



Universitat Autònoma de Barcelona

ADVERTIMENT. L'accés als continguts d'aquesta tesi queda condicionat a l'acceptació de les condicions d'ús establertes per la següent llicència Creative Commons:  http://cat.creativecommons.org/?page_id=184

ADVERTENCIA. El acceso a los contenidos de esta tesis queda condicionado a la aceptación de las condiciones de uso establecidas por la siguiente licencia Creative Commons:  <http://es.creativecommons.org/blog/licencias/>

WARNING. The access to the contents of this doctoral thesis it is limited to the acceptance of the use conditions set by the following Creative Commons license:  <https://creativecommons.org/licenses/?lang=en>



**RECURSOS MINERALES DE COBRE
Y SU EXPLOTACIÓN PREHISTÓRICA
EN EL SUDESTE PENINSULAR
El valle del Guadalentín (Murcia)**

Nicolau Escanilla Artigas

Tesis Doctoral 2016

Universitat Autònoma de Barcelona

Departament de Prehistòria

Curs de Doctorat “Arqueologia Prehistòrica”

Any Acadèmic 2015-2016

Facultat de Lletres

Departament de Prehistòria



Universitat Autònoma de Barcelona

**RECURSOS MINERALES DE COBRE Y SU EXPLOTACIÓN
PREHISTÓRICA EN EL SUDESTE PENINSULAR**

El valle del Guadalentín (Murcia)

Tesis doctoral amb menció “Doctor Europeu” presentada per

Nicolau Escanilla Artigas

Director: Dr. Roberto Risch

Agradecimientos

Posiblemente escribir los agradecimientos sea una de las tareas más duras a las que te puedes enfrentar al terminar una tesis doctoral. En los casos en que la tesis es muy dilatada en el tiempo el reto es mayor, pues es mucha la gente que transita junto a ti en el devenir del día a día. Todos y todas ellas aportan en lo que uno es capaz de aprender, a veces inconscientemente y otras bajo ruegos y súplicas. Además, cuando uno escribe los agradecimientos tiene el amargo sabor en la boca de una despedida, por lo que a veces, parece más tu propio funeral que el final de una tesis.

Me gustaría poder acordarme aquí de toda aquella gente con la que he compartido y de la que he aprendido a lo largo de estos años, pero ello es imposible.

No puedo olvidarme, en primer lugar, de todo el equipo del Proyecto La Bastida. Gracias a los coordinadores del Proyecto, Vicente, Rafa, Cristina y a mi director de tesis, Roberto Risch por vuestra insaciable capacidad de trabajo, vuestro apoyo y por darme la posibilidad de trabajar en este inigualable proyecto que es La Bastida. De mis compañeros allí, y en el ASOME, agradezco con especial cariño a Camila, Elena, Carles y Selina, pero también a Claudia, Eva, María Inés, Jacinto, Peti, Mireia (Ache), Mireia (Celma), Perico, Lourdes, Joaquín, Jordi, Hendaya, Antonio, Bea, Raúl, sin olvidar a todos los obreros y obreras con los que compartimos capachos, legonas y sudor.

Aunque cuando llegué a La Bastida aún no sabía que haría una tesis de minería calcólica, fue el germen del que todo nació. Gracias a esta nueva vida, conocí personas fantásticas como Pedro y Felipe que, desde la mayor humildad me mostraron su sabiduría y conocimientos. Nunca les podré agradecer lo suficiente por ofrecerse a mostrarme las minas de cobre y los secretos que esconden. También a George Favreau y al equipo de mineralogistas francés, por abrir la luz sobre Cerro Minado.

De estas salidas y otras que realicé por mi cuenta, solo o acompañado, aprendí a querer a Murcia y a sus gentes, a descubrir sus ramblas, peñas y barrancos. No tengo la fértil pluma de L. Siret para describir el paisaje y las sensaciones como él lo hizo hace ya 130 años, pero estoy convencido que ese “presentir” el paisaje que es compartido. Un presentir que es más profundo de lo que somos capaces de percibir, y solo es posible cuando buscas minas perdidas en la nada, o te sorprende un atardecer en el Luchena. Porque Murcia y el Sudeste, es más que ese museo al aire libre que el mismo L. Siret describiera, es un lugar donde la Prehistoria y el presente se tocan como en ningún otro lugar. Pasear por los arruinados poblados clásicos de El Oficio, Ifre, Zapata, Parazuelos, La Ciñuela, pero también por La Bastida, La Tira y la Almoloya, es como una puerta a ese mundo pasado y sus gentes.

Durante estos últimos años he compartido experiencias y opiniones con varias personas que se dedican, como yo, a pelearse con piedras y metal. Guardo un especial recuerdo de las prospecciones con Salvador Rovira y Martina Renzi, pero también quiero agradecer a Ignacio Montero y Mercedes Murillo su apoyo.

De mi trabajo en los museos de Lorca y Murcia, debo agradecer a sus directores Andrés

Martínez y Luis de Miquel permitirme estudiar los materiales que custodian. También a Juana Ponce y María Martínez Alcalde por su inestimable ayuda y aportación.

Parte del trabajo se realizó en el CRMF de París gracias a una beca para estancias al extranjero de la AGAUR (BE-DGR) entre 2013-2014. Debo agradecer a la directora del C2RMF, Christiane Naffah, haberme permitido el acceso al laboratorio.

Esta tesis que presento no habría sido posible sin la ayuda de Benoît Mille y David Bourgarit, quienes me acogieron y me enseñaron cuanto pudieron en el noble arte de la arqueometalurgia. Por supuesto, los errores que he cometido en su práctica son míos, y a causa de mi propia inexperiencia o incapacidad. El agradecimiento por su ayuda y apoyo siempre será poco, pero espero que la amistad perdure. También tengo que agradecer la hospitalidad y ayuda de los compañeros y compañeras en el laboratorio parisino, inestimable en cuanto me mostraron los enigmas del MEB y de la DRX, resolvieron mis dudas y siempre estuvieron dispuestos hacia mí, pese a la sociopatía que desarrollé durante aquellos meses.

Quiero dedicar un especial agradecimiento en el apoyo recibido en la última etapa de mi tesis. Roberto me ha corregido, por partida doble, algunos de los capítulos más duros de leer, siempre con críticas constructivas que han permitido corregir, en lo posible, mis divergencias. Elena Molina y Vicente Lull también han contribuido a mejorar sensiblemente el texto que aquí se expone. Miguel ha dedicado un tiempo que no tenía en la traducción al inglés de la introducción y valoración final. Espero poder resarcir este don que me habéis dado con vuestra ayuda.

La Familia... Sí, siempre dejamos la familia en último lugar ya que son los más importantes, aquellos que pese a no tener más interés en el tema que la estima hacia mí, me han dado la vida para poder realizar este trabajo. El hecho de vivir en varios lugares da lugar a construir varias familias, aquellos que te perdonaran que no estés cuando te necesitan, aquellos que pese a ello seguirán estando a tu lado cuando los necesites.

A mis hermanos murcianos, Javi, Lidia, Toni y Rebeca os doy mi gratitud por dejarme formar parte de vuestra familia y formar parte de la mía. Bea, eres mi Ángel de la Guarda en Mallorca, y mucho más que una amiga.

Mis padres, hermanas y sobrinas han tolerado mis ausencias, por un trabajo que no me daba de comer y que no tenía fin. Han asumido mi parte del mantenimiento de la vida social y siguen estimándome. Por fin he acabado y se ha acabado la excusa.

Finalmente, y por ello lo más importante, "mis" tres mujeres. Tania, mi perra, ha visitado conmigo todas y cada una de las minas y yacimientos de Murcia, ha sido mi compañera más fiel en la soledad del monte y del despacho. De hecho, ha sido difícil escoger fotos de las prospecciones en las que no apareciera. Martina, que se ha unido a este viaje hace dos años, es el aliento del que ahora respiramos, su vida es nuestra vida para siempre. Magdalena, sobran las palabras por el apoyo y el amor recibido estos años, de tu incansable ayuda en todo, en darme vida en cada instante y en conectarme a un mundo, para mi extraño. Gracias Magdalena por todo.

Resumen

En este trabajo se presenta el estudio de la minería y metalurgia del III milenio cal ANE en el valle del Guadalentín (Murcia). Es el milenio que separa las primeras manifestaciones metalúrgicas de la consolidación de El Argar como estado. El estudio parte de dos ejes diferenciados: Los recursos naturales y los principales poblados con evidencias de reducción de minerales.

Se ha realizado una prospección extensiva de los depósitos minerales de cobre de todo el valle del Guadalentín cubriendo un área de 110 kilómetros en dirección SW-NE y 50 Km en dirección N-S. Durante estas prospecciones se han identificado tres minas de cobre explotadas durante la prehistoria, Cerro Minado (Huércal-Overa, Almería), Filón Consuelo (Cartagena, Murcia) y Balsicas (Mazarrón, Murcia). El estudio de su registro arqueológico y la comparación con el registro arqueometalúrgico del valle del Guadalentín durante la prehistoria reciente nos permiten proponer una cronología calcolítica para todas ellas.

Paralelamente, también se han prospectado y estudiado los principales asentamientos calcolíticos y del inicio de la Edad del Bronce. Gracias a ello hemos podido obtener un amplio conjunto de materiales vinculados a la reducción de minerales que permiten una aproximación, hasta ahora inédita, a la minería y metalurgia de la prehistoria reciente.

Un primer acercamiento analítico se ha realizado con el estudio químico de 160 minerales, tanto de minas de cobre como de poblados. Se ha utilizado preferentemente la pFRX sobre muestras molidas para tener tanto la composición del mineral de cobre como de la ganga que le acompaña. Gracias a ello hemos podido caracterizar geoquímicamente los recursos del valle del Guadalentín. Con ello, se ha realizado una propuesta de las estrategias de aprovisionamiento de mineral durante el Calcolítico. También nos ha permitido diferenciar aquellas minas con un potencial aprovechamiento prehistórico de aquellas que serían probablemente descartadas.

El estudio de los residuos metalúrgicos ha tenido por objetivo caracterizar de qué manera los minerales eran utilizados durante la reducción. Se ha trabajado analíticamente sobre 40 residuos -escorias, adherencias escorificadas sobre cerámicas y crisoles- mediante análisis con PIXE, DRX, microscopía óptica y MEB.

Los resultados obtenidos permiten definir una situación compleja y altamente transformativa que tuvo como principal referente la obtención intencional de cobre arsenical. La metalurgia del cobre arsenical, ya desde los primeros siglos de su desarrollo, denota un conocimiento avanzado de las propiedades de los minerales y su distribución en el territorio. La explotación de mineral y la producción de cobre se fue transformando conforme se transformaban las relaciones productivas entre hombres y mujeres durante el III milenio cal ANE. Así, la entrada del fenómeno Campaniforme supondrá una primera transformación importante de las estrategias mineras y metalúrgicas. El punto culminante de todo este proceso fue la implantación de El Argar como entidad política en todo el Sudeste al inicio del II milenio cal ANE. Con él se estatalizó la obtención de cobre, desapareciendo la minería y metalurgia extractiva del valle del Guadalentín.

Abstract

This work introduces a study of mining and metallurgy in the Guadalentín River valley (Murcia) in the 3rd-millennium cal BCE. This is the millennium that separates the first metallurgical manifestations in the region from the establishment of El Argar as a State. The study takes two separate contexts as a starting point: the natural resources and the main settlements with evidence of copper smelting.

An extensive survey has been undertaken which focused on the copper ore deposits of the whole of the Guadalentín valley, in an area of 110 km in a SW-NE axis and 50 km in a N-S axis. In the course of these surveys three mines with evidence of prehistoric mining have been identified: Cerro Minado (Huércal-Overa, Almería), Filón Consuelo (Cartagena, Murcia) and Balsicas (Mazarrón, Murcia). The analysis of their archaeological evidence and the respective comparison with the Late Prehistoric archaeometallurgical record of the Guadalentín valley allows us to propose dating all of them to the Copper Age.

In parallel, the main settlements of the Copper Age and beginnings of the Bronze Age have also been examined. Thanks to this, we have been able to obtain a wide range of materials tied to the smelting of ores that allow for a hitherto unseen approach to Late Prehistoric mining and metallurgy.

A first scientific approach was performed through the chemical study of 160 ores, both from copper mines and settlements. There has been a preference for the use of pFRX on ground samples in order to learn the composition of both the copper ore and the associated gangue. Thanks to this method we have been able to characterise the resources of the Guadalentín valley geo-chemically. As a result, we have put forward a proposal concerning the Copper Age supply strategies. It has also made possible differentiating the mines with potential prehistoric use from those likely to have been dismissed.

The study of the metallurgical debris had the goal of defining how ores were used during smelting. Analytical work was performed on 40 samples of copper smelting and melting debris –slags, slagged ceramics and crucibles - through PIXE, DRX, optical microscopic and SEM analysis.

The results have led me to define a complex and highly shifting situation whose main pivot was the intentional production of arsenical copper. From the very first centuries of its development, this arsenical copper metallurgy reveals an advanced knowledge of the properties of the ores and their distribution in the territory. The exploitation of ores and the production of copper shifted progressively along with the productive relations between men and women during the 3rd millennium cal BCE. Thus, the advent of the Bell Beaker phenomenon meant a first major transformation of the mining and metallurgical strategies. The climax of the larger process was the establishing of El Argar as a political entity in the whole of south-eastern Iberia at the beginning of the 2nd millennium BCE. This made the procurement of copper a State prerogative, resulting in the disappearance of mining and extractive metallurgy from the Guadalentín valley.

INDICE

AGRADECIMIENTOS	3
RESUMEN.	7
ABSTRACT	9
1. A_PRESENTACIÓN.	19
1.1. PLANTEAMIENTO TEÓRICO	21
1. B_PRESENTATION.	25
1.2. THEORETICAL BACKGROUND	27
2. METODOLOGÍA DE ESTUDIO	31
2.1. PROSPECCIÓN.	31
2.1.1. PROSPECCIÓN DE LOS INDICIOS METALOGENÉTICOS	31
2.1.1.1. Fuentes documentales.	32
2.1.1.2. Trabajo de campo	34
2.1.2. PROSPECCIÓN ARQUEOLÓGICA DE LOS ASENTAMIENTOS CON METALURGIA	35
2.1.2.1. Fuentes documentales.	36
2.1.2.2. Registro de materiales	37
2.2. ESTUDIO ANALÍTICO	37
2.2.1. TÉCNICAS Y EQUIPOS UTILIZADOS	38
2.2.1.1. Fluorescencia de Rayos-X portátil (pFRX)	38
2.2.1.2. Emisión de rayos-X inducido por partículas (PIXE- Acelerador Grand Louvre).	39
2.2.1.3. Difracción de Rayos-X (DRX)	40
2.2.1.4. Cálculo de densidades.	40
2.2.1.5. Microscopio Óptico.	41
2.2.1.6. Microscopio electrónico de barrido (MEB o SEM)	41
2.2.2. METODOLOGÍA ANALÍTICA	42
2.2.2.1. Premisas del estudio químico	42
2.2.2.2. Selección de muestras minerales	45
2.2.2.3. Selección de muestras de residuos metalúrgicos	45
2.2.2.4. Distribución del conjunto seleccionado	46
2.2.2.5. Preparación de muestras en polvo para pFRX, PIXE y m-DRX	46
2.2.2.6. Preparación de escorias para su observación al microscopio.	47
2.2.2.7. La selección de los elementos representativos	48

*Recursos minerales de cobre y su explotación prehistórica en el sudeste peninsular
El valle del Guadalentín.*

2.2.2.8. Presentación de los resultados químicos.	48
2.2.2.9. Precisión y exactitud de los análisis pFRX y PIXE en minerales y escorias . . .	51
2.2.2.10. Estudio comparativo entre pFRX y PIXE	55
2.2.2.11. Análisis microscópico	58
3. PROSPECCIONES ARQUEOMINERAS EN LA FACHADA LITORAL Y PRELITORAL DE MURCIA	61
3.1. MEDIO FÍSICO, GEOLÓGICO Y METALOGENÉTICO	61
3.1.1. MEDIO FÍSICO	61
3.1.2. SÍNTESIS GEOLÓGICA	63
3.1.3. SÍNTESIS METALOGENÉTICA DE LOS RECURSOS DE COBRE.	66
3.1.4. MINERÍA CONTEMPORÁNEA	67
3.1.4.1. La minería del cobre	70
3.2. RESULTADOS DE LAS PROSPECCIONES DE LOS INDICIOS METALOGENÉTICOS	73
3.2.1. SIERRA DE ORIHUELA	74
3.2.1.1. Geografía.	74
3.2.1.2. Geología	74
3.2.1.3. Metalogenia y minería	75
3.2.1.4. Cabezo de la Fuente (ID89) y Cerro de la Mina	77
3.2.1.5. Composición química de los minerales	84
3.2.1.6. Síntesis arqueológica.	85
3.2.2. SIERRA ESPUÑA.	86
3.2.2.1. Geografía	86
3.2.2.2. Geología	87
3.2.2.3. Metalogenia y minería	88
3.2.2.4. Minas de cobre	90
3.2.2.5. Composición química de los minerales	91
3.2.2.6. Síntesis arqueológica	92
3.2.3. SIERRA DE LA TERCIA.	92
3.2.3.1. Geografía	92
3.2.3.2. Geología	93
3.2.3.3. Metalogenia y minería	95
3.2.3.4. Minas de cobre	95
3.2.3.5. Composición química de los minerales	98
3.2.3.6. Síntesis arqueológica.	98
3.2.4. SIERRA DE LA TORRECILLA	100
3.2.4.1. Geografía	100
3.2.4.2. Geología	101

*Recursos minerales de cobre y su explotación prehistórica en el sudeste peninsular
El valle del Guadalentín.*

3.2.4.3. Metalogenia y minería	102
3.2.4.4. Minas de cobre	103
3.2.4.5. Composición química de los minerales	109
3.2.4.6. Síntesis Arqueológica	110
3.2.5. SIERRA DE ALMAGRO Y CERRO MINADO.	111
3.2.5.1. Geografía	112
3.2.5.2. Geología	112
3.2.5.3. Metalogenia y minería	114
3.2.5.4. Cerro Minado (ID88) y la minería del cobre.	115
3.2.5.5. Composición química de los minerales	130
3.2.5.6. Síntesis arqueológica.	133
3.2.6. SIERRA DE ENMEDIO.	135
3.2.6.1. Geografía	135
3.2.6.2. Geología	136
3.2.6.3. Minería y Metalogenia	137
3.2.6.4. Minas de Cobre	138
3.2.6.5. Composición química de los minerales	142
3.2.6.6. Síntesis Arqueológica	142
3.2.7. SIERRA DE ALMENARA	143
3.2.7.1. Geografía	143
3.2.7.2. Geología	145
3.2.7.3. Minería y Metalogenia	147
3.2.7.4. Minas de Cobre	149
3.2.7.5. Composición química de los minerales	164
3.2.7.6. Síntesis Arqueológica	166
3.2.8. SIERRA DEL ALGARROBO	168
3.2.8.1. Geografía	168
3.2.8.2. Geología	168
3.2.8.3. Minería y Metalogenia	170
3.2.8.4. Minas de Cobre	171
3.2.8.5. Composición química de los minerales	176
3.2.8.6. Síntesis Arqueológica	177
3.2.9. SIERRA CARTAGENA	177
3.2.9.1. Geografía	178
3.2.9.2. Geología	179
3.2.9.3. Minería y Metalogenia	180
3.2.9.4. El Filón Consuelo (ID79) y la minería del cobre	182

3.2.9.5. Composición química de los minerales	189
3.2.9.6. Síntesis Arqueológica	191
3.3. RECAPITULACIÓN DE LAS PROSPECCIONES ARQUEOMINERAS	192
4. MINERÍA PREHISTÓRICA DE COBRE. ELEMENTOS PARA SU CARACTERIZACIÓN	199
4.1. FUENTES HISTÓRICAS PARA EL ANÁLISIS DE LA MINERÍA PREHISTÓRICA	199
4.2. EL ORIGEN DEL ESTUDIO DE LA MINERÍA PREHISTÓRICA EN LA PENÍNSULA IBÉRICA (1840-1925).	201
4.3. LA MINERÍA DEL COBRE DEL V AL III MILENIO ANE. ESTADO ACTUAL DE LA INVESTIGACIÓN.	209
4.3.1. MINERÍA PREHISTÓRICA EN LA PENÍNSULA IBÉRICA	209
4.3.1.1. Minería no metálica	211
4.3.1.2. Cordillera Cantábrica	213
4.3.1.3. Montes Vascos	219
4.3.1.4. El Nordeste	221
4.3.1.5. Islas Baleares.	225
4.3.1.6. El Alto Guadalquivir y las tierras giennenses	226
4.3.1.7. El Sudoeste	229
4.3.2. LA MINERÍA PREHISTÓRICA EN EUROPA	236
4.3.2.1. El largo camino hasta la minería del cobre	237
4.3.2.2. Sudeste de Europa	239
4.3.2.3. Liguria (Italia)	241
4.3.2.4. Distritos de Cabrières y Fayet (<i>Midi</i> , Francia)	242
4.3.2.5. Los Alpes Franceses	244
4.3.2.6. Islas Británicas.	247
4.4. CARACTERIZACIÓN DE LA EXPLOTACIÓN MINERA DURANTE EL CALCOLÍTICO Y EL BRONCE INICIAL	249
4.4.1. TIPOS DE LABORES	249
4.4.2. HERRAMIENTAS E IMPLEMENTOS MINEROS	252
4.4.2.1. Los percutores macrolíticos. Mazas y picos	255
4.4.3. MINERALES EXPLOTADOS	261
4.4.4. RESTOS HUMANOS EN CONTEXTOS MINEROS PENINSULARES	263
5. CALCOLÍTICO, BRONCE INICIAL Y METALURGIA	267
5.1. CALCOLÍTICO Y BRONCE INICIAL	267
5.1.1. PRESENCIA DE RESIDUOS METALÚRGICOS DURANTE EL CALCOLÍTICO Y EL BRONCE INICIAL EN EL SUDESTE.	272

