y CRADDOCK, B. (2013): “Pre-historic metal mining in Britain: The study of cobble stone mining tools based on artifact study, ethnography and experimentation”, *Chungara, Revista de Antropología Chilena* 45:1, pp. 33-59.



Lám. I.—Fotografía del Cerro Minado en la actualidad (vista desde el sureste).



Lám. II.—Veta de malaquita junto a la cantera de la Cima y en el contacto entre las dolomías y las calizas magnesianas (pisos 3 y 4). En la base de esta veta se descubrió el pico MI-07 (ver infra).



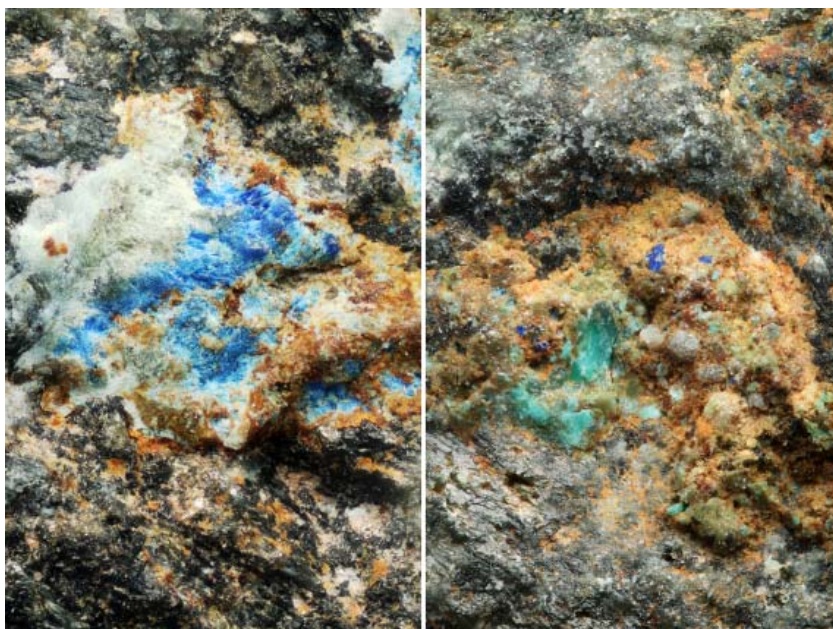
Lám. III.—Cuprita oxidada a malaquita procedente de la cantera de la cima de Cerro Minado. Aún conserva el núcleo de cuprita en algunos puntos (esquina inferior izquierda). Donación de Felipe García Miñarro.



Lám. IV.—Tramo de galería de posible origen prehistórico parcialmente colmatada con derrumbes procedentes del tramo superior. Obsérvese el muro de fortificación a la derecha de la imagen.



Lám. V.—Picos y percutores hallados en Cerro Minado (de arriba abajo y de izquierda a derecha: MI-26, MI-25, MI-3, MI-6) (fotografías J. A. Soldevilla).



Lám. VI.—Residuos de color verde y azul adheridos a la superficie de percusión de MI-2 (fotografías J. A. Soldevilla).