5.2. INVENTARIO DE YACIMIENTOS	274
5.2.1. POBLADOS DEL CALCOLÍTICO INICIAL Y PLENO	276
5.2.2. POBLADOS DEL CALCOLÍTICO FINAL	296
5.2.3. POBLADOS DE TRANSICIÓN	304
5.2.4. POBLADOS ARGÁRICOS.	308
5.2.5. CONTEXTO IMPRECISO	317
5.3. TEMPORALIDAD Y DINÁMICAS DE LA METALURGIA DURANTE EL III MILENIO CAL ANE	319
6. GESTIÓN DE LOS RECURSOS MINERALES DE COBRE	323
6.1. CLASIFICACIÓN A PARTIR DE LAS SUSTANCIAS PRINCIPALES DE LOS MINERALES	324
6.1.1. DESCRIPCIÓN DE LAS CLASES (NIVEL 1)	327
6.1.2. DESCRIPCIÓN DE LOS GRUPOS (NIVEL 2)	329
6.1.3. DESCRIPCIÓN DE LOS SUBGRUPOS (NIVEL 3)	330
6.1.4. DISTRIBUCIÓN DEL CONJUNTO	331
6.1.5. VISIBILIZANDO EL ARSÉNICO A PARTIR DEL SUBGRUPO “A”	338
6.1.6. ALGUNAS NOTAS SOBRE EL SULFURO	340
6.1.7. HACIA UNA CARTOGRAFÍA QUÍMICA DE LOS RECURSOS DE COBRE	340
6.1.8. ÁREAS POTENCIALES DE CAPTACIÓN DE LOS POBLADOS	341
6.2. ESTUDIO DE LOS PATRONES DE IMPUREZAS DOMINANTES.	345
6.2.1. MATRÍCULAS Y CARTOGRAFÍA DE LOS PATRONES DE IMPUREZAS	346
6.2.2. APROXIMACIÓN ESTADÍSTICA	349
6.2.3. EVALUACIÓN DETALLADA DEL REGISTRO DE LOS POBLADOS	353
6.2.3.1. Parazuelos	353
6.2.3.2. Agua Amarga	355
6.2.3.3. La Ciñuela	358
6.2.3.4. El Cerro de la Cueva de la Moneda.	363
6.2.3.5. La Bastida	365
6.3. RECAPITULACIÓN DEL ESTUDIO QUÍMICO DE LOS MINERALES	367
7. LOS RESIDUOS METALÚRGICOS DE LOS ASENTAMIENTOS	371
7.1. METALURGIA EXTRACTIVA PREHISTÓRICA EN EL SUR PENINSULAR	371
7.1.1. LA COMPOSICIÓN DE LOS ARTEFACTOS METÁLICOS DEL III MILENIO CAL ANE EN EL ÁREA DEL GUADALENTÍN.	377
7.2. ESTUDIO DE LOS RESIDUOS METALÚRGICOS DEL VALLE DEL GUADALENTÍN.	379

*Recursos minerales de cobre y su explotación prehistórica en el sudeste peninsular
El valle del Guadalentín.*

7.2.1. DEFINICIÓN, CLASIFICACIÓN Y PROPIEDADES DEL REGISTRO ANALIZADO	382
7.2.2. COBRE Y ARSÉNICO EN LOS RESIDUOS METALÚRGICOS	387
7.2.2.1. Parazuelos	388
7.2.2.2. Agua Amarga	392
7.2.2.3. Carboneros	406
7.2.2.4. La Ciñuela	411
7.3. RECAPITULACIÓN DEL ESTUDIO DE LOS RESIDUOS METALÚRGICOS	415
8. A. VALORACIÓN Y DISCUSIÓN. DE MINERÍA, MINERALES Y COBRE ARSENICAL	421
8.1. PRINCIPALES RESULTADOS POR ÁMBITO DE ESTUDIO	421
8.1.1. MINERÍA PREHISTÓRICA	421
8.1.2. LA PROCEDENCIA DE LOS MINERALES DE LOS POBLADOS.	424
8.1.3. MINERALES Y METALURGIA EN LOS ASENTAMIENTOS.	427
8.2. LA GESTIÓN DE LOS RECURSOS DE COBRE, UN MODELO EXPLICATIVO	432
8.2.1. LA DISTRIBUCIÓN DE LOS RECURSOS MINERALES Y SU SELECCIÓN	433
8.2.2. EL CAMBIO DE VALOR DE LOS MINERALES A PARTIR DE LOS ARTEFACTOS..	434
8.2.3. UNA PROPUESTA INTERPRETATIVA DEL REGISTRO ARQUEOLÓGICO	436
8. -B. DISCUSSION: ON MINING, ORES AND ARSENICAL COPPER	441
8.1. MAIN RESULTS ACCORDING TO FRAMEWORK	441
8.1.1. PREHISTORIC MINING	441
8.1.2. THE PROVENANCE OF THE ORES FROM THE SETTLEMENTS.	444
8.1.3. ORES AND METALLURGY IN THE SETTLEMENTS	447
8.2. THE MANAGEMENT OF COPPER RESOURCES: AN ACCOUNT	452
8.2.1. THE DISTRIBUTION OF THE RAW MATERIALS AND THEIR SELECTION	453
8.2.2. THE SHIFT IN <i>VALUE</i> OF THE ORES FROM THE EVIDENCE OF ARTEFACTS.	454
8.2.3. A PROPOSED INTERPRETATION OF THE ARCHAEOLOGICAL RECORD.	456
9. BIBLIOGRAFÍA.	460
LISTA FIGURAS	503
LISTA TABLAS	517

EN CD:

ANEXO 1: FICHAS DE MINAS	520
ANEXO 2: FICHAS DE REGISTRO DE MATERIALES.	642
ANEXO 3: LISTADO DE MINAS CATALOGADAS POR EL IGME.	767
ANEXO 4: RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS	776
ANEXO 5: DATACIONES RADIOCARBÓNICAS	814

1. A_Presentación

Esta tesis sobre la minería y metalurgia durante el Calcolítico en el valle del Guadalentín obedece a los propios condicionantes del registro arqueológico. En un principio, el trabajo debía centrarse en la potencialidad de los depósitos minerales de cobre para surtir de materia prima a yacimientos como La Bastida de Totana, considerado como un poblado nuclear del estado argárico (2200-1550 cal ANE). El Proyecto Bastida que justo nacía a finales del 2008 (Lull et al. 2009) debía ser el eje referencial sobre el que pivotar la investigación doctoral. Este proyecto, mediante sus excavaciones arqueológicas, debía aportar un registro arqueometalúrgico con el que comparar los datos procedentes de las minas. Para poder emprender un estudio con el mínimo de garantías era obligatorio trabajar con materiales relacionados con las primeras etapas de la producción de metal, lo que se conoce como metalurgia extractiva y que afecta a minerales, restos de estructuras o contenedores de reducción y lo que genéricamente se identifica como escorias¹.

Tras la excavación de unos 6000 m² en La Bastida no localizamos materiales que permitieran un estudio comparativo con los depósitos minerales. La revisión de las excavaciones de yacimientos argáricos en el valle del Guadalentín, tanto a partir de la bibliografía como en las colecciones de los museos arqueológicos de Murcia y Lorca, tampoco aportaron registros de metalurgia extractiva argárica confirmados. Ni siquiera una primera prospección de los afloramientos de cobre en la sierra de la Tercia, realizada por Erica Hanning y Gerd Goldenberg (2009)² logró aportar ninguna evidencia de minería prehistórica que se pudiese relacionar con La Bastida. Las únicas evidencias seguras y contextualizadas de minería y metalurgia extractiva argárica estaban a más de 300 km de la Bastida, en las estribaciones orientales de sierra Morena (Moreno Onorato et al. 2010; Lull et al. 2010c).

Una opción planteada era trabajar exclusivamente con isótopos de plomo y comparar los campos isotópicos de las minas con los metales utilizados y amortizados en La Bastida y otros poblados cercanos. Esta práctica ha sido la habitual en algunos estudios de metales argáricos ante la ausencia de metalurgia extractiva. Los estudios isotópicos realizados hasta la fecha únicamente han podido determinar consistencias sólidas entre algunos artefactos metálicos y los depósitos de cobre de sierra Morena, especialmente entre las minas del valle del Rumblar con el poblado metalúrgico de Peñalosa (Stos-Gale et al. 1999; Montero Ruiz y Murillo Barroso 2010; Hunt et al. 2011; Murillo et al. 2015). Estos mismos estudios reflejan cierta dispersión isotópica de los artefactos, que ha sido identificada con un abastecimiento heterogéneo de mineral. Por ello, se ha sugerido la posible explotación otros distritos mineros. Entre estos cabe citar los de Mazarrón, Cartagena o sierra Almagrera (Montero Ruiz y Murillo Barroso 2010).

1 Pese a englobar otros residuos como conglomerados de horno o minerales parcialmente fundidos.

2 También en el marco del Proyecto Bastida.

Los tres distritos comparten su génesis metalogenética y la diferenciación mediante isótopos de plomo es extremadamente compleja. Ello implica que, incluso con suerte, los isótopos de plomo no permitirían distinguir dos de los principales distritos mineros del área de estudio, el de Mazarrón y el de Cartagena, ni diferenciarlos de las sierras de Almagro, Bédar o Cabrera, en Almería.

A partir de estas observaciones, sustentar todo el trabajo en los isótopos de plomo, además de extremadamente costoso, era asumir una alta probabilidad de que los resultados no permitieran superar el estado actual de conocimiento. Por el contrario, sí contaba con abundantes referencias a la reducción de minerales durante el Calcolítico, vinculada a espacios de actividad doméstica y definida siempre como “local” (Lull et al. 2010c). *A priori*, esta metalurgia se nutriría de una explotación esporádica de los “ricos” criaderos de cobre del valle del Guadalentín. Este (*pre*)supuesto, también se aplicaba a la producción metalúrgica argárica de la zona, pese a la ausencia de registro arqueológico. Comprender las estrategias de abastecimiento de mineral durante el Calcolítico sería un elemento clave para entender lo que sucedió durante El Argar.

El registro arqueometalúrgico calcolítico, además de los residuos de reducción, también incluía minerales. La presencia de materia prima bajo la condición de arteusos aseguraba poder comparar entre materiales que no habían sufrido procesos térmicos, más allá del posible ataque con fuego. Su potencial comparativo era mucho mayor ya que durante la reducción la alteración química de la materia es drástica. Poder verificar la utilización de esos minerales de los asentamientos mediante el estudio de los residuos metalúrgicos era otro elemento fundamental para dotar de sentido el trabajo. Es por ello que esta investigación aborda efectivamente el rango temporal que va del ca. 2800 cal ANE y las primeras manifestaciones metalúrgicas, hasta ca. 2000 cal ANE cuando se abandona La Ciñuela (Mazarrón, Murcia) y con ella la metalurgia extractiva local en el levante murciano.

Pero en el registro arqueometalúrgico del valle del Guadalentín había otra ausencia, o más bien olvido. Cuando iniciamos el trabajo partíamos de la base que hasta ahora no se había documentado explotación minera prehistórica de cobre en las minas de la zona³. La ausencia de registro se justificaba con la hipótesis de que la explotación minera prehistórica no había dejado trazas en el sudeste Ibérico, o que éstas eran tan débiles que habían desaparecido bajo la intensa explotación industrial de los siglos XIX y XX (Montero Ruiz 1999). Esta afirmación planteaba una evidente paradoja al no explicar por qué en sierra Morena o Huelva, donde la minería histórica y contemporánea de minerales de cobre había sido más intensa que en el Sudeste, sí existía un completo registro material de minería prehistórica (Hunt Ortiz 2005). Así pues, quedaba la obligada

3 La ausencia de resultados nunca había sido tal ya que C. Domergue sí encontró herramientas macro-líticas y restos de labores prehistóricas en el Filón Consuelo (Cartagena, Murcia) (Domergue 1987).

prospección de los indicios minerales de cobre, una prospección que debía enfocarse más allá de la recolección de muestras para poder identificar una minería prehistórica invisible.

En base a estos puntos se generó el objeto de estudio que centra y ordena la temática de esta investigación. Un trabajo que ha navegado entre las ausencias para aspirar a entenderlas.

El trabajo se divide en dos grandes bloques, además del capítulo 2, dedicado a cuestiones metodológicas. El primer bloque ocupa los capítulos 3, 4 y 5 y sirve para situar el trabajo analítico en su contexto metalogenético y arqueológico. El capítulo 3 aborda las prospecciones arqueomineras efectuadas en la zona y presenta su contexto geológico, metalogenético y minero. Las prospecciones se han dividido por sierras o relieves montañosos, delimitados cada uno como una unidad de estudio.

Los resultados de este capítulo son puestos en relación con el contexto minero europeo y peninsular en el capítulo 4. Cuando era relevante se ha visibilizado la metalurgia asociada a cada contexto de explotación minera. Es importante poder entender si ambas actividades de transformación comparten un desarrollo paralelo de los procesos técnicos y si ambos reflejan las mismas prácticas socio-políticas.

El capítulo 5 da sentido histórico a la minería prehistórica al situar las comunidades que poblaron el valle del Guadalentín durante la prehistoria reciente y su producción metalúrgica. Se presentan las prospecciones de los poblados y el estudio de las colecciones de materiales procedentes de museos. Con ello se establece el contexto metalúrgico que puede ponerse en relación a la minería documentada.

En el capítulo 6 se aborda la parte analítica con los minerales. Desarrollamos el estudio del quimismo de los minerales y establecemos un sistema clasificatorio que permite la comparación entre minas y poblados.

El capítulo 7 se centra en el estudio de los residuos metalúrgicos. Más concretamente, el trabajo focaliza la relación entre los residuos, principalmente vasijas metalúrgicas y escorias de reducción, y los minerales de cada asentamiento en que se ha trabajado.

Finalmente, el capítulo 8 ejerce de confluencia entre los resultados de la minería, los minerales y la metalurgia. En él se restituyen las prácticas sociales de las comunidades que extrajeron el mineral, lo llevaron a los asentamientos y lo transmutaron en metal. De este modo concluimos con una propuesta de la organización sociopolítica de esas prácticas sociales en el marco histórico en el que tuvieron sentido.

1.1. Planteamiento teórico

La hipótesis principal de nuestro trabajo se elabora influenciada por la Teoría de las

prácticas sociales (Castro et al. 1996b). Partimos de que unas prácticas socio-económicas concretas⁴, expresadas materialmente en los procesos técnico-tácticos, generan una materialidad específica, tanto en el plano de los artefactos como de los arteusos.

No obstante, los procesos tecnológicos vienen mediados por un conjunto de prácticas socio-políticas, que pueden restringirlos mediante prohibiciones, tabús o anulando su valor de uso y social. Las prácticas socio-políticas también pueden incentivar los procesos técnicos mediante intercambio de objetos o ideas (redes de circulación) y adoptando un alto valor de uso y de cambio de los productos obtenidos. Es decir, los procesos tecnológicos que documentamos arqueológicamente no representan lo que esos hombres y mujeres saben hacer, expresan lo que les dejan hacer⁵.

El registro material más relevante para identificar las prácticas vinculadas a la producción minero-metalúrgica será la presencia y/o ausencia de minerales, residuos metalúrgicos, metales y herramientas de trabajo como percutores de diversa índole. El registro arqueológico que venimos de enumerar puede encontrarse tanto en minas como en poblados, y nos informa de los minerales explotados por hombres y mujeres durante la prehistoria. Mediante el análisis arqueometalúrgico este registro antrópico puede compararse y relacionarse con la distribución natural de recursos minerales de cobre en un territorio.

En nuestro caso concreto, la relación entre el registro antrópico (tanto en su plano de arteuso como artefactual) y el mineral (en su plano de circundato) nos permite resolver sí las comunidades prehistóricas establecieron una selección consciente de los minerales explotados, ya fuera por sus mejor rendimiento metalúrgico o para obtener un metal específico. O, por el contrario, si la explotación minera obedece a la propia distribución de recursos minerales en el territorio. (Fig. 1.1).

Partiendo de lo expuesto, la hipótesis principal sobre la que se construye este trabajo se puede articular como sigue:

La selección de los minerales es consecuencia de una estrategia de abastecimiento enfocada, principalmente, a la obtención de artefactos de cobre arsenical. Pero esta intencionalidad está condicionada por varios factores interrelacionados: (1) la disponibilidad y distribución de minerales en el territorio, (2) las redes de circulación de ideas (know how) y materia prima definidas por las relaciones socio-políticas y (3) la praxis tecnológica para identificar o aprovechar estos minerales.

4 Siempre en relación al conjunto de prácticas sociales.

5 En algunas sociedades que potencie el desarrollo tecnológico como forma de poder político, el registro arqueológico puede llegar a expresar la capacidad técnica. Quizás, a parte del momento histórico actual, es durante el período romano cuando se potenció en mayor medida el desarrollo tecnológico como medio de poder político. Pero incluso en estos casos la tecnología queda supeditada al poder político, restringiéndola hasta que es domesticada.

Para poder validar o refutar esta hipótesis la investigación que planteamos caracterizará sistemáticamente el conjunto de depósitos minerales de cobre. Las evidencias de minería prehistórica nos servirán para conocer si hay una pauta en los minerales explotados que se cotejará con los minerales presentes en los poblados. Más allá de intentar establecer la procedencia de estos minerales, la intención es determinar que minerales eran de interés para la minería prehistórica. Con ello se aspira establecer consistencias y áreas de potencial aprovechamiento de los recursos de cobre durante la prehistoria reciente.

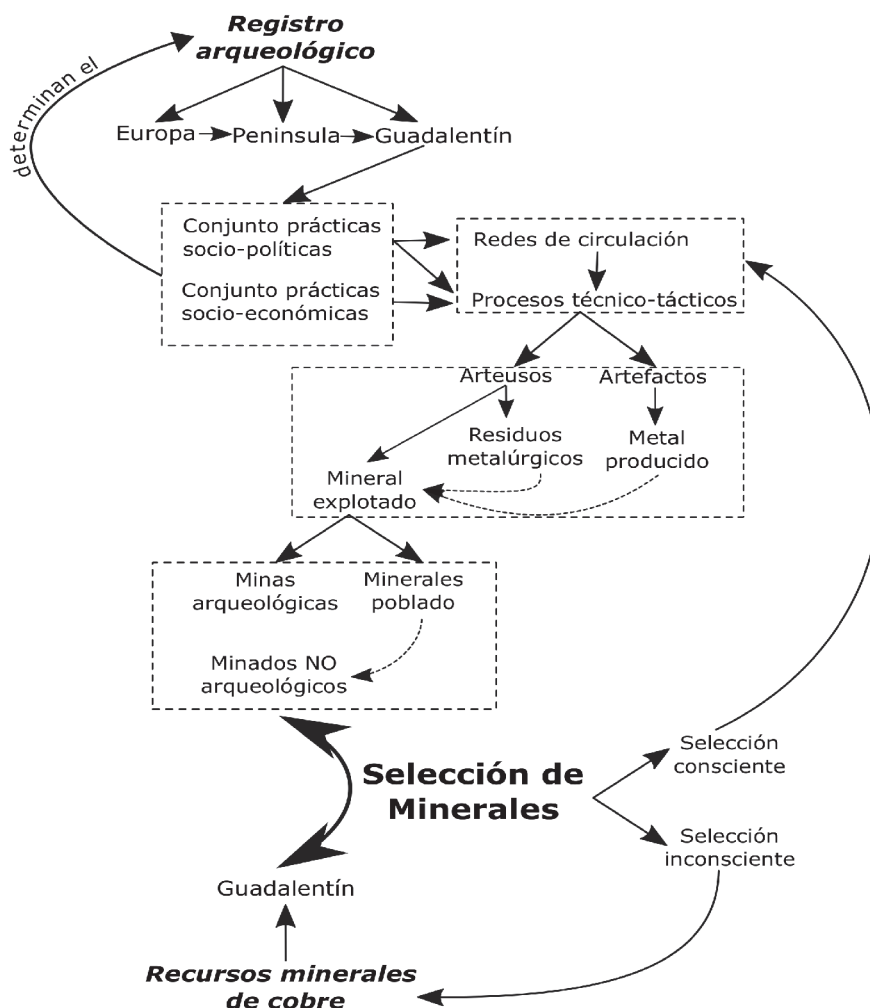


Figura 1.1_Esquema conceptual del desarrollo metodológico de la investigación.

*Recursos minerales de cobre y su explotación prehistórica en el sudeste peninsular
El valle del Guadalentín.*

1. B_Presentation

This dissertation on mining and metallurgy in the valley of the Guadalentín during the Copper Age responds to the determinants of the archaeological record. At first, it was meant to focus on the potential of copper deposits to supply ore to Argaric sites such as La Bastida (Totana, Murcia), considered a core settlement of the El Argar State (2200-1550 cal BCE). The Bastida Project, which emerged precisely in late 2008 (Lull et al. 2009), was intended as the main pivot of this doctoral investigation. Through its archaeological excavations, this project would provide an archaeometallurgical record to which the data deriving from the study of mines could be compared. In order to carry out a study with the minimal standards it was necessary to work with the materials associated with the first stages of metalwork, which is known as extractive metallurgy and comprises ores and smelting debris, such as partially reduced ores, crucible fragments, furnace conglomerate and furnace slags (Bachmann 1980).

Even after some 6000 m² at La Bastida had been excavated, we had not been able to find material that would allow for a comparative study of ore deposits. The re-examination of the excavations of Argaric sites in the valley of the Guadalentín Valley, through both the bibliography and the collections of the archaeological museums of Murcia and Lorca, was equally unable to provide confirmed records of Argaric extractive metallurgy. Not even a first survey of the copper outcrops in the Sierra de la Tercia, conducted by Erica Hanning and Gerd Goldenberg (2009)⁶ was able to offer any kind of evidence of prehistoric mining that could be related to La Bastida. The only secure and well-contextualised evidence of Argaric mining and extractive metallurgy was found more than 300 km away from La Bastida, in the eastern foothills of Sierra Morena (Lull et al. 2010; Moreno Onorato et al. 2010)⁷.

One option initially considered was to work exclusively with lead isotopes and compare the isotopic fields of the mines with the metals used and deposited at La Bastida and other nearby settlements. This practice has been customary in some studies of Argaric metals in the absence of evidence of extractive metallurgy. The isotopic studies undertaken up to the present have only been able to determine solid consistencies between some metal artefacts and the ore deposits of Sierra Morena, especially between the mines of the valley of the Rumblar River and the metallurgical site of Peñalosa (Stos-Gale et al. 1999; Montero Ruiz y Murillo Barroso 2010; Hunt et al. 2011; Murillo et al. 2015). The same studies point to a certain isotopic dispersal of the objects, which has been identified as corresponding to a heterogeneous ore supply. For this reason, the possibility that other mining districts were exploited has been suggested. Among these we must mention those of Mazarrón, Cartagena and Sierra Almagrera (Montero Ruiz y Murillo

⁶ Also in the framework of the Bastida Project.

⁷ Despite numerous reports and “discoveries”, the only Argaric metallurgical residues to be analysed and classified as deriving from the smelting of copper ores come from the site of Peñalosa (Baños de la Encina, Jaén).

Barroso 2010). The three districts have in common their metallogenetic origin and their differentiation through the lead isotopes is complex. This implies that even in the best-case scenario the lead isotopes would not allow us to distinguish between two of the main mining districts within our area of study, Mazarrón and Cartagena, nor to distinguish between them and the mountain ranges of Almagro, Bédar, or Cabrera, in the province of Almería.

Based on these observations, to ground the entire research on the lead isotopes would mean embracing the high probability that the results would not allow us to improve the present state of our knowledge. Conversely, we could count on numerous references to the smelting of ore during the Copper Age, which was linked to spaces of domestic activities and was always defined as “local” (Lull et al. 2010). A priori, this metallurgy was nourished by a sporadic exploitation of the “rich” veins of copper of the mountains ranges around the Guadalentín river floodplain (Murcia). This assumption was also true of the Argaric metallurgical production in the same area, despite the absence of archaeological evidence. To understand the strategies of mineral supply during the Copper Age would therefore be a key element to the understanding of the dynamics during the El Argar phase. In addition to the remains of smelting, the archaeometallurgical material evidence for the Copper Age included ores. The presence of ore assured the possibility of comparing materials that had not undergone thermic processes beyond the possible use of fire setting. Their comparative potential was much stronger because during smelting the chemical alteration of the matter is drastic. Another component crucial in making the research significant was the possibility of corroborating the use of the ores found at Copper Age settlements through an examination of the metallurgical remains. This is the reason that this investigation deals with the time-span between ca. 2800 cal BCE—the date of the first metallurgical manifestations—and ca. 2000 cal BCE—which marks the abandonment of the site of La Ciñuela (Mazarrón, Murcia) along with the end of copper smelting processes in Guadalentín Valley during later prehistory.

There was, however, another absence—in reality a case of oblivion—in the archaeometallurgical record of the valley of the Guadalentín Valley. When we began our work, our starting point was the premise that so far no prehistoric exploitation of copper had been documented in the local mines⁸. This absence was justified by the hypothesis that prehistoric mining had left no traces in south-eastern Iberia, or that these traces were so faint as to have disappeared after the intense industrial exploitation of the 19th and 20th centuries (Montero Ruiz 1999). This assertion presented an obvious paradox, as it was not able to account for the existence of archaeological prehistoric mining in areas such as Sierra Morena or Huelva, where the historical and contemporary mining of copper ore was more exhaustive than in the Southeast (Hunt Ortiz 2005). Thus, it became necessary to look for mineral traces of copper in a survey that ought to contemplate much

⁸ This absence of results cannot be considered as such, since C. Domergue indeed found macrolithic tools and traces of prehistoric activities at Filón Consuelo (Cartagena, Murcia) (Domergue 1987).

more than the collecting of samples in order to identify a prehistoric mining activity that remained invisible.

From these premises emerged the objective that centres and consolidates the scope of this investigation—a work which navigates absences in its desire to understand them.

This study is divided into two main blocks, excluding Chapter 2, which is dedicated to the methodological questions. The first block comprises Chapters 3, 4 and 5, and its aim is to place the analytical task in its larger metallogenic and archaeological context. Chapter 3 deals with the archaeomining surveys conducted in the area treated by this dissertation, presenting their geological, metallogenic and mining contexts. The surveys are sorted by mountain ranges or mountainous areas, each defined as a study unit.

The results of this chapter are compared against the wider mining contexts of Europe and the Iberian Peninsula in Chapter 4. When relevant, the smelting operations associated with prehistoric mining were made explicit. It is important to understand whether the two transforming activities share a parallel development of their technical processes and whether they reflect the same socio-political practices.

Chapter 5 provides historical sense to the prehistoric mining by situating the communities that settled in Guadalentín Valley in the Late Prehistory and their metallurgical production. It presents the settlement surveys and the studies of material assemblages from museums, and establishes the metallurgical context that can be compared to the prospected ore deposits.

Chapter 6 deals with the study of the chemistry of the minerals and establish a classification system that allows for the comparison between mines (minerals) and settlements (ores).

The Chapter 7 centres on the study of metallurgical remains. More specifically, it focuses on the relation between the metallurgical debris, mainly the crucible slags, slags, and the ores from each site in which research has been conducted.

Finally, in Chapter 8 mining, minerals, ores and metallurgy converge. In it we establish the social practices of communities that extracted the ores, transported them to the settlements and transformed them into metal. Thus, we conclude with a proposal for how those social practices were organized within the historical framework in which they were meaningful.

1.2. Theoretical background

The main hypothesis of this work is influenced by the *theory of social practices* and the *theory of production of social life* by P. V. Castro and colleagues (1996; 1998):

“The materiality of the archaeological object informs us about the environment

(circundata), about its dimension as a socially appropriated part of it (arteuso), and about its dimension as an artificially transformed material (artifact). Archaeological objects and social spaces do not constitute units of meaning, but present multiple spheres in which the dialectical relations between nature and society, and between at least two sectors of society, male and female, become expressed” (Castro et al. 1998, p.176)

The starting point is the premise that certain particular socio-economical practices⁹, expressed materially in techno-tactical processes, lead to a specific materiality, both at the level of artefacts and *arteuso*.

Nevertheless, the technological processes appear mediated by a set of socio-political practices that can restrict them by means of prohibitions, taboos, or by nullifying their social and use value. Social-political practices may also influence technical processes through the exchange of objects or ideas (circulation networks) or by adopting a high exchange and use value of the acquired goods. In other words, the technological processes that we document at the archaeological level do not represent what those past men and women *could* do; rather, they express what they *were allowed* to do¹⁰.

The material record that is most relevant for the identification of the practices linked to mining and metallurgical production comprises the presence and/or absence of ores, metallurgical remains, metals and working tools, such as percussors of various kinds. The archaeological record that I have detailed so far can be seen in mines and settlements alike, and it informs us of the ores exploited by men and women during Prehistory. Through archaeometallurgical analysis, this anthropic record can be compared and associated with the natural distribution of copper mineral resources in a given territory.

In my case, the relationship between evidence that is anthropic (with reference to both artefacts and *arteusos*) and evidence that is natural (the *circundata* or environments) allows us to tell whether prehistoric groups established a conscious selection of the exploited ores or, conversely, if the mining activity responds to the distribution of the copper resources within the territory in question (Fig. 1.1).

Starting from what we have expounded, the main hypothesis on which this work is founded may be articulated as follows:

The selection of the ores is a consequence of a supply strategy focussed chiefly on the obtaining of artefacts of arsenical copper. Yet this intention is conditioned by several

9 Always with regard to the set of social practices.

10 In some societies that promote technological development as a form of political power, the archaeological record may come to express technical capacity. Besides our current historical phase, it was perhaps during the Roman period that technological development was most fostered as a means of political power. But even in these cases technology is still a subordinate of political power, which restricts it to the point of domesticating it.

*Recursos minerales de cobre y su explotación prehistórica en el sudeste peninsular
El valle del Guadalentín.*

2. Metodología de Estudio

Cada uno de los dos frentes en que se divide esta investigación requiere sus propios métodos de trabajo, pero ambos se articulan en torno a la tesis de trabajo globalizadora que acabo de exponer.

El objetivo de las prospecciones era la identificación de evidencias de minería prehistórica, la contextualización del registro arqueometalúrgico y la obtención de muestras minerales comparativas tanto de depósitos minerales como poblados. Dentro del campo de la prospección se incluye también el registro de materiales procedentes de colecciones de museos de la región de Murcia.

El segundo frente afecta a las analíticas en su conjunto. Ello incluye en primer lugar la selección y el procesado de las muestras. Se expondrán los principios de las técnicas utilizadas y equipos empleados, la metodología analítica, donde se incluye la selección y preparación de muestras y la presentación de resultados. Se ha descartado la presentación de técnicas analíticas alternativas o complementarias, comúnmente utilizadas en arqueometalurgia, porque fueron desarrolladas en un trabajo anterior (Escanilla Artigas, 2008).

2.1. Prospección

2.1.1. Prospección de los indicios metalogenéticos¹¹

Hay dos tipos de prospección de minas. La primera es la clásica prospección arqueológica en un espacio limitado y realizada mediante transectos. El objetivo de estas prospecciones es el recorrido completo de un área determinada y es útil para descubrir yacimientos de los que previamente no existe ningún tipo de documentación, o para cubrir de forma exhaustiva el entorno de grandes minas. Este tipo de prospecciones fueron desarrolladas en el marco del proyecto Gatas (Carulla, 1987; Stos-Gale et al., 1999) y actualmente se están realizando en el marco del proyecto Peñalosa (Arboledas et al., 2015; Arboledas Martínez et al., 2006; Arboledas Martínez y Contreras Cortés, 2010; Contreras y Dueñas, 2010; Contreras Cortés, 2000). Su principal ventaja es que permite un nivel de detalle en la localización de labores antiguas o modernas imposible en prospecciones de más amplio espectro. En el Proyecto Peñalosa tienen todo el sentido por la propia existencia de los asentamientos metalúrgicos que obligan a rastrear el origen del mineral en las proximidades. La preparación de prospecciones de área restringida requiere un equipo de trabajo numeroso para poder trabajar en transectos.

El segundo tipo de prospecciones son las que se han desarrollado de forma más habitual en el campo de la minería prehistórica (Domergue, 1987; Goldenberg y Hanning,

¹¹ Parte del texto que aquí sigue ha sido publicado en N. Escanilla y S. Delgado-Raack (2015a)

2014; Hunt Ortiz, 2003; Montero-Ruiz, 1991; Perelló et al., 2010; Rafel et al., 2008; Rothenberg y Blanco-Frejeiro, 1981). Son seguimientos que abarcan zonas extensas y se caracterizan por la prospección de minas aisladas, previamente seleccionadas por su potencial arqueológico o metalogenético. Son indicios de los que existe documentación previa y, por tanto, potencialmente prospectados con anterioridad. Con este tipo de prospecciones es poco probable descubrir minas no explotadas en época reciente. Difícilmente se tendrá una imagen completa de la zona prospectada, pero sí conseguiremos una visión general con la que conocer el potencial de un amplio territorio para su explotación prehistórica. Este es el objetivo de nuestro trabajo y, en cierta medida, representan el preludio lógico a las prospecciones intensivas. Además, también cuentan con la ventaja de que no es necesario contar con un equipo de personas numeroso. El éxito de estas prospecciones depende, en buena medida, de la cantidad y diversidad de las fuentes geomíneras disponibles y de una buena preparación previa a la salida de campo.

En esta tesis se ha priorizado una prospección dirigida, destinada al registro de los indicios de cobre conocidos en el valle del Guadalentín y el levante murciano. El único trabajo previo hasta la fecha era el realizado por C. Domergue (1987), centrado en las grandes explotaciones, principalmente de plomo-plata. No existía ningún trabajo anterior enfocado a prospectar sistemáticamente los recursos cupríferos de la zona, por lo que ese ha sido uno de nuestros objetivos.

Tanto para la prospección de minas como de los yacimientos arqueológicos se ha contado con la pertinente autorización de la Dirección General de Bienes Culturales de la Región de Murcia.

2.1.1.1. Fuentes documentales

El primer paso al aproximarse a la minería prehistórica es la recopilación de toda la información geomínera disponible. Ello implica buscar la documentación de carácter geológico, geográfico, metalogenético, mineralógico, minero y arqueológico. Internet se ha convertido hoy en día en la principal fuente de acceso a la información. La mayoría de organismos oficiales, entre ellos el IGME, han hecho accesibles sus bases de datos y parte de su fondo documental.

El eje de la planificación de las prospecciones ha sido el Mapa Geológico Digital Continuo de España (Marín Lechado et al., 2008). En él se puede consultar la cartografía geológica y metalogenética, entre otros. La información obtenida del mapa metalogenético ha sido ampliada con las fichas de indicios metalogenéticos disponibles en línea (Navas, en línea)¹². En algunos casos se ha podido contar con la información original

¹² Hasta el momento de redactar esta tesis las fichas incluían las hojas 1:200.000 números 72 y 73 del Mapa Geológico, pero no la hoja 78, donde se encuentra las minas de la Sierra de Orihuela.

de las fichas de los indicios metalogenéticos del fondo de documentación del IGME de Madrid¹³. Éstas añaden información más detallada que la versión en línea, e incluyen la cartografía y descripción de las labores. El acceso a la información online del IGME ha variado a lo largo del período de trabajo de esta tesis. Actualmente el acceso se realiza a través del visor cartográfico InfoIGME¹⁴. Las pesadas plataformas SIGECO y GEOVEO con las que se trabajó mientras se preparaban las prospecciones han quedado obsoletas y fuera de servicio. Estos servicios cartográficos del IGME se han utilizado también para la consulta de la información geológica, completada con los Mapas Geológicos de España y sus memorias a escala 1:50.000.

También se ha utilizado la información cartográfica de diferentes servicios institucionales, como el IDE de la Región de Murcia¹⁵, donde se puede trabajar con la ortofotografía histórica y ver labores hoy en día desaparecidas; el visor SIGPAC¹⁶ para las ortofotografías más actualizadas y los catastros. Para las salidas de campo se ha trabajado con los mapas a escala 1:25.000 del Instituto Geográfico Nacional¹⁷. Cada uno de ellos presenta alguna particularidad que resuelve problemas a la hora de localizar los depósitos minerales, su proceso histórico o su contexto geológico.

Uno de los problemas más comunes ha sido el uso de diferentes sistemas de coordenadas según el visor y especialmente en las fuentes documentales anteriores a los años 90. En estas fuentes, pero también en las plataformas GEOVEO del IGME, se había utilizado el sistema de referencia ED50 o el sistema Lambert, mientras que el sistema de referencia desde 2007 en España es el ETRS89¹⁸. En estos casos se ha contrastado la información entre cartografías o con topónimos y otros datos topográficos (alturas, accesos, etc.) cuando no se disponía de una posición marcada en un mapa.

Para completar la información de los indicios y buscar posibles minas prehistóricas he recurrido a búsquedas documentales de registros y memorias mineras de los últimos dos siglos (Botella y Hornos, 1868; Guardiola, 1927; Pato y Peña, 1918; Villasante, 1892). Los registros de concesiones mineras solo han podido ser consultados excepcionalmente, dada la poca importancia para la economía contemporánea de los indicios prospectados. Se ha dispuesto de información completa de las concesiones y de las condiciones de su explotación únicamente para dos de los depósitos minerales.

Algunas memorias de reservas nos han aportado datos muy útiles sobre determinadas zonas, como los trabajos que se hicieron para determinar las reservas estanníferas de la

13 Agradezco a Asunción Martín Bañón el haber recopilado esta documentación en el IGME.

14 <http://info.igme.es/visorweb>

15 www.iderm.imida.es/cartomur/

16 www.sigpac.mapa.es

17 www.ign.es/iberpix2/visor/

18 En algunos visores como Google Earth o InfoIGME se utiliza el sistema de referencia WGS84. Las diferencias entre este sistema y el ETRS89 solo son importantes si queremos trabajar con precisión centimétrica.

zona del Cantar (IGME, 1984a) o el Proyecto de Fase de Exploración Geológico-Minera en la Reserva de Cuevas del Almanzora-Lubrín (ITGE, 1975a). La consulta de algunas obras sobre la minería local, especialmente el libro de B. García Ruíz (2001), ha sido una importante fuente de información para la zona de las Sierras de La Torrecilla, Enmedio y Carrasquilla. También obras de principios de siglo XX de carácter local o literario han mostrado su utilidad (Calvert, 1903; García Asensio, 1910). Igualmente lo han sido los artículos y síntesis geológico-mineras publicadas en revistas oficiales, como el Boletín de Minas o la Revista Minera, especializadas en minería de mediados del siglo XIX hasta mediados del XX¹⁹.

Otra fuente de información imprescindible ha sido la colaboración con conocedores de la geología y minerales locales, cuya experiencia en el territorio resulta de gran ayuda para encontrar pequeños indicios olvidados en las memorias metalogenéticas y la identificación de las especies minerales. En gran parte, la identificación y localización de las labores prehistóricas de nuestras prospecciones se la debemos a ellos.

En algunos casos muy específicos como el de la Sierra de la Tercia también se ha trabajado con las memorias de las prospecciones arqueológicas, que en su momento localizaron indicios mineros ausentes en la carta metalogenética (Lomba Maurandi et al., 1998). Mucho más relevantes en este caso han sido los trabajos de C. Domergue (1990, 1987), que de facto representa el único trabajo arqueominero que engloba todo el valle del Guadalentín. Otros trabajos previos que hemos consultado son los de M.M. Ayala (Ayala Juan, 1991), C. Mathers (1986) y las del Proyecto Gatas (Castro et al., 1999). En el trabajo de M.M. Ayala, los errores en los resultados analíticos y la ambigüedad de la información sobre los depósitos minerales han obligado a su descarte. Las prospecciones de C. Mathers han sido útiles para un primer acercamiento a la materialidad arqueológica de algunos poblados, pero por motivos que ignoramos no hace referencia a restos metalúrgicos en los asentamientos que prospectó. En su trabajo tampoco hace referencia a indicios minerales, por lo que tampoco se han utilizado en este aspecto. Finalmente, las prospecciones del Proyecto Gatas en Murcia se focalizaron en los grandes depósitos de galena de Mazarrón y Cartagena, y la única coincidencia prospectiva con nuestro estudio es Cerro Minado (Huércal-Overa, Almería).

2.1.1.2. Trabajo de campo

El registro de cada indicio minero se ha realizado de un modo sistemático. En primer lugar hemos recogido las coordenadas centrales de cada sitio, con una delimitación tanto de las labores como del área de las escombreras²⁰. A esta área se le ha sumado un perímetro de dispersión potencial de materiales arqueológicos valorando un conjunto de

¹⁹ Toda la información relativa al IGME está disponible en www.igme.es

²⁰ Para ello se ha utilizado un GPS con el software de código abierto Oruxmaps (www.oruxmaps.com/).

factores tales como la orografía, la presencia de cursos de agua cercanos, la presencia de varias labores conectadas en un mismo tramo mineralizado, la cercanía a yacimientos arqueológicos conocidos y/o los puntos de interés para la práctica metalúrgica.

Después se ha procedido a una inspección visual del área delimitada. La inspección del interior de las labores ha dependido de las condiciones de seguridad que presentaba el sitio. El riesgo de derrumbe o la colmatación del interior de algunos minados han impedido su reconocimiento.

La estrategia de muestreo ha seguido un orden jerárquico (Fig. 2.1). Algunos sitios prospectados se configuran como pequeñas labores independientes diseminadas en un radio de cientos de metros. Cada labor o grupos de labores conectadas han sido numeradas independientemente. Para la recogida de minerales se han generado unidades de muestreo con una primera distinción entre los minerales de la escombrera, de la superficie de la galería y los obtenidos directamente de la veta mineralizada.

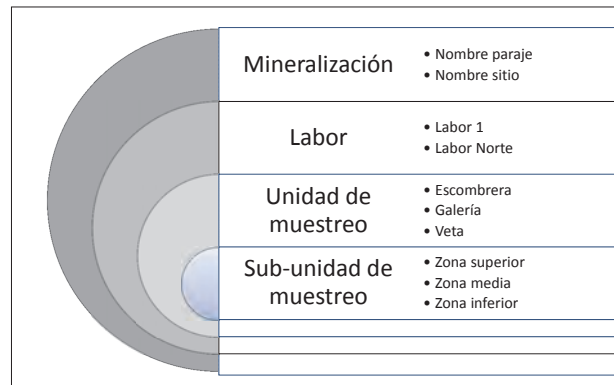


Figura 2.1. Jerarquización de la estrategia de muestreo.

de la superficie de la galería y los obtenidos directamente de la veta mineralizada. En caso de que una explotación minera presentara diferentes escombreras, galerías y vetas, cada una ha sido individualizada, (p. ej.: escombrera Norte, galería 1...). Adicionalmente en algunas explotaciones de dimensiones considerables se han dividido las unidades de muestreo en sub-unidades (p. ej.: Escombrera 1, zona superior).

Cuando ha sido posible, hemos realizado un reconocimiento de la mineralogía general del indicio. También hemos registrado los tipos de minerales dominantes y su abundancia (sulfuro, carbonato, óxido, arseniato, minerales polimetálicos); la especie mineral (cuprita, malaquita, brochantita, olivenita, calcopirita...). Además, la ganga del mineral también se ha caracterizado (óxidos de hierro, cuarzo, calizas...).

Todo ello se ha registrado en una ficha diseñada especialmente para estas prospecciones que después se ha completado con imágenes y cartografía del sitio. Las fichas del conjunto de las prospecciones se pueden consultar en el anexo 1 y son la base del apartado 3.2.

2.1.2. Prospección arqueológica de los asentamientos con metalurgia

El objetivo era obtener una muestra de los minerales de espacios de hábitat del III milenio cal ANE y contrastar su utilización metalúrgica a partir de los residuos asociados a la reducción de minerales de cobre.

La prospección de los asentamientos era necesaria para poder obtener una muestra

representativa de la composición química de los arteusos metalúrgicos. Las prospecciones se han completado con el registro directo de materiales depositados en las dependencias del Museo Arqueológico de Murcia (MAM) y en el Museo Arqueológico de Lorca (MUAL)²¹. Estos materiales, proceden en su mayoría de prospecciones y actuaciones clandestinas, lo que no permite asegurar completamente su origen. Los únicos materiales metalúrgicos con información contextual y anclajes cronológicos fiables proceden de Lorca ciudad. De las excavaciones arqueológicas en la Ciñuela (Mazarrón, Murcia) y la Cárcel Vieja (Totana, Murcia) no se recuperaron materiales metalúrgicos prehistóricos contextualizados.

Todas las analíticas se han realizado sobre muestras conseguidas durante nuestras prospecciones. A causa de los tiempos burocráticos y de los plazos de trabajo no fue posible disponer de muestras de colecciones de museos para el análisis de materiales.

Con el fin de asegurar mínimamente la cronología de las muestras, los asentamientos seleccionados tenían que presentar una sola fase de ocupación prehistórica. Se han prospectado e incluido en el presente estudio Agua Amarga (Gris Martínez y Gris Martínez, 2007), Parazuelos (Siret y Siret, 2006), La Ciñuela (Rovira, 2002a; Siret y Siret, 2006; Zamora, 1976), el Cerro de la Cueva de la Moneda (Ayala Juan, 1991) y Barranco de los Carboneros (López, 1988; Rovira, 2002a). Además se han estudiado una serie de materiales de las recientes excavaciones arqueológicas en La Bastida (Lull et al., 2014, 2012, 2011).

Excepto en la Bastida, en los poblados no se ha establecido una zonación de los materiales analizados. Los yacimientos han sufrido una importante alteración del depósito arqueológico, por lo que localización superficial de los materiales puede no corresponderse con su posición original.

2.1.2.1. Fuentes documentales

La principal fuente de referencia para la localización de asentamientos del III milenio ANE ha sido la consulta de la información disponible en la Carta Arqueológica de la Región de Murcia.

Para poder contextualizar las muestras se ha completado la prospección con toda la bibliografía arqueológica disponible para cada asentamiento. En casos como La Cárcel Vieja de Totana se ha recurrido a los informes inéditos de excavación a través del Archivo General de la Región de Murcia. No ha sido posible acceder a este tipo de información para la actuación de urgencia de la Cueva del Barranco de Carboneros y la prospección del poblado que tiene justo encima. De La Ciñuela, Parazuelos, La Bastida y el Cerro de

²¹ Aprovecho para agradecer de forma sincera la amabilidad y disposición de Luis de Miquel, director del Museo Arqueológico de Murcia y de Andrés Martínez y Juana Ponce, director y arqueóloga del Museo Arqueológico de Lorca.

la Cueva de La Moneda se ha consultado la bibliografía arqueológica publicada.

2.1.2.2. Registro de materiales

El sistema de registro ha incidido en el registro morfométrico y fotográfico individual de los restos metalúrgicos. Para ello se han diseñado unas fichas de registro similares a las de las minas. En cada ficha, consultable en el anexo 2, se incluyen los campos correspondientes a contexto, morfología y morfometría. Estos se completan con una selección fotográfica y una síntesis de los análisis efectuados. De éstos últimos se incluye la composición elemental principal.

2.2. Estudio analítico²²

Se han realizado dos tipos de estudios sobre los materiales recuperados en prospecciones: el estudio tecnológico del total de percutores macrolíticos y el estudio arqueometalúrgico de una selección de minerales y residuos metalúrgicos.

La caracterización tecnológica y funcional de los percutores macrolíticos la han realizado S. Delgado-Raack y R. Risch. Estos estudios han sido publicados recientemente (Delgado Raack et al., 2014; Escanilla Artigas y Delgado Raack, 2015a) y sus resultados están integrados en los capítulos 3 y 4. La metodología de estudio no se especificará aquí estar explicada de forma detallada en los citados artículos.

Sí me detendré en la metodología arqueometalúrgica para el estudio de minerales y residuos metalúrgicos. Se han empleado cinco técnicas diferentes, con especial énfasis en el estudio de la composición química elemental. Para esta última se ha utilizado la fluorescencia de rayos-X portátil (pFRX) y la emisión de rayos-X inducidos por partículas (PIXE). Para el estudio de los componentes minerales de las muestras se ha usado la difracción de rayos-X (DRX). La microscopía óptica (OM) y electrónica (MEB) han servido para la caracterización de las estructuras cristalinas de las escorias y vasijas de reducción. Las técnicas serán descritas en primer lugar y posteriormente se abordará la metodología propia seguida durante el proceso analítico. Este segundo bloque reflejará el orden de trabajo seguido. Se empezará con la selección de materiales donde intervienen aspectos visuales como la calidad del mineral, pero también métricos como la densidad. También la preparación de las muestras debe abordarse, especialmente la de los minerales, porque influye en el que se está analizando. Finalmente, se presentará la compatibilidad entre los equipos utilizados y la forma de presentar los resultados en la caracterización química de los materiales analizados.

22 Se han integrado en este apartado algunos extractos significativos del capítulo 2 de mi trabajo de investigación de 3er ciclo "La composición elemental de los objetos de metal" (2008).

2.2.1. Técnicas y equipos utilizados

2.2.1.1. Fluorescencia de Rayos-X portátil (pFRX)

La pFRX se basa en la excitación de un material mediante radiación de iones de rayos-X primarios. La reacción de los átomos son leídos por la lente que proporciona un espectrograma con los niveles de cada elemento.

Es una técnica que debe entenderse como cualitativa o, como mucho, semicuantitativa (Martín Gil y Sarabia Herrero, 1998). Pese a que los equipos tienden tener una elevada sensibilidad, su exactitud no permite clasificarlos como cuantitativos. En todo caso, la calidad de los resultados dependerá del equipo, la configuración utilizada y de las condiciones en que se ha efectuado la sesión de análisis.

El equipo utilizado es el modelo Niton Gold XL3t de la marca Thermo Niton. El tubo de rayos-X miniaturizado permite obtener espectros de fluorescencia excitando la superficie de la muestra en las líneas características del anticátodo. El equipo monta un anticátodo en plata y la tensión durante el análisis está fijada en 40 KeV.

Pese a ser portátil se ha utilizado en condiciones de laboratorio: fijado a un soporte, con la muestra en una caja aislada mediante protecciones de plomo y controlado remotamente mediante el ordenador. De esta manera se mantienen unas condiciones estables durante el tiempo de análisis.

Para el análisis de muestras minerales se hemos trabajado en el modo pre-programado “*mining Cu-Zn*” que, en principio, permite la lectura de elementos ligeros desde el número atómico 12.

El equipo está preparado para medir cuatro grupos de elementos:

- Los elementos por defecto (*main*) utilizando un filtro de cobalto y otro de hierro,
- Los elementos bajos (*low*), sin filtro y tensiones inferiores a los 15 KeV
- Los elementos ligeros (*light*), sin filtro y tensiones inferiores a los 15 KeV
- Los elementos pesados (*high*) con los mismos parámetros que los elementos *main*.

El tiempo de análisis se ha establecido en 30 segundos para cada rango de elementos, con un total de dos minutos por análisis. Estos tiempos han sido optimizados a partir de trabajos previos en el laboratorio específicos para este equipo (Landreau, 2010).

Para verificar la exactitud y precisión de los análisis, en cada sesión de análisis se han pasado una serie de estándares de materiales con matriz cristalizada (DRN, BRILL-B,

BRILL-D, BRILL-C, BGIRA-3) y también de aleaciones de metal (CTIF-4, CTIF-5, CTIF-6). Un conjunto de muestras han sido duplicadas en PIXE, para comparar los resultados entre ambas técnicas.

En principio, el equipo puede analizar elementos desde el número atómico 12 (Magnesio) al 100 (Fermio). Evidentemente, no todos los elementos son útiles para el análisis arqueometalúrgico por lo que hemos limitado el estudio a los elementos a una selección.

Debido al desgaste del tubo de rayos-X, el equipo de pFRX perdió efectividad y precisión en las sesiones de análisis más tardías (*infra*). Los problemas detectados afectan sensiblemente a los elementos ligeros.

2.2.1.2. Emisión de rayos-X inducido por partículas (PIXE- Acelerador Grand Louvre)

El PIXE es una técnica que, en lugar de bombardear con electrones de masa más ligera, bombardea con protones, cuya masa es 200 veces más pesada que los electrones. Su principio consiste en captar los rayos-X que la materia emite después de ser impactada por un rayo de protones. Para efectuar la aceleración de los protones se necesita una gran cantidad de energía, del orden de un millón de voltios, que se obtiene a partir de un acelerador de partículas. Entonces cada elemento emitirá un rayo-X característico.

Mediante PIXE se pueden obtener resultados elementales cuantitativos de la mayor parte de los elementos de la tabla periódica, aunque tengan una masa muy pequeña. Uno de los puntos más relevantes de esta técnica reside en la posibilidad de efectuar análisis en áreas del objeto submilimétricas, sin necesidad de extraer muestra y sobre objetos de cualquier tamaño. El número de elementos potencialmente analizables en el equipo del C2RMF (AGLAE-Grand Louvre) son los comprendidos entre los número atómicos del 11 al 90 (entre el Na y el U). En consecuencia, es una técnica que permite el análisis simultáneo de prácticamente todos los elementos de interés en arqueometalurgia.

Aunque la sensibilidad es ligeramente menor que la pFRX (en algunos elementos presenta límites de detección más elevados), su precisión y exactitud la convierten en una técnica cuantitativa. En general, el PIXE es una técnica de análisis elemental bastante más fiable que la pFRX. Igual que el pFRX su rendimiento es también muy elevado, en un par de minutos se obtienen los resultados del conjunto de elementos seleccionados.

Para el trabajo con PIXE se utilizaron dos filtros; de 25 µm de cobalto para la línea HE1 y otro de 200 µm de aluminio para las líneas espectrales HE3 y HE4²³. De esta manera se consigue reducir el ruido de fondo de los elementos base en las escorias y minerales, concretamente el hierro y el cobre, y obtener lecturas más precisas y mejores límites de

²³ "HE" hace referencia a *High Energy*. HE1 y HE2 son comparables a los elementos *main* y *high* de la pFRX, mientras que HE3 y HE4 hacen lo propio con los elementos *low* y *light*.

cuantificación. La calibración de los resultados se hizo a partir del hierro y de los estándares certificados, los mismos que en la pFRX.

2.2.1.3. Difracción de Rayos-X (DRX)

Esta técnica utiliza las longitudes de onda conocidas de los rayos-X para determinar el espaciado reticular (*lattice spacing*) en las estructuras cristalinas e identificar sus compuestos químicos (Pollard et al., 2007, p. 113).

La DRX mide la estructura del compuesto cristalino que forman los minerales analizados. Su utilización comprende un amplio campo de materiales de compuestos inorgánicos, pero en nuestro caso nos interesa su aplicación los compuestos cristalinos de minerales y escorias.

“En las mediciones de XRD en muestras pulverizadas la muestra es irradiada por un haz colimado de rayos-X monocromáticos de longitud de onda conocida. Una proporción de ellos son difractados en ángulos específicos según la estructura cristalina de la muestra. (...). Los rayos-X son reflejados de manera parecida a como lo hace la luz sobre un espejo (i.e. ángulo de incidencia = ángulo de reflexión)” (Pollard et al., 2007, p. 113).

Los análisis de difracción de rayos-X se han realizado con un equipo Bruker D5000 del C2RMF. El sistema empleado ha sido concebido en el propio laboratorio específicamente para el estudio de materiales vinculados al patrimonio. Lo más remarcable de esta puesta a punto son los bajos tiempos de análisis y la capacidad de analizar zonas muy pequeñas de la muestra. Aunque ello resulta muy útil para compuestos homogéneos o con zonas visualmente diferenciadas, puede ser un inconveniente en la caracterización de materiales complejos y heterogéneos como los minerales y escorias donde es más útil un análisis global.

El equipo se compone de un tubo de cobre ($\Delta=1,54186 \text{ \AA}$), con un diámetro de radiación de 250 μm para analizar una zona de 1 a 2 mm de diámetro. El detector 2D que utiliza es el modelo Imaging plate Rigaku R-Axis IV. Este permite medir la intensidad de los rayos-X que emite la muestra, generando el difractograma. Para que podamos trabajar con él será posteriormente transformado en puntos sobre un eje X/Y. El tiempo de análisis por muestra ha variado entre 3 y 5 minutos. El difractograma ha sido tratado mediante el software EVA con el fin de identificar las fases minerales presentes.

2.2.1.4. Cálculo de densidades

El cálculo de densidades se utiliza para clasificar las escorias y residuos metalúrgicos (Addis, 2013; Addis et al., 2015). En nuestro caso, esta clasificación ha facilitado la selección de muestras para el estudio microscópico.

Para el cálculo de la densidad se ha utilizado una fórmula que consiste en calcular la diferencia entre el peso en el aire y el peso en el agua (lo que nos da el peso del volumen desplazado). Después se divide el peso en el aire por el resultado del cálculo de la diferencia y se multiplica el resultante por 0,9982, que es la densidad del agua a 20° [(masa / volumen) * densidad del agua]. El volumen se calcula a partir del principio de Arquímedes de peso en el aire al que se le resta el peso en el agua. Para pesar las muestras se ha utilizado una balanza de micro-precisión con un ensamblado específico acoplado.

2.2.1.5. Microscopio Óptico

El equipo utilizado ha sido un *Axio Imager.M2* equipado con una cámara *AxioCamICc5* de la marca *Carl Zeiss*. Este tipo de microscopios de nueva generación tiene dos ventajas respecto a generaciones anteriores. La primera es que la cámara está incorporada al microscopio de fábrica, con el software específico *AxioVision*. La segunda es que la platina está motorizada. Ello asegura el control de la posición de la muestra en tres dimensiones y de los ajustes de la cámara desde el ordenador. Gracias a ello el microscopio permite automatizar procesos. Su utilidad es varia. Sirve para memorizar posiciones de determinadas zonas y volver a ellas de forma automática cuando se desee. También se puede utilizar para generar mosaicos de grandes imágenes o tomar fotografías de la misma zona con diferentes enfoques (*stack*). En nuestro caso cada residuo ha sido fotografiado en su totalidad con el objetivo de cinco aumentos en luz transmitida (*bright field*) y luz reflejada (*dark field*). Combinado con los 10 aumentos de la lente ha permitido obtener imágenes completas de cada residuo en los dos campos a 50 aumentos. (Fig. 2.2). La luz polarizada se ha utilizado esporádicamente para casos concretos.

2.2.1.6. Microscopio electrónico de barrido (MEB o SEM)

Las mismas muestras trabajadas en el microscopio óptico han sido estudiadas en el MEB. La gran ventaja del MEB respecto a la microscopía óptica, radica en que gracias al espectrómetro de rayos-X que llevan acoplado es posible efectuar análisis químicos de lo que se está observando. Estos análisis pueden efectuarse en ventanas amplias de varios milímetros y de puntos muy precisos de hasta 2 μ de diámetro. Ello supone un avance fundamental en la comprensión de las condiciones de formación del residuo metalúrgico. Además permite estudiar la homogeneidad estructural y química de la muestra.

Se ha utilizado para esta investigación el modelo Philips XL30 ESEM, con el modo de electrones retrodispersados. El MEB Philips XL30 del C2RMF está equipado con un sistema FRX EDS (*Energy Dispersive Spectroscopy*) Oxford Isis 300. Es un método de análisis cuantitativo muy rápido con una precisión y límites de detección bajos e ideales

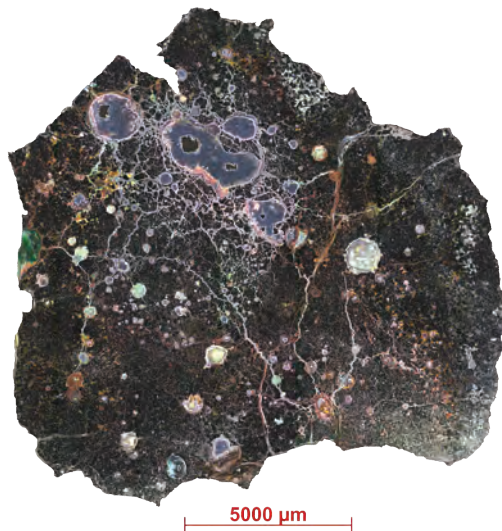
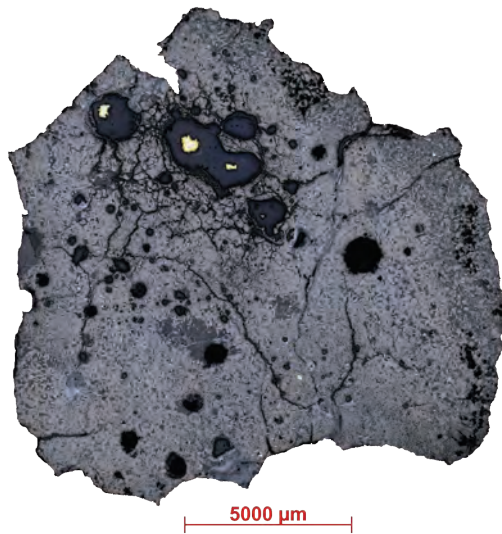


Figura 2.2. Imágenes completas en *Bright Field* (arriba) y *Dark Field* (abajo) de la muestra AG1.

para el trabajo con los residuos metalúrgicos²⁴. Además permite el análisis preciso de elementos ligeros como silicio, aluminio o sulfuro. El tratamiento de las imágenes y de los espectros obtenidos se ha hecho con el programa AZTEC de la marca Oxford. Los resultados del oxígeno se han normalizado por estequiometría.

Se ha realizado un total de 2347 análisis químicos mediante el sistema EDS, de los cuales unos 500 se corresponden a fases metálicas. No todos los resultados se han incorporado al estudio, pues supone una cantidad excesiva. El post-procesado de los resultados es lento al tener que trabajar tanto en la composición atómica para identificar los compuestos minerales, con los óxidos para establecer su composición y en valores másicos cuando se trata de inclusiones metálicas. Además, muchos análisis se corresponden a fases idénticas de diferentes partes de una misma muestra²⁵.

2.2.2. Metodología analítica

2.2.2.1. Premisas del estudio químico

Aunque para evitar confusiones utilizamos el nombre de mineral para referirnos a las rocas que analizamos, no debe olvidarse la diferencia entre ambos. El mineral tiene una disposición química ordenada y está representado por una fórmula química. En cambio las rocas son compuestos, normalmente de diferentes minerales, pero que también pueden no contener ningún mineral, como el carbón.

24 La precisión y capacidad de cuantificar elementos ligeros se consigue gracias a las condiciones de vacío en que se efectúa el análisis.

25 Este estudio supone también mi aprendizaje en el estudio de escorias por lo que un número elevado de análisis suponía una mayor seguridad en la interpretación de los mismos.

Es importante este punto ya que en arqueometalurgia se analiza la composición de los diferentes minerales que forman la roca y no un mineral en sí. La excepción puede darse cuando se está trabajando con muestras de un filón compacto de mineral primario, o cuando se realizan mediciones puntuales de puntos muy pequeños, normalmente con el MEB.

Lo que intentamos cuando se analiza este compuesto de minerales es determinar que parte corresponde a minerales de base cobre y cuáles son sus impurezas. Pero las impurezas detectadas en los análisis pueden pertenecer a otros minerales que aparecen en paragénesis con el cobre. Un ejemplo serían algunas malaquitas y cupritas de Cerro Minado (Huércal-Overa, Almería) que aparecen en paragénesis con eritrina, un arseniato de cobalto hidratado. En este caso, si analizáramos puntualmente la cuprita o la malaquita no encontraremos los mismos valores de cobalto y arsénico que analizando conjuntamente una muestra del compuesto de minerales. También en los minerales ferrocupríferos encontramos impurezas asociadas tanto al cobre, como al hierro. Si la intención es poder obtener una composición similar en los análisis químicos a la que se obtendría al analizar la carga del mineral que entra en la estructura de combustión, la solución pasa por utilizar una muestra homogeneizada del conjunto de la muestra. Además, estas impurezas son las que permiten proponer el tipo de mineral utilizado y vislumbrar su potencial origen. En síntesis, lo que queremos es el análisis del compuesto mineral.

Los compuestos de minerales que conforman las muestras con las que trabajamos también incluyen lo que se conoce roca encajante. A veces la roca encajante se refiere a un solo mineral, como el cuarzo, pero en otras muchas nos encontraremos con rocas como pizarras, dolomías, areniscas, cuarcitas, calizas, etc.²⁶. La tecnología prehistórica no permite una buena separación entre el mineral y la roca encajante, a no ser que se trate de filones muy potentes, por lo que entran junto al mineral en el proceso de reducción. Éstas aportaran elementos ligeros como Si, Al, K, Mg que son importantes porque modifican las condiciones necesarias para la reducción del cobre. Las temperaturas necesarias para la reducción del cobre serán muy diferentes dependiendo de la cantidad de sílice introducida en la carga. Conocer los elementos ligeros que acompañan a los minerales de cobre es relevante porque influye en si un compuesto mineral será más atractivo por la facilidad de su reducción o si puede llegar a impedirla.

Cuando leemos los resultados de los análisis químicos buscamos estimar sus componentes principales (sustancia base) y las impurezas. En el caso de los artefactos a estos dos grupos se le añaden los elementos de aleación. En el estudio realizado por I. Montero (1994: 31) quien analiza los minerales de la depresión de Vera, las impurezas fueron divididas entre elementos minoritarios y elementos traza. Su esquema define

²⁶ Los hidróxidos y otros minerales de hierro también actúan como roca encajante en los *gossans*, aunque en este caso la situación es análoga a la vista en el párrafo anterior.

Recursos minerales de cobre y su explotación prehistórica en el sudeste peninsular El valle del Guadalentín.

Si Elementos utilizados para la caracterización de la roca encajante y comparación con escorias.
Cu Elementos utilizados para el estudio de los tipos de mineral de cobre.
S Elementos utilizados para caracterizar las impurezas del mineral y en el estudio geoquímico.
Sr Elementos raros utilizados en casos aislados para comparación entre minerales.

En **negrita** elementos no detectados con pFRX.
 En *cursiva* elementos con problemas en pFRX (*infra*).

Figura 2.3. Tabla periódica con los elementos analizados.

los elementos mayoritarios cuando superan el 1%, los elementos minoritarios cuando se encuentran entre 1 y 0,01% y los elementos traza cuando su contenido es inferior al 0,01%. Su clasificación es interesante para los artefactos metálicos del sudeste, en cuanto intenta diferenciar los posibles elementos que pueden configurar una aleación metálica, las impurezas cuantificables y las impurezas no cuantificables como elementos traza.

En nuestro caso, únicamente se ha distinguido entre las sustancias que configuran la base del compuesto mineral y las principales impurezas (Fig. 2.3). Los valores que rigen esta clasificación se establecerán en función de su propia distribución en el conjunto analizado²⁷. Este esquema se basa en la propia identificación del mineral como cuprífero, ferrocuprífero, arseniato o una combinación de los tres. En consecuencia, las impurezas pueden alcanzar valores elevados (de más del 1%) mientras no alteren la base del mineral.

Copper and copper alloys		
Production technology	Provenance and/or production technology	Provenance
Al ^a , B, Be, Ba, Ca, Cr , Cs, Fe , Ga, Ge, Hf, K, Li, Mg ^a , Mn ^a , Mo, Na, Nb, P ^a , Pb , Rb, S, Sc, REE ^a , Si ^a , Sn , Sr, Ta, Ti ^a , Th, U, V, W, Y, Zn , Zr	As , Co, In, Pb , Re, Sb , Sn , Se , Te , Zn	Ag , Au , Bi , Ir , Ni , Os, Pd, Pt, Rh, Ru, Cd ^b , Hg ^b , Tl ^b
Sn > ca. 1% Pb > ca. 5% Zn > ca. 2%	Sn < ca. 1% Pb < ca. 5% Zn < ca. 2%	routinely analyzed routinely not analyzed
^a only for authenticity investigations ^b only for native copper ^c Rare Earth Elements (La, Ce, Pr, Nd, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb, Lu)		

Figura 2.4. Lista de elementos identificados en artefactos de cobre arqueológicos o cobre nativo y sus potenciales usos en arqueometalurgia según Pernicka (2014, tab. 1).

²⁷ Véase capítulo 6.

La selección de los elementos utilizados y los márgenes de su representatividad responden a una problemática que se ciñe al estudio de la composición elemental de los minerales y residuos metalúrgicos. No se busca por tanto la asimilación con los estudios de artefactos metálicos, más homogéneos en su composición pero con una alteración química mucho mayor respecto a la materia prima original (Fig. 2.4).

2.2.2.2. Selección de muestras minerales

La selección partió de dos principios. El primero fue que todos los distritos prospectados estuvieran representados, mientras que el segundo priorizó los indicios con evidencias de minería prehistórica y los que *a priori* compartían el mismo tipo de mineralización que éstas. En relación al segundo principio, se observó durante las prospecciones que las minas con restos arqueológicos conservaban minerales de muy buena calidad, algo que también sucedía en los poblados. En base a ello se dio preferencia a las minas con muestras ricas en cobre, lo que supuso descartar algunas minas donde el mineral aparecía en impregnaciones o diseminaciones dispersas en la roca encajante²⁸.

El número de muestras utilizadas para caracterizar cada indicio ha variado en función de sus características. Para pequeñas explotaciones con minerales homogéneos se dedicó un número de muestras mucho menor que para las mineralizaciones más complejas, de mayor entidad, o con restos arqueológicos. Estas últimas tienen una representación completa de las diferentes sub-unidades de muestro, tal como se ha descrito en el apartado 2.1.1. Por su parte, los minerales disponibles de poblados se analizaron en su totalidad.

2.2.2.3. Selección de muestras de residuos metalúrgicos

El estudio al microscopio requiere un número limitado de muestras ya que el tiempo de preparación de la muestra, su observación, análisis y procesado de dato es laborioso y genera mucha información. Dada la dificultad para establecer diferencias entre los residuos a partir de su aspecto morfológico, se optó por hacer una primera clasificación por densidad. La selección final de muestras analizadas microscópicamente se hizo conjugando la densidad, la morfología y la composición química de los residuos.

La prioridad fue obtener una representación de todos los asentamientos estudiados y poder estudiar los diferentes tipos de residuos presentes. Uno de los principales condicionantes en la selección ha sido el estado la conservación. La mayor parte de muestras de Parazuelos (Lorca, Murcia) y La Ciñuela (Mazarrón, Murcia) presentaban un alto grado de corrosión. Finalmente, como veremos, el estudio metalográfico tiene al

28 En este punto cabe aclarar que las prospecciones no solo es una recogida de muestras. La caracterización de la mina debe permitir distinguir si en origen pudieron explotarse minerales de buena calidad, o si el tipo de mineralización solo permite minerales difíciles de concentrar, independientemente de la cantidad de mineral que se explote.

poblado de Agua Amarga (Lorca, Murcia) como claro protagonista gracias a la excelente conservación de los materiales y al excepcional registro disponible.

2.2.2.4. Distribución del conjunto seleccionado

Se ha trabajado con los resultados de 198 muestras entre minerales y residuos metalúrgicos que se reparten entre 33 indicios metalogenéticos y 5 asentamientos del III milenio ANE.

Procedentes de labores mineras el cómputo asciende a 130 muestras minerales y dos escorias modernas. Procedentes de poblados hay un total de 68 muestras analizadas que se reparten en 29 minerales, 3 minerales parcialmente fundidos, 26 escorias o conglomerados de horno, 10 adherencias en cerámicas técnicas y un goterón de fundición.

En cuanto a la distribución por técnicas, con pFRX se han analizado 187 ítems que se reparten entre 126 minerales de minas, 2 escorias modernas, 26 minerales de poblados, 3 minerales parcialmente reducidos, 19 escorias o conglomerados de horno, 10 adherencias en cerámicas técnicas y un goterón de fundición.

En PIXE el conjunto es menor. Son 65 análisis repartidos en 19 minerales de minas, 13 minerales de asentamientos de los que tres están parcialmente reducidos, 22 escorias o conglomerados de horno, 10 adherencias en cerámicas técnicas y un goterón de fundición.

En DRX se ha trabajado con 48 muestras de minerales divididas en 32 de contextos mineros y 16 de poblados. Con la misma técnica se llevaron a cabo 17 análisis sobre escorias o conglomerados de horno y 7 sobre adherencias en cerámicas técnicas. En total se realizaron 72 análisis con DRX.

Finalmente, para el estudio microscópico, incluyendo el análisis químico puntual con el espectrómetro del MEB, se incluyeron 11 residuos metalúrgicos, 7 de Agua Amarga (Lorca, Murcia), 1 de La Ciñuela (Mazarrón, Murcia), 2 de Parazuelos (Lorca, Murcia) y 1 de Carboneros (Totana, Murcia).

2.2.2.5. Preparación de muestras en polvo para pFRX, PIXE y m-DRX

Los análisis con éstas técnicas, tanto de minerales como residuos metalúrgicos, se realizaron sobre muestras pulverizadas tras un proceso de concentración manual²⁹. Se buscaba un análisis global del compuesto de minerales evitando una sobreestimación de minerales puntuales. El procedimiento de preparación imitó al utilizado durante la prehistoria. La concentración manual del mineral puede ser interesante para calcular

²⁹ El proceso de preparación de las muestras es parecido al empleado por C. Domergue en su estudio de la minería antigua (Domergue, 1987).

volúmenes de extracción de mineral³⁰ y la relación entre minerales extraídos y el metal obtenido.

En primer lugar se seleccionaron los minerales que aparentemente presentaban una mayor calidad. Los minerales fueron fracturados en un pistón de aluminio para verificar que su interior también estaba mineralizado, seleccionando los fragmentos con mayor concentración en cobre. La gravilla obtenida en este primer proceso fue molida en un mortero de ágata hasta obtener



Figura 2.5. Materiales empleados en la preparación de las muestras (izquierda) y resultado final (derecha), con las muestras preparadas para el análisis

un polvo fino y homogéneo. Adicionalmente, para los análisis DRX, la muestra fue molida mediante un molino de rotación hasta conseguir un tamaño de grano inferior a las 80 μm . El polvo final se compactó con un film de polipropileno de 4 μm de espesor, en un portamuestras específico para análisis con pFRX (Fig. 2.5). Una vez terminado el análisis se procuró recuperar la muestra utilizada para futuros análisis isotópicos.

2.2.2.6. Preparación de escorias para su observación al microscopio

Las muestras seleccionadas se cortaron con un disco de carburo de silicio para obtener una sección representativa del conjunto. El equipo de corte lleva acoplado un sistema de inyección de agua para la obtención de una muestra limpia (Fig. 2.6-A). Después del corte con el disco y antes de impregnarlas en resina, las muestras se dejaron secar en un horno a 80° durante 24 horas (Fig. 2.6-B).

Una vez secas, las muestras se impregnaron en resina epoxídica en un molde. Con ello se obtuvo una pastilla con la muestra a analizar fijada en uno de sus planos (Fig. 2.6-C).

La siguiente fase de preparación consiste en obtener dos facetas totalmente paralelas. Ello es imprescindible si no queremos tener problemas de enfoque en el microscopio. Para ello se utiliza un disco de pulido que también sirve para

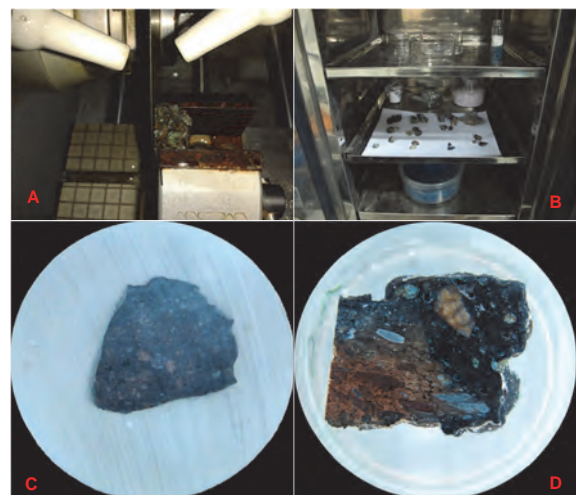


Figura 2.6. Proceso de preparación de los residuos para el estudio microscópico.

³⁰ Como ejemplo valga el cálculo realizado por L. Siret en Parazuelos que veremos en el capítulo 5.

eliminar resina sobrante de la muestra.

Durante el pulido de la muestra hay dos secuencias, la que se conoce como pre-pulido, que prepara la muestra eliminando las estrías e deformaciones de mayor tamaño, y el pulido propiamente dicho. El pre-pulido se realizó secuencialmente con discos de carburo de silicio con cinco tamaños de grano (300 μm , 500 μm , 800 μm , 1200 μm y 4000 μm).

Para el pulido final se sustituyeron los discos de carburo por polvo de diamante sintético. Éste se esparce en una platina y con un lubricante específico. Se trabajó secuencialmente con tres grosores de polvo de diamante, de 3 μm , de 1 μm y de $\frac{1}{4}$ de μm de diámetro (Fig. 2.6-D).

2.2.2.7. La selección de los elementos representativos

La presentación de los resultados de composición química de los minerales no ha tenido un debate dentro de la arqueometalurgia y sigue sin sistematizarse. La forma de presentación puede ser diversa y responde al uso comparativo que se quiera dar a los resultados. La comparación puede ser con otros minerales, como en nuestro caso, con residuos metalúrgicos y/o con artefactos metálicos. Esta variedad afecta tanto a los elementos presentados, su presentación en óxidos o en peso másico y su normalización al 100%.

Para la selección de los elementos se ha seguido la propuesta de E. Hanning y otros (2010) porque refleja bien la diversidad de los indicios metalogenéticos analizados. De esta propuesta se ha suprimido el cadmio (Cd) por su irrelevancia en nuestros resultados. Por el contrario, he añadido el mercurio (Hg) y el óxido de bario (BaO) porque nos aportan información de utilidad para detectar ciertos patrones locales y regionales. La lista final de elementos con los que se ha trabajado queda configurada por el **Fe₂O₃**, **CuO**, **As₂O₃**, SiO₂, Al₂O₃, MnO, MgO, CaO, P₂O₅, Na₂O, K₂O, BaO, TiO₂ como óxidos, y por **S**, **Zn**, **Ni**, **Co**, **Sb**, **Hg**, **Bi**, **Ag**, **Pb**, Sn, Au y Cl³¹ como elementos³². Algunos de ellos, como el oro o el estaño, no han tenido importancia salvo en fases muy concretas del trabajo.

2.2.2.8. Presentación de los resultados químicos.

Pese a que el estudio de los minerales lleva ya tiempo realizándose en el sudeste (Ayala et al., 1990; Carulla, 1987; Delibes de Castro et al., 1989), las únicas propuesta arqueometalúrgicas para esta zona son las planteadas por I. Montero (1994a, pp. 52-53) y C. Domergue (1987, p. 545 y ss.). El enfoque del primero se centra en la conveniencia de

31 En negrita se remarcan los elementos más frecuentemente utilizados para el análisis químico de los minerales.

32 En el apartado siguiente se justifica el modelo de presentación de resultados.

convertir los valores minerales, expresados según la fórmula en óxido (ej. CuO ; As_2O_3 ; Fe_2O_3 ; SO_3) en valores máxicos donde únicamente se expresa el elemento (ej.: Cu, As, Fe, Sb)³³. El objetivo de esta conversión se justifica por una mayor facilidad comparativa con los resultados de los artefactos metálicos. Además, estos resultados son normalizados al 100% desdeñando los valores de la ganga que acompaña al mineral. Este sistema es el utilizado frecuentemente en otros proyectos de investigación peninsulares como los de la zona sud-portuguesa R. Müller (2008, p. 341), y también en proyectos europeos coordinados por E. Pernicka (1999) y P. Ambert (1999).

En otros casos, además de los principales elementos metálicos, se han publicado por separado los análisis de difracción de rayos-X para caracterizar la especie mineral y la ganga en la que se encaja (Hanning et al., 2010; Müller, 2008).

Para determinar la relación mineral/escoria (Bourgarit y Mille, 1997; Radivojević, 2013), o las propias escorias (Bourgarit y Mille, 1997; Hauptmann et al., 2003; Mille et al., 1998; Müller et al., 2004a; Radivojević, 2013; Rehren et al., 2012; Saez et al., 2003) es frecuente el uso de la fórmula química en óxido. En estos casos se debe prestar atención a las variaciones en la fórmula empleada, como el hierro, que puede presentarse tanto en su forma univalente (FeO -Wustita) como trivalente (Fe_2O_3 -Magnetita)³⁴. Los elementos seleccionados en el estudio comparativo con los residuos metalúrgicos incluyen los principales elementos ligeros presentes en las rocas mineralizadas. En estos casos, al tener la concentración de los principales elementos ligeros tenemos una idea más ajustada de la ley de cobre original de la muestra.

Otra forma de presentar los resultados implica un modelo mixto en el que se expresan como óxidos los elementos mayores y los no metálicos de la tabla periódica (Hanning et al., 2010, tab. 1), mientras que los elementos metálicos son presentados en porcentaje máxico. A veces únicamente los elementos no metálicos son representados como óxidos, dejando las sustancias base metálicas en porcentaje máxico (Hauptmann et al., 2003, tab. 2; Tylecote, 1987, tab. 2.1).

En mi caso he optado por incluir como óxidos los tres principales componentes metálicos que conforman la base de los minerales analizados (CuO , As_2O_3 y Fe_2O_3) y el resto de elementos ligeros. En cuanto a los elementos considerados como impurezas se han expresado en porcentajes máxicos. Este modelo es similar al modelo mixto con la salvedad de que las sustancias base de elementos metálicos se presentan como óxidos ya que esta es la forma en la que se encuentran en los compuestos minerales estudiados.

Uno de los principales dilemas a la hora de trabajar con los resultados ha sido la normalización al 100% de los resultados. En las pruebas de trabajo se ha constatado

33 La transformación entre uno y otro modo es sencilla utilizando unos factores específicos para cada elemento.

34 Esta última es la más habitual y la utilizada en nuestro trabajo.

que, en nuestro corpus, la normalización de los resultados no tenía efectos significativos en la lectura de las impurezas, pero sí que impedía establecer la relación cobre/ganga de la muestra. Por problemas en la lectura de los elementos ligeros en las mediciones de pFRX (*infra*), una normalización con estos elementos produciría errores en el porcentaje real del resto de elementos.

Por todo ello, se ha decidido trabajar con los resultados sin normalizar, manteniendo las lecturas originales de los equipos empleados con la conversión de elemento a óxido, y a la inversa, cuando ha sido necesario.

En este punto tenemos el inconveniente de los sulfuros, a veces masivos, que no contienen oxígeno en su fórmula química. Al hacer la conversión de los valores principales a óxidos tenemos una sobrerrepresentación al añadir oxígeno a un mineral que no lo tiene. Al tratarse de muy pocos casos y para poder comparar entre los sulfuros y el resto, se ha considerado adecuado seguir el mismo criterio. El valor porcentual de los resultados en estos casos superará el 100%.

En el caso de las escorias tenemos que distinguir entre análisis globales sobre muestra en polvo realizados con PIXE y pFRX y los análisis de las estructuras o fases internas realizados con el espectrómetro del MEB. En el primer caso se ha seguido el mismo criterio que en los minerales para mantener la homogeneidad de los resultados. Con el MEB se han distinguido las fases metálicas presentadas en porcentaje másico, de las fases no metálicas presentadas exclusivamente en óxidos.

A parte de los análisis efectuados, también se ha trabajado con resultados procedentes de análisis de minerales del Proyecto Arqueometalurgia de la península ibérica (PA)³⁵ y del IGME³⁶. Me he servido de ellos para cuestiones puntuales y no se han utilizado para el estudio comparativo. La presentación de los mismos mantiene su formato original y puede encontrarse en las fichas de cada indicio metalogenético. En el caso del PA se trata de lecturas en FRX³⁷ sobre la superficie del compuesto mineral. Los resultados solo expresan los elementos traza pesados que resultan de interés para el estudio de los artefactos metálicos arqueológicos y están normalizados al 100% de los elementos representados. Por el contrario, los análisis del IGME fueron hechos con espectrometría atómica previa disolución de la muestra y los valores son expresados en partes por millón (ppm)³⁸. La muestra, siguiendo los estándares de la minería moderna, se analizó sin ningún tipo de concentración previa.

35 Agradezco a Salvador Rovira y Martina Renzi la amabilidad de dejarme utilizar los resultados inéditos de las prospecciones de Murcia.

36 Análisis efectuados para la realización del Mapa Metalogenético de España. Accesibles en <http://doc.igme.es/bdmin/buscarIndicio.aspx>.

37 Proceso descrito en Montero 1994.

38 (1 ppm = 0,0001% / 1.000.000 ppm = 100%).

2.2.2.9. Precisión y exactitud de los análisis pFRX y PIXE en minerales y escorias

Debido a cuestiones de calendario y disponibilidad del equipo del laboratorio, los análisis en pFRX se dividieron en cuatro sesiones³⁹ de análisis. La primera tuvo lugar durante una visita de dos semanas al C2RMF en mayo de 2013. Las otras tres se repartieron entre febrero y marzo de 2014. Por los mismos motivos, los análisis en PIXE requirieron dos sesiones, una en febrero y otra en abril de 2014.

A partir de la tercera sesión⁴⁰ de análisis pFRX se empezaron a detectar problemas en la cuantificación de algunos compuestos ligeros respecto a los estándares de referencia. Estos problemas se derivaban del desgaste del tubo de rayos-X y no afectaban a los elementos metálicos, de mayor peso atómico. Como los tiempos de reparación de estos equipos son largos se priorizó la continuación de los análisis.

Los análisis con pFRX sobre estándares de referencia se exponen en la tabla 2.1, divididos por cada sesión. Estos estándares no incluyen todos los elementos de interés, por lo que en el siguiente apartado se abordará la comparación de muestras duplicadas entre pFRX y PIXE. Ambos apartados sirven para establecer el grado de fiabilidad de los resultados y la posibilidad de comparar los resultados entre las dos técnicas.

La pérdida en la capacidad de detección de la pFRX sobre elementos ligeros es muy visible para el silíceo en el estándar BGIRA-3. Los mismos problemas se dan de forma irregular en los elementos con número atómico inferior a 24. De los elementos con los que trabajamos, este rango comprende al aluminio, silicio, fósforo, azufre, potasio, calcio, titanio y cromo. A partir del manganeso y, sobre todo, del hierro se estabiliza. En números atómicos superiores tanto la precisión como la exactitud son correctas dentro de los márgenes del equipo.

Otros elementos que conviene reseñar de la pFRX son los graves problemas para cuantificar elementos ligeros de bajo número atómico como el magnesio o el aluminio. El magnesio no es detectada en ningún caso, mientras que el aluminio solo se detecta, con escasa exactitud y precisión, cuando está por encima del 1% (Tab. 2.1). Los problemas con el aluminio pueden deberse a la cercanía de las líneas espectrales de las del silíceo (Ka1, Ka2). Cómo este último tiende a presentar mayores concentraciones afecta al aluminio⁴¹. Únicamente en el estándar DRN donde el aluminio presenta una concentración del 17,5% la lectura es correcta. Los resultados para el aluminio se valorarán cualitativamente cuando forme parte de la sustancia base de la ganga mineral.

La sílice presenta menos problemas aunque para el análisis del estándar Brill-D, la concentración medida es inferior a la real. Ello puede deberse a la fuerte presencia del

39 Los números de análisis correspondientes a cada sesión son 1326 a 1549 para la sesión 1; 3011 a 3020 para la Sesión 2; 3024 a 3069 para la sesión 3; y 3231 a 3296 para la sesión 4.

40 En ocasiones se utilizará "serie" de análisis como sinónimo de "sesión".

41 Es un problema similar al que encontramos entre el hierro y el cobalto.

Recursos minerales de cobre y su explotación prehistórica en el sudeste peninsular
El valle del Guadalentín.

Analisis	SAMPLE	Na ₂ O	MgO	Al ₂ O ₃	SiO ₂	P ₂ O ₅	SO ₃	K ₂ O	CaO	TiO ₂	Cr ₂ O ₃	MnO	Fe ₂ O ₃	CoO	NiO	CuO	ZnO	As ₂ O ₃	Ag ₂ O	SrO	Sb ₂ O ₃	BaO	PbO	
Referencia	EGIRA-3	7.5	2.1	1.61	58.04		0.2	5.4	5.75				2.95			3		0.042		3.1			9.84	
1324	EGIRA-3	0	0	0	63.26	0	0	0	5.51	0	0	0	2.79	0	0	5.61	0	0	0	3.88	0	0	0	7.66
1361	EGIRA-3	0	0	0	63.21	0	0	0	5.44	0	0	0	2.83	0	0	5.45	0	0	0.02	3.94	0	0	0	7.35
1380	EGIRA-3	0	0	0	66.53	0	0	0	5.76	0	0	0	2.97	0	0	5.81	0	0.08	0	4.02	0	0	0	8
1539	EGIRA-3	0	0	0	63.94	0	0	0	5.58	0	0	0	2.83	0	0	5.65	0	0.11	0.02	3.92	0	0	0	7.77
3004	EGIRA-3	0	0	0	60.5	0	0	0	5.74	0	0	0	2.93	0	0	3.13	0	0.06	0.02	3.8	0	0	0	9.43
3021	EGIRA-3	0	0	0	62.12	0	0	0	5.74	0	0	0	2.92	0	0	3.09	0	0.05	0.02	3.82	0	0	0	9.43
3024	EGIRA-3	0	0	0	21.35	0	0	0	5.54	0	0	0	2.8	0	0	3.07	0	0	0.02	3.73	0	0	0	9.21
3036	EGIRA-3	0	0	0	21.41	0	0	0	5.5	0	0	0	2.86	0	0	2.99	0	0	0.02	3.68	0	0	0	9.12
3040	EGIRA-3	0	0	0	20.73	0	0	0	5.46	0	0	0	2.79	0	0	3.02	0	0	0.02	3.66	0	0	0	9.12
3060	EGIRA-3	0	0	0	21.56	0	0	0	5.46	0	0	0	2.82	0	0	3.05	0	0	0.06	0.01	3.78	0	0	9.3
3233	EGIRA-3	0	0	0	18.27	0	0	0	5.6	0	0	0	2.85	0	0	3.08	0	0	0.06	0	3.88	0	0	9.41
3292	EGIRA-3	0	0	0	17.54	0	0	0	0	0	0	0	2.43	0	0	2.49	0	0	0.02	2.53	0	0	0	7.2
Referencia	BRIL-B	17.26	1.19	4.22	61.55	.84	0.54	1.1	8.77	0.1	0.01	0.28	0.35	0.35	0.09	2.7	0.2		0.01	0.04	0.46	0.14	0.4	
1362	BRIL-B	0	0	0	50.61	0	0	0	6.46	0	0	0	0.19	0	0	3.81	0.1	0	0	0.04	0.25	0.04	0.29	
1386	BRIL-B	0	0	0	47.25	0	0	0	6.37	0	0	0	0.12	0.21	0	3.79	0.1	0	0	0.03	0.25	0.04	0.29	
1540	BRIL-B	0	0	0	48.94	0	0	0	6.72	0	0	0	0.14	0.14	0	3.98	0.11	0	0	0.04	0.27	0.06	0.3	
3003	BRIL-B	0	0	0	17.2	0	0	0	7.23	0	0	0	0.1	0.2	0.03	2.33	0.12	0.02	0	0.04	0.24	0.06	0.39	
3007	BRIL-B	0	0	0	50.19	0	0	0	7.23	0	0	0	0.09	0.2	0.04	2.37	0.12	0	0	0.04	0.23	0.06	0.39	
3037	BRIL-B	0	0	0	18.08	0	0	0	7.01	0	0	0	0.12	0.2	0.03	2.33	0.11	0	0	0.04	0.23	0.04	0.38	
3041	BRIL-B	0	0	0	16.45	0	0	0	6.88	0	0	0	0.14	0.24	0.05	2.24	0.11	0	0	0.04	0.23	0.04	0.38	
3061	BRIL-B	0	0	0	17.95	0	0	0	6.97	0	0	0	0.12	0.21	0.08	2.29	0.11	0.02	0	0.04	0.23	0.04	0.38	
3231	BRIL-B	0	0	0	0	0	0	0	7.04	0	0	0	0.09	0.2	0.03	2.3	0.11	0	0	0.04	0.23	0.04	0.38	
3232	BRIL-B	0	0	0	15.4	0	0	0	6.97	0	0	0	0.1	0.21	0.03	2.25	0.12	0.02	0	0.04	0.23	0.04	0.38	
3235	BRIL-B	0	0	0	13.48	0	0	0	6.22	0	0	0	0.3	0.37	0.06	0.1	2.02	0.11	0	0.03	0.19	0.04	0.33	
3291	BRIL-B	0	0	0	17.99	0	0	0	6.16	0	0	0	0.1	0.2	0.04	0.08	2.3	0.11	0	0.04	0.24	0.03	0.39	
Referencia	BRIL-C	1.2	2.84	0.88	34.87	0.09	0.16	2.73	5.06	0.82	0	0	0.3	0.17	0.03	1.17	0.04			0.22			12.09	36.91
1360	BRIL-C	0	0	0	38.16	0	0	0	6.03	3	0	0	0.99	0.86	0.51	3.66	0.06	0	0	0.56	0	0	22.75	51.54
1385	BRIL-C	0	0	0	36.88	0	0	0	5.81	3.07	0	0	0.7	0.67	0.43	3.93	0.07	0	0	0.69	0	0	24.15	53.08
1541	BRIL-C	0	0	0	36.41	0	0	0	6.17	3.05	0	0	0.72	0.61	0.5	3.81	0.07	0	0	0.85	0	0	23.73	53.5
Referencia	BRIL-D	1.32	4.09	5.43	55.24	4.02	0.3	11.46	15.05	0.4	0.57	0.5	0.5	0.02	0.06	0.4	0.1			0.01	0.1	0.96	0.33	0.27
1325	BRIL-D	0	0	0	2.31	31.6	1.05	0.32	5.89	5.67	0.03	0	0.85	0.8	0.14	0.1	0.34	0.05	0	0	0.04	0.17	0.04	0.08
1642	BRIL-D	0	0	0	1.81	24.62	0.64	0.2	4.52	4.24	0.03	0	1.07	0.97	0.19	0.13	0.31	0.05	0	0	0.01	0.11	0.01	0.05
3005	BRIL-D	0	0	0	1.13	20.11	0.62	0.2	3.41	3.6	0.02	0	1.14	1.03	0.22	0.14	0.16	0.05	0	0	0.01	0.07	0	0.06
3006	BRIL-D	0	0	0	1.64	27.68	0.87	0.27	4.84	4.84	0.03	0	0.94	0.87	0.17	0.11	0.19	0.05	0	0	0.03	0.13	0.02	0.09
3234	BRIL-D	0	0	0	1.13	5.37	0.25	0	3.13	3.51	0	0	1.12	1.03	0.22	0.14	0.16	0.04	0	0	0.01	0.07	0.01	0.05
3293	BRIL-D	0	0	0	0.47	17.99	0.76	0	0	0	0	0	0.35	0.33	0.03	0.24	0.04	0.02	0	0	0.06	0.31	0.09	0.14
Referencia	DRN	2.99	4.4	17.52	52.85	0.25		1.7	7.05	1.09		0.22	3.7	(79.7)										
1323	DRN	0	0	0	18.01	41.91	0	0.9	1.63	6.53	0.73	0	0.15	8.36	0	0	0.01	0.02	0	0	0	0	0	0
1345	DRN	0	0	0	19.14	42.31	0	1.1	1.55	6.3	0.72	0	0.15	8.01	0	0	0.01	0.01	0	0	0	0	0	0
1359	DRN	0	0	0	17.31	41.41	0	0.9	1.52	6.16	0.68	0.01	0.15	7.79	0	0	0.01	0.01	0	0	0	0	0	0
1379	DRN	0	0	0	15.57	39.77	0	0.85	1.45	5.92	0.67	0.01	0.14	7.48	0	0	0.01	0.01	0	0	0	0	0	0
1384	DRN	0	0	0	21.62	53.39	0	0	2.16	9.21	1.07	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1647	DRN	0	0	0	14.54	40.3	0	0.87	0	5.22	0.2	0	6.82	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3008	DRN	0	0	0	11.54	39	0	0.12	0	5.34	0.2	0	7.03	0	0	0	0	0	0.02	0	0	0	0	0
3010	DRN	0	0	0	8.28	32.69	0	0.92	0	4.83	0.18	0.01	6.41	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1537	DRN	0	0	0	9.83	33.88	0	0.65	0	4.51	0.18	0.03	6.1	0	0	0.04	0.01	0	0	0	0	0	0	0
1538	DRN	0	0	0	15.72	39.23	0	0.92	0	4.98	0.2	0.03	6.52	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabla 2.1. Resultados de los análisis sobre estándares de referencia de base cristalina.

*Recursos minerales de cobre y su explotación prehistórica en el sudeste peninsular
El valle del Guadalentín.*

Análisis	SAMPLE	Cu	Sn	Pb	Zn	Ag	Al	As	Au	Bi	Cd	Co	Fe	Mn	Ni	P	S	Sb	
Referencia	CTIF-4	66.5	0.11	9.5	12.1	3.14	nd	0.74	1.58	0.65	0.079	nd	nd	nd	nd			5.57	
3236	CTIF-4	70.95	0.21	9.47	9.35	2.19		0.82	3.29	0.52	0.09	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD			4.02	
3271	CTIF-4	70.04	0.18	9.05	9.35	2.12	< LOD	0.71	3.24	0.42	0.1	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	0.58	< LOD	3.72	
3272	CTIF-4	71.04	0.14	9.45	9.41	2.21		0.76	3.36	0.47	0.1	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD			3.93	
3273	CTIF-4	71.14	0.18	9.51	9.48	2.16		0.75	3.23	0.44	0.09	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD			3.9	
3274	CTIF-4	70.83	0.17	9.43	9.43	2.14	< LOD	0.83	3.23	0.49	0.09	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	0.18	< LOD	3.87	
3294	CTIF-4	70.85	0.17	9.36	9.48	2.2	< LOD	0.86	3.22	0.48	0.09	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	0.12	< LOD	3.89	
Referencia	CTIF-5	68.5	19.9	1.42	0.94	0.117	nd	5.75	0.111	0.057	0.083	0.22	nd	nd	0.67			2.23	
3237	CTIF-5	65.24	26.36	1.17	0.45	0.08		4.78	< LOD	< LOD	0.06	0.11	< LOD	< LOD	0.42			1.42	
3275	CTIF-5	65.06	26.51	1.17	0.46	0.07	< LOD	4.75	< LOD	< LOD	0.08	0.11	< LOD	< LOD	0.42	< LOD	< LOD	1.46	
3295	CTIF-5	65.24	26.23	1.17	0.45	0.07	< LOD	4.86	< LOD	< LOD	0.09	0.1	< LOD	< LOD	0.42	< LOD	< LOD	1.44	
Referencia	CTIF-6	68	6	6.7	4.66	0.51	0.43	3.24	0.75	0.21	0.037	0.1	0.44	0.54	2.46			6	
3238	CTIF-6	69.92	8.58	5.96	3.44	0.68		3.02	1.47	0.07	0.04	< LOD	0.09	0.1	2.85			4.34	
3276	CTIF-6	70.39	8.11	5.89	3.27	0.64	< LOD	2.99	1.34	0.31	< LOD	< LOD	< LOD	0.07	2.89	< LOD	< LOD	4.55	
Referencia	DRN	0.005			0.01		9.27						6.78	0.17				0.35	
1323	DRN	0.01	< LOD	0	0.02	< LOD	9.53	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	5.85	0.12	< LOD	< LOD		0.36	< LOD
1345	DRN	0.01	< LOD	0	0.01	< LOD	10.13	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	5.6	0.12	< LOD	< LOD		0.44	< LOD
1359	DRN	0.01	< LOD	0	0.01	< LOD	9.16	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	5.45	0.12	< LOD	< LOD		0.36	< LOD
1379	DRN	0.01	< LOD	< LOD	0.01	< LOD	8.24	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	5.23	0.11	< LOD	< LOD		0.34	< LOD
1384	DRN	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	11.44	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD		< LOD	< LOD
1547	DRN	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	7.7	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	4.77	< LOD	< LOD	< LOD		0.35	< LOD
3008	DRN	< LOD	< LOD	< LOD	0	< LOD	6.11	0.01	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	4.92	< LOD	< LOD	< LOD		0.05	< LOD
3010	DRN	0.01	< LOD	0	0.01	< LOD	4.38	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	4.48	0.21	< LOD	< LOD		0.37	< LOD
1537	DRN	0.03	< LOD	0	0.01	< LOD	5.2	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	4.27	0.21	< LOD	< LOD		0.26	< LOD
1538	DRN	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	8.32	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	4.56	< LOD	< LOD	< LOD		0.37	< LOD

Tabla 2.2. Análisis efectuados con pFRX sobre estándares de referencia de base metálica.

potasio en ese estándar.

La pFRX también presenta problemas para otros elementos ligeros como el potasio y el fósforo, útiles en los residuos metalúrgicos pero de escasa importancia en los minerales. No los detecta cuando las concentraciones están por debajo del 2%, excepto en el estándar DRN. En el estándar BRILL-D donde el potasio tiene una concentración del 11,46% y el fósforo de 4%, la pFRX lo cuantifica por debajo de la mitad de su valor. Con el sulfuro la exactitud y precisión es mayor cuando supera el 0,1%. Por debajo de este valor su detección no es segura (p. ej. BRILL-C). Para el calcio la estimación es buena cuando este está entre el 1 y el 10%. Cuando el valor es más elevado, la pFRX pierde exactitud.

En general podemos concluir que la lectura de los elementos ligeros en pFRX es bastante conflictiva pero nos sirve para hacer estimaciones genéricas. Se podrá utilizar con menor riesgo la primera serie de análisis que conforma el grueso de las muestras, y los resultados del silíceo y el calcio.

Siguiendo con la revisión de la tabla 2.1 para la pFRX, los elementos situados en la parte alta del espectro dan menos problemas y muestran una mayor exactitud. Ello no excluye que puedan tener interferencias importantes cuando las líneas espectrales están muy juntas. Tal es el caso del cobalto que, pese a los filtros utilizados, tiende a verse afectado por la cola del hierro al tener éste concentraciones más elevadas. Para el manganeso, el níquel, el cobre, el cinc, el estaño, el antimonio, el bario o el plomo los resultados se ajustan a los estándares sin tener nunca la precisión suficiente para considerarse lecturas plenamente cuantitativas. Encontramos ajustamientos muy buenos

en el níquel y de menor calidad en el cobalto y el antimonio.

En pFRX también se analizaron estándares metálicos para comprobar las lecturas del arsénico⁴² con composiciones cercanas a las arqueológicas (Tab. 2.3). Se han utilizados los estándares CTIF-4, CTIF-5 y CTIF-6, con proporciones de arsénico de 0,74%, 5,75% y 3,24% respectivamente. En general, la exactitud de los resultados es mucho mayor. Los valores de cobre, plomo, arsénico y níquel se ajustan muy bien a los estándares y podrían considerarse mediciones semicuantitativas ya que presentan errores inferiores al 10%.

En PIXE, los resultados obtenidos con los estándares de referencia cristalinos son buenos en casi todos los elementos, ya sea en concentraciones elevadas o en trazas (Tab. 2.4). También los análisis son precisos ya que los resultados son prácticamente idénticos en las diferentes repeticiones realizadas en una misma muestra. El único elemento más irregular es el cobalto, cuyos valores deben considerarse semicuantitativos.

En síntesis, los resultados del análisis de minerales con pFRX muestran que los elementos ligeros deben utilizarse con cautela, incluso en las primeras sesiones de análisis. A partir del número del número de análisis de pFRX 3024, los elementos ligeros no serán usados

Tabla 2.3. Resultados del análisis de los estándares de referencia cristalinos con PIXE.

Referencia	Na ₂ O	MgO	Al ₂ O ₃	SiO ₂	P ₂ O ₅	SO ₃	Cl	K ₂ O	CaO	TiO ₂	VO ₃	Cr ₂ O ₃	MnO	Fe ₂ O ₃	CoO	NiO	CuO	ZnO	As ₂ O ₃	SnO	Ag ₂ O	SrO	Sb ₂ O ₃	BaO	PbO	
Referencia	7,5	2,1	1,01	58,04		0,2		5,4	5,75				2,95				3		0,92							9,84
PIXE2014007_102 BGR-A3	6,5	1,83	1,93	55,2	<0,035	<0,14	<0,05	4,26	6,39	<0,017	<0,0097	<0,006	<0,0067	3,26	0,44	<0,0053	3,21	0,011	<0,099	<0,0069	<0,0062	2,92	<0,017	<0,075		10,5
PIXE2014021_124 BGR-A3	5,84	1,58	1,85	56,3	<0,01	<0,1	<0,038	4,43	6,37	<0,0097	<0,0031	<0,0053	0,0099	3,3	0,44	<0,0065	3,22	0,011	<0,097	<0,0034	<0,0046	2,84	<0,015	<0,068		10,8
PIXE2014007_002 BGR-A3	6,67	1,83	1,94	58	<0,024	<0,11	0,07	4,22	5,86	<0,024	<0,0038	<0,0044	<0,0074	3,01	<0,009	0,011	3,11	0,013	<0,1	<0,0043	<0,0041	2,83	<0,021	<0,022		9,3
PIXE2014007_037 BGR-A3	6,66	1,86	1,89	58,1	<0,019	<0,11	<0,061	4,17	5,85	<0,026	<0,0066	<0,009	<0,0094	2,95	<0,0088	0,011	3,06	0,011	<0,099	<0,0069	<0,005	2,7	<0,0096	<0,027		9,08
Referencia	17,26	1,19	4,22	67,55		0,84	0,54	1,1	8,71		0,1		0,28	0,35	0,35	0,09	2,7	0,2								0,4
PIXE2014021_101 BRLL-B	14,3	0,86	4,34	63,2	0,72	0,59	0,18	1,04	8,83	0,12	<0,035	0,017	0,29	0,4	0,23	0,11	3,26	0,23	<0,0076	0,023	<0,0082	0,038	0,46	<0,12		0,43
PIXE2014021_123 BRLL-B	14,3	0,86	4,4	63,4	0,78	0,56	0,17	1,03	8,86	0,12	0,032	0,016	0,29	0,39	0,22	0,11	3,16	0,22	<0,0066	0,021	0,009	<0,031	0,46	<0,08		0,42
PIXE2014007_001 BRLL-B	15	0,94	4,43	63,9	0,78	0,63	0,19	1,02	8,37	0,1	0,035	<0,0092	0,24	0,35	0,046	0,11	3,02	0,21	<0,0078	0,019	<0,0078	<0,053	0,45	<0,078		0,49
PIXE2014007_038 BRLL-B	15,4	0,98	4,45	63,5	0,72	0,57	0,18	0,99	8,21	0,11	0,026	<0,0062	0,24	0,35	0,049	0,1	2,89	0,2	<0,0074	0,02	<0,0073	<0,02	0,46	<0,071		0,47
Referencia	1,32	4,09	5,43	55,24		4,02	0,3	11,46	15,05		0,4		0,57	0,5	0,02	0,06	0,4	0,1								0,33
PIXE2014021_103 BRLL-D	1,3	3,52	5,27	56,1	3,76	0,22	0,18	11,6	15	0,4	<0,023	<0,0075	0,65	0,59	0,022	0,061	0,45	0,12	0,046	0,075	<0,003	0,093	1,06	0,39		0,26
PIXE2014021_104 BRLL-D	1,32	3,57	5,26	55,4	3,76	0,24	0,15	11,2	14,6	0,4	<0,032	<0,0057	0,62	0,57	0,029	0,059	0,42	0,11	0,045	0,071	<0,0048	0,097	1,04	0,36		0,24
PIXE2014021_105 BRLL-D	1,3	3,48	5,25	55,7	3,89	0,22	0,16	11,2	14,7	0,42	<0,014	<0,0066	0,62	0,56	0,03	0,051	0,41	0,1	0,044	0,067	<0,0051	0,09	0,98	0,39		0,23
PIXE2014007_003 BRLL-D	1,29	3,81	5,4	57	3,71	0,24	0,17	10,8	13,7	0,37	<0,011	<0,014	0,53	0,49	0,018	0,05	0,38	0,1	0,041	0,062	<0,0032	<0,054	0,98	0,36		0,22
PIXE2014007_038 BRLL-D	1,28	3,87	5,42	57,1	3,86	0,24	0,15	10,8	13,6	0,36	<0,019	<0,017	0,54	0,49	0,023	0,05	0,39	0,099	0,044	0,065	<0,0048	0,074	0,91	0,32		0,22
Referencia	2,99	4,4	17,82	52,85		0,25		1,7	7,05		1,09		0,22	3,7	19,71											0,0056
PIXE2014007_004 DRN	2,9	4,07	18	54,2	0,28	1,15	0,045	1,67	6,47	1,08	<0,047	<0,0064	0,22	9,5	<0,023	<0,0007	0,0057	0,019	<0,0004	0,052	<0,0036	<0,0085	<0,0054	<0,11		0,0056
PIXE2014007_005 DRN	2,82	4,14	18,1	54,7	0,21	1,15	0,05	1,66	6,6	0,96	<0,036	<0,0069	0,21	9,17	<0,022	<0,0013	0,0054	0,018	<0,0009	0,05	<0,0043	<0,0069	<0,0099	<0,1		0,011
PIXE2014021_126 DRN (large)	2,89	3,99	18,1	54	0,26	0,84	0,049	1,69	6,89	1,05	<0,036	<0,0097	0,22	9,83	<0,016	<0,0048	0,01	0,022	<0,0006	0,049	<0,0017	<0,0048	<0,0054	<0,055		0,0052
PIXE2014021_100 DRN (small)	2,73	3,98	17,9	54,3	0,24	1	0,051	1,8	7,07	1,02	<0,029	<0,013	0,22	9,77	<0,017	<0,0047	0,0055	0,02	<0,0004	0,056	<0,0016	<0,0067	<0,0079	<0,13		0,0056

42 Dada la poca importancia económica del arsénico en la actualidad no hay estándares no metálicos que lo incluyan en sus patrones de normalización. Recientemente se ha intentado crear un set de estándares basado en las aleaciones históricas en la que se incluyen aleaciones de Cu-As (Heginbotham et al., 2014). Como viene sucediendo, también en este caso son estándares metálicos no válidos para el estudio de las escorias y minerales.

en el estudio. Los resultados de los elementos pesados son correctos, con desviaciones puntuales en el cobalto, el antimonio y la plata. El PIXE es mucho más fiable y estable, aportando resultados cuantitativos o semicuantitativos tanto en elementos ligeros como en elementos pesados.

2.2.2.10. Estudio comparativo entre pFRX y PIXE

He representado los resultados del trabajo comparativo en la figura 2.7. El sistema empleado es un gráfico binario utilizando la escala logarítmica. Este sistema ya ha sido utilizado con anterioridad para comparar los análisis químicos del proyecto Zambujal con las SAM⁴³ (Müller et al., 2009, fig. 3) y se basa en trabajos previos de comparación de las SAM con otras regiones (Pernicka, 1990). Para el trabajo se han utilizado los valores en óxido de los diferentes elementos con un margen de error de dos órdenes de magnitud, señalado por líneas discontinuas⁴⁴.

La figura transmite algunas tendencias muy claras que nos permiten comprender de qué modo podemos utilizar los análisis de pFRX y cuándo deberemos prescindir de algunos elementos.

Entre los elementos principales, el hierro presenta una buena correlación. Para el arsénico, la tendencia de valores más bajos en PIXE es elevada. En este caso, dado que la regresión se mantiene sobre la línea del margen de error inferior, el índice de corrección para los valores FRX se sitúa en el 50 % (Fig. 2.8). Aplicando la corrección se obtiene una correlación similar a la del hierro.

Ya hemos visto que el cobre mostraba una sobrestimación en la sesión 1 respecto a los estándares de referencia. La situación con el PIXE es diferente. Hay una sobre-elevación en la medición del cobre en pFRX pero, excepto en casos aislados, se ajusta a los márgenes de confianza. A diferencia del arsénico la desviación no es regular. Para las series 1 y 4 los resultados tienden a ajustarse bastante bien, mientras que en las series 2 y 3 son sistemáticamente superiores cuando la concentración en cobre es inferior al 50%.

El conflicto que ello genera en nuestro estudio es mínimo, pues las pruebas realizadas se basan en parámetros cualitativos con márgenes donde estos posibles errores se minimizan. Únicamente recurrimos a un mayor detalle para el cobre en la comparación entre residuos metalúrgicos y minerales del Capítulo 7, donde se utilizan 11 muestras de los análisis con pFRX. Nueve de estas muestras se analizaron durante la primera sesión de pFRX y únicamente dos corresponden a la tercera sesión. En consecuencia creemos más adecuado no aplicar un factor de corrección al cobre, ya que no sigue una tendencia regular que asegure unos resultados más exactos.

43 *Studien zu den Anfängen der Metallurgie* (Junghans et al., 1974, 1968, 1960).

44 Es el mismo margen de error que se ha utilizado en los trabajos previos citados.

Recursos minerales de cobre y su explotación prehistórica en el sudeste peninsular
El valle del Guadalentín.

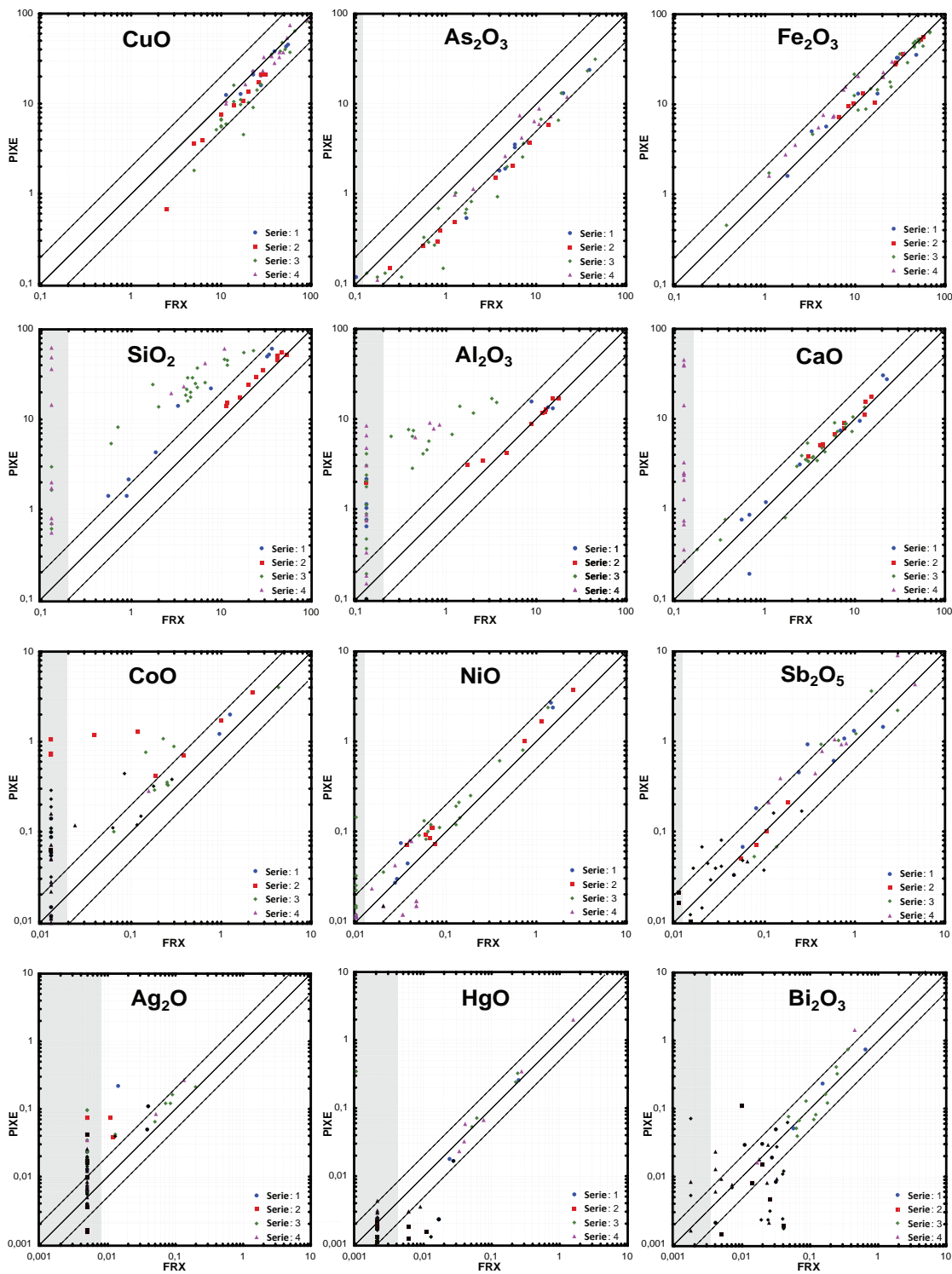


Figura 2.7. Gráficos X/Y comparativos, en escala logarítmica de muestras duplicadas en PIXE y pFRX. Se muestran los principales elementos utilizados en el estudio. Las líneas discontinuas establecen un margen de error de dos órdenes de magnitud. La sombra gris en los laterales derechos señala el límite de detección de la pFRX en cada elemento. Debido a que el PIXE tiene un límite de detección variable según la muestra, los símbolos en negro marcan el límite de detección. El valor real es inferior al punto marcado en negro.

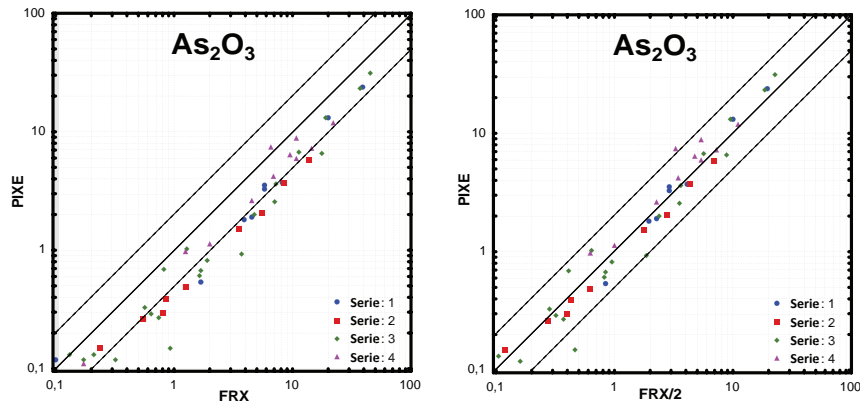


Figura 2.8. Representación gráfica de los análisis duplicados antes y después de aplicar la corrección del arsénico ($x/2$).

En cuanto a los principales elementos ligeros (Si, Al, Ca) encontramos valores comparables en las dos primeras sesiones cuando están por encima de los límites de detección de la pFRX. Durante la tercera sesión se pierde calidad en Si y Al pero se mantiene en el Ca. En la última sesión todos los valores de elementos ligeros de pFRX deberán desestimarse.

Otro caso que debemos mencionar es el sulfuro (no representado en la figura 2.7). Su evolución en nuestros análisis es similar al calcio, con una buena correlación entre ambas técnicas en las tres primeras sesiones cuando su valor en PIXE estaba por encima del 0,5%. En la cuarta sesión se pierde totalmente la capacidad de detección en pFRX.

La comparación entre las seis principales impurezas del estudio muestra un buen ajuste para el níquel, antimonio, mercurio y bismuto. El cobalto y la plata presentan ciertos problemas debido a interferencias con otros elementos, especialmente en concentraciones por debajo del 0,1%. Pese a los filtros utilizados, los límites de detección del cobalto tienden a ser muy variables y por lo general elevados (entre el 0,1 y el 0,3%). En el apartado anterior hemos visto que los problemas en la cuantificación del cobalto podían darse en ambas técnicas. En la comparación las mediciones en pFRX tienden a ser inferiores que en PIXE por debajo del 1% y son comparables a partir de este valor.

Tomando como correctos los valores de PIXE por su exactitud con los estándares de referencia, vemos como la pFRX no suele acertar con las lecturas del cobalto o directamente no lo detecta. La plata también arroja resultados poco seguros en concentraciones inferiores al 0,1%. A partir del 0,1% pueden considerarse comparables ambas técnicas.

En general, podemos considerar que ambas técnicas son comparables para la clasificación en grupos genéricos. Para ello se debe de tener presente la corrección propuesta para el arsénico⁴⁵, los problemas en la lectura de elementos ligeros en las sesiones 3 y 4

45 Pese a que este error no es relevante en el marco del estudio realizado.

de pFRX y las dificultades en la medición del cobalto y, en cierta medida, la plata debido a interferencias con otros elementos.

2.2.2.11. Análisis microscópico

El estudio microscópico se ha centrado en la caracterización de los residuos metalúrgicos, la identificación de sus principales fases y el análisis de las inclusiones cupríferas que presentan. Se ha trabajado combinando cartografías generales a 5x de los residuos metalúrgicos en el microscopio óptico con su posterior análisis y caracterización en el microscopio electrónico de barrido.

En el microscopio óptico el trabajo a 5x y 10x nos ha permitido conocer la estructura general de la escoria y seleccionar las áreas más comunes y aquellas fases que permitieran identificar correctamente el residuo. También se han seleccionado zonas ricas en nódulos de cobre o restos minerales parcialmente fundidos para poder correlacionar los residuos con los restos minerales del mismo asentamiento y con el resto de sitios analizados.

Posteriormente, con el microscopio electrónico se han determinado químicamente las fases vidriadas, metálicas y cristalinas seleccionadas en el microscopio óptico. Igualmente, los análisis se han enfocado en la caracterización química de los metales atrapados en forma de nódulos en los residuos, las fases principales de óxidos de hierro y los silicatos de cada residuo. Por lo tanto, el estudio ha priorizado la materia prima que da origen al residuo, y no tanto en el proceso pirotecnológico del que se deriva su formación.

*Recursos minerales de cobre y su explotación prehistórica en el sudeste peninsular
El valle del Guadalentín.*

*Recursos minerales de cobre y su explotación prehistórica en el sudeste peninsular
El valle del Guadalentín.*

3. Prospecciones arqueomineras en la fachada litoral y prelitoral de Murcia

3.1. Medio físico, geológico y metalogenético

En este apartado se situará el área de estudio y se describirán sus principales características físicas, geológicas y metalogenéticas. El apartado cierra con un repaso al devenir contemporáneo de la minería murciana, con especial interés en la minería del cobre. Estos apartados sirven de prolegómeno a las prospecciones, desarrolladas específicamente en la segunda parte del capítulo.

3.1.1. Medio Físico

“El geólogo comprueba en esta región extraños fenómenos, convulsiones naturales sorprendentes, erupciones plutónicas de época y naturaleza bien distintas, una red de filones de galena argentífera de primera importancia, una serie interesante de terrenos sedimentarios y la influencia sobre ellos de las erupciones volcánicas.

No menos notable es la diversidad de las rocas, observándose entre ellas la serie casi completa de minerales de cobre, plomo y plata, hasta los metales en estado nativo; compuestos de hierro en masas enormes; oro, cinabrio, mármol, yesos y calizas, azufre, óxidos de manganeso y silicatos numerosos, entre los que citaremos la lazulita.

La configuración del país, apreciada desde un punto elevado, interesa más que seduce. Aquellos inmensos horizontes son tristes.

Los efectos de la luz son incomparables.

Nada más quebrado, más hendido, más denudado que aquellas sierras.

El verdor de los valles semeja como una alfombra de tupida yerba y las higueras parecen simples malezas. Las montañas no son sino aristas escuetas, fallas, cimas parecidas a conos de erupción, gargantas sombrías, flancos estratificados y, a lo mejor, súbitamente desgarrados.

Cuando se desciende, marchando por las orillas de los torrentes, se encuentran sitios pintorescos en que la fertilidad del suelo se acusa por soberbias cosechas. Un clima encantador favorece además la vegetación, más la falta de agua se deja sentir a veces cruelmente.

Las montañas están enteramente despobladas de bosque.

Semejante estado de cosas no data de mucho tiempo pues que las maderas

empleadas en la construcción de algunos edificios de Cuevas provienen de los pinos de Almagro, donde no se encuentran actualmente más que unos pocos brezos. Toda la región montañosa, que constituye la mayor parte de la comarca que hablamos, estaría probablemente más poblada de árboles en otro tiempo.

Su régimen hidrográfico debía ser diferente; los manantiales serían más numerosos y abundantes. El retorno a un estado de cosas por el estilo convertiría a este país en un verdadero edén.

Aquellas gargantas áridas y silenciosas se animarían, aquellos horizontes desnudos cobrarían nueva vida” (Siret y Siret 1890a).

Esta descripción de los hermanos Siret, de una gran belleza poética, nos permite tener una percepción general del paisaje de la fachada litoral murciana y almeriense. El estilo romántico de su descripción es el único posible para presentir ese paisaje, purgatorio de restos arqueológicos y mineros. Un paisaje que, como intuyen los dos hermanos, presentaba hasta finales del III milenio A.N.E una vegetación y una fauna más rica y variada, a la vez que un clima más húmedo y con mayores caudales de agua (Fuentes et al. 2005, p.78). Un clima que se volvería más seco durante el período argárico (Lull 1983, p.37 y ss.; Risch y Ferres 1987; Castro et al. 1998; García-Martínez 2009, p.495 y 525).

Actualmente, el territorio que conocieron los hermanos Siret es difícilmente reconocible. Agoniza bajo un mar de plástico en el que la fertilidad del suelo se agota a ritmo capitalista.

En el sudeste de la península ibérica se intercalan varias áreas geográficas bien definidas y diferenciadas, cada una de las cuales posee unas características geológicas y ambientales propias. La delimitación de áreas geográficas propuesta por V. Lull (1983, pp.25-6) para el territorio argárico es válida para situaciones históricas anteriores como las que estudiamos. De ellas, nos interesan aquellas que conforman la zona noreste del territorio nuclear argárico (Lull et al. 2014, p.395).

Nuestro estudio se ha restringido a la fachada litoral y a la depresión prelitoral murcianas (Fig. 3.1)⁴⁶. El principal eje vertebrador de la zona, tanto a nivel hídrico como de comunicación es el valle del Guadalentín. Junto con su prolongación hacia el bajo valle del Segura constituye una amplia depresión que separa las sierras litorales de las prelitorales a lo largo de todo Murcia. El valle se configura por un potente relleno aluvial sobre una fosa tectónica pliocuaternaria (Conesa García 2006, pp.86-7). El corredor que se genera, encima de la Falla de Alhama-Murcia es la actual vía de comunicación principal del Levante entre Alicante, Murcia y Almería. Probablemente también lo fuera para comunicar las comunidades levantinas durante la prehistoria reciente, como lo atestiguan

46 Estas dos regiones comprenden las comarcas actuales del Alto Guadalentín, Bajo Guadalentín, Huerta de Murcia y Campo de Cartagena.

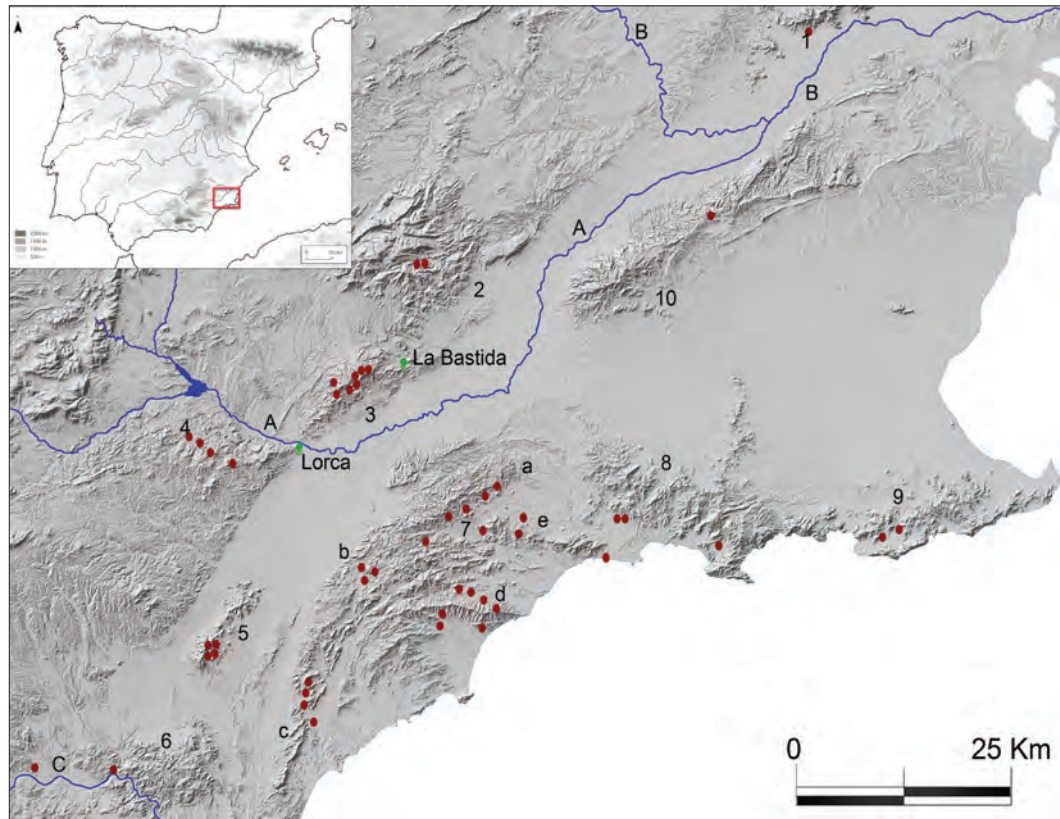


Figura 3.1. Principales sierras y cursos hídricos del área de estudio con la demarcación de los indicios prospectados (puntos rojos). 1 Sierra de Orihuela; 2 Sierra Espuña; 3 Sierra de la Tercia; 4 Sierra de la Torrecilla; 5 Sierra de Enmedio; 6 Sierra de Almagro; 7 Sierra de Almenara; 7-a Sierra del Águila; 7-b Sierra de la Carrasquilla; 7-c Sierra del Aguilón; 7-d Lomo de Bas; 7-e Sierra de las Moreras; 8 Sierra del Algarrobo; 9 Sierra de Cartagena; 10 Sierra de Carrascoy; A Río Guadalentín; B Río Segura; C Río Almanzora. (Elaboración propia. Fuente de los mapas: Iberpix y Trabajos de Prehistoria).

el gran número de asentamientos que se establecen durante El Argar en su perímetro.

La prospección ha incluido finalmente indicios metalogenéticos de las sierras de Orihuela, Espuña, La Tercia, La Torrecilla, Almagro, Enmedio, Carrasquilla, Almenara, Lomo de Bas, Las Moreras, Algarrobo, Cartagena y Carrascoy. La sierra de Cartagena, debido a su complejidad, y la sierra de la Torrecilla, alejada del núcleo del valle del Guadalentín, han sido prospectadas de manera puntual. En la sierra de Almagro, visitada con anterioridad por varios equipos de investigación, únicamente se ha prospectado Cerro Minado⁴⁷.

3.1.2. Síntesis Geológica

La síntesis geológica adquiere sentido en cuanto a la información básica que aporta

⁴⁷ Su inclusión, pese a salirse de la demarcación inicial, viene condicionada por dos factores complementarios. En primer lugar la insistencia de P. Ortiz y F. Miñarro debido a la calidad de sus minerales y a la abundante presencia de arseniatos entre ellos. En segundo lugar, a la confirmación y muestra, por parte de G. Favreau de la presencia de cantos de litología alóctona al cerro que podían identificarse como percutores macrolíticos.

para la explotación minera de los indicios minerales. Éstos tienden a desarrollarse en terrenos de una edad geológica concreta (litologías) y en ciertas estructuras tectónicas (Arana 1973; Montero Ruiz 1992, p.73).

El Sudeste presenta una enorme diversidad de formaciones geológicas, fruto de una compleja evolución tectónica y un posterior volcanismo neógeno. Sin embargo, el elemento que define y engloba estas formaciones geológicas es la Cordillera Bética. Su formación es consecuencia del choque de las placas Euroasiática y Africana, desde finales de la Era Mesozoica, hace unos 72 millones de años (Martínez-Aedo et al. 2010), y de la progresiva apertura de la cuenca Algero-Baleárica desde el Mioceno hasta el Holoceno (Pedrera Parias 2008, p.4). Esta cordillera montañosa en forma de arco SW-NE y formación orogénica es la más meridional de la península ibérica y se extiende desde el estrecho de Gibraltar hasta Alicante, resurgiendo en las Islas Baleares y al norte del continente Africano.

Tradicionalmente las Cordilleras Béticas se subdividen en tres grandes unidades geológicas según su posición al Mediterráneo. Tenemos la Zona Externa, formada por rocas mesozoicas, y la Zona Interna, formada por rocas paleozoicas. La Zona Externa se divide entre el Prebético y Subbético, mientras que la Zona Interna únicamente presenta el Bético. La tercera unidad se conoce como neógeno-cuaternario y se forma a partir de la acumulación de sedimentos y rocas, depositados en las cuencas de los depósitos anteriores.

Cada una de estas unidades se divide a su vez en dominios paleogeográficos en función de sus peculiaridades estratigráficas y tectónicas. El Prebético se subdivide, de norte a sur, en Externo, Interno y Meridional. En el Subbético se reconocen los dominios Externo, Medio e Interno.

En la zona Bética, la más interesante a nivel metalogenético, se diferencian, según su estratigrafía ascendente, los complejos tectónicos Névado-Filábride, Alpujárride y Málagaide. Antiguamente, también se reconocía el complejo Ballabona-Cucharón como unidad intermedia entre los complejos Névado-Filábride y Alpujárride. Este complejo está ahora en desuso (Arana 2007, pp.5-6). Algunos autores abogan por fusionar el complejo Ballabona-Cucharón dentro del Complejo Alpujárride (Sanz de Galdeano et al. 1997; Martín-Rojas et al. 2007b). En estos estudios también se niega la propuesta planteada en 1991 por De Jong de nombrarlo como Complejo Almágride. Esta revisión es la que se adopta en las nuevas versiones actualizadas del Mapa Geológico de España.

Los depósitos neógenos que rellenan las cuencas post-orogénicas, pueden ser de dos tipos. Las cuencas terciarias, como el Campo de Cartagena o Lorca, y los valles aluviales, como el del Guadalentín-Segura que ocupa y rellena la falla de Alhama. Asimismo, las rocas surgidas del intenso volcanismo de la zona, tanto en Mazarrón como en Cartagena, también forman parte de estos depósitos.

*Recursos minerales de cobre y su explotación prehistórica en el sudeste peninsular
El valle del Guadalentín.*

En estas prospecciones se ha trabajado exclusivamente sobre el sustrato del área Bética (Fig. 3.2), que en las zonas bajas aparece cubierto por depósitos neógenos. Los materiales de esta zona se caracterizan por ser terrenos metamórficos, con esquistos, cuarcitas y mármoles del Permo-Triásico junto a dolomías del Trías. Estos materiales se formaron a cientos de kilómetros de su posición actual, estructurándose en grandes mantos de cabalgamiento.

El complejo tectónico inferior de la zona Bética es el Nevado-Filábride. Las rocas que lo componen, del Precámbrico al Triásico inferior, son exclusivamente metamórficas pertenecientes. Litológicamente se constituye por un tramo basal de micaesquistos, cuarcitas, gneises y anfibolitas del Paleozoico que confieren a los relieves un color muy característico, del negro al marrón rojizo por la presencia de óxidos de hierro. Cubre la serie el tramo carbonatado de mármoles del Triásico medio-superior. En nuestra área de estudio este complejo queda representado por la dorsal de la sierra del Almenara y Lomo de Bas, la sierra del Algarrobo y Cabo de Palos. El afloramiento más potente, de unos 600 metros, se desarrolla desde el norte de Peñas Blancas hasta la sierra de las Victorias, en la zona de Fuente Álamo.

El Alpujárride se distribuye de forma desigual a ambos lados de la dorsal Nevado-Filábride, descansando estructuralmente por encima de éste. Son unidades formadas por

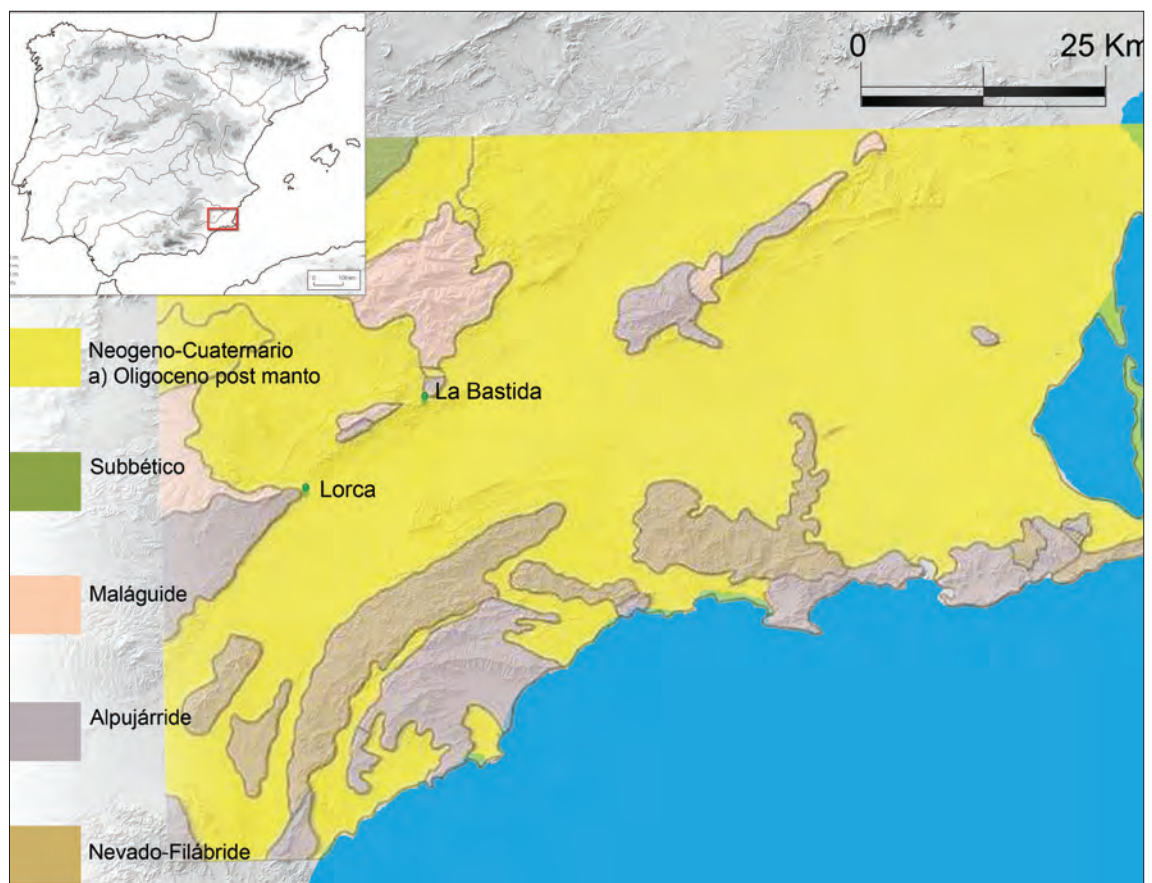


Figura 3.2. Esquema de unidades tectónicas perteneciente a la Hoja 79, del mapa geológico del IGME (1970).

un tramo paleozoico y otro triásico. En él aparecen tres tipos diferentes de rocas. Las rocas metamórficas tales como esquistos, calcoesquistos, cuarcitas y filitas. Las rocas sedimentarias como los yesos, las calizas y las dolomías. Finalmente también aparecen las intrusiones de rocas subvolcánicas, como las diabasas o gabros. Debido a la actividad tectónica, el complejo Alpujarride presenta varios mantos de cabalgamiento que han originado multitud de afloramientos con series parciales incompletas. En ocasiones, las rocas más antiguas de estos afloramientos se asignan al complejo Nevado-Filábride.

Finalmente, el complejo Maláguide se estructura por encima de los otros dos. A diferencia de ellos no está compuesto por dos tramos, si no que forma una serie bien desarrollada que abarca desde el Paleozoico al Cenozoico. En sierra Espuña hay un tramo de más de 2000 metros de espesor que comprende la serie más o menos continua. Entre las rocas de este complejo predominan las dolomías, filitas, calizas, rocas detríticas y conglomerados. A parte de sierra Espuña también la encontramos en la sierra de la Tercia, la sierra de la Torrecilla, al sur de la sierra de Carrascoy y en pequeños afloramientos en Cabo Cope o La sierra de Cartagena.

La nula presencia de indicios metalogenéticos en los materiales neógenos sedimentarios hace relativizar su interés en este trabajo. Al contrario ocurre con los materiales neógenos de origen volcánico, relacionados con la tectónica de fractura. Estos concentran los depósitos minerales más explotados históricamente, especialmente en la asociación BPG (Blenda-Pirita-Galena) de Mazarrón y Cartagena. El volcanismo neógeno de la zona Murciana se adscribe principalmente al Tortoniense, aunque en Cartagena también encontramos el volcanismo basáltico alcalino de origen Plio-Cuaternario (Duggen et al. 2005).

3.1.3. Síntesis metalogenética de los recursos de cobre

Murcia ha sido una de las regiones metalogénicas peninsulares más importantes y más estudiadas. El interés por su génesis geológica se inicia con el apogeo de la minería cartagenera contemporánea (1840-1930).

Antes de seguir avanzando interesa advertir que la riqueza mineral legendaria de las minas murcianas no puede aplicarse de forma genérica. Su consideración únicamente es válida en unas zonas muy concretas y para unos pocos metales como el plomo, el hierro, la plata y en menor medida el cinc. Pese a que, desde el ámbito arqueológico, se ha insistido con frecuencia en la gran riqueza en cobre de la provincia de Murcia, éste nunca ha tenido verdadera importancia económica. Su beneficio contemporáneo puede calificarse como oportunista y marginal. Ello se explica por la inexistencia de grandes masas mineralizadas y la pobreza general de los indicios.

La única fuente para lograr una mínima representación de los indicios de cobre es la documentación del IGME realizada para la revisión del Mapa Metalogenético de España y de la Región de Murcia (Espinosa et al. 1981; IGME 2000) y publicada recientemente

online⁴⁸ (Marín Lechado et al. 2008) (Anexo 3). Otros proyectos del propio IGME permiten ampliar y completar la información concreta de algunas zonas (IGME 1986). Como el cobre nunca fue objetivo principal de estas investigaciones la información al respecto siempre es muy parcial. De las prospecciones de los años 70 y 80 del siglo XX, que dieron origen a la Mapa Metalogénico, constatamos un panorama muy disperso, en el que destacan las regiones ya descritas la síntesis del estado de la minería en Murcia de A. Tirado (1862).

Siguiendo la revisión de la Mapa Metalogénico de Murcia (Sierra et al. 1980; IGME 2000, p.32) es posible diferenciar los depósitos de cobre a partir de dos grupos morfológicos. Un Grupo "A", formado por mineralizaciones filonianas y un Grupo "B" de mineralizaciones estratoligadas que se muestran como diseminaciones, impregnaciones y relleno de discontinuidades.

El Grupo "A" presenta diferencias en la paragénesis de las mineralizaciones que condiciona los minerales presentes y la intensidad de la mineralización. Este tipo de mineralizaciones fueron afectadas por el vulcanismo neógeno que rellenó, mediante procesos epigenéticos y mesoepitermales, las fracturas orogénicas alpinas. Principalmente se trata de minerales con siderita, óxidos de hierro y sulfuros de hierro y plomo que pueden estar acompañados de sulfoantimoniuros de plomo, arsenopiritas y cobres grises con una paragénesis Cu-As importante (alterados posteriormente a arseniatos como la conicalcita). En Murcia, este grupo de mineralizaciones se concentran en la fachada costera de gran actividad volcánica (Cartagena, Mazarrón, sierra de Almenara-Lomo de Bas) (Sierra et al. 1980; IGME 2000).

En el Grupo "B", predominan las mineralizaciones de morfología estratiforme, lentejón o estratoide, aunque en ocasiones también pueden ser filonianas. La roca en que encajan la mayoría de estas mineralizaciones son rocas sedimentarias. Este grupo, dada su naturaleza en impregnación y/o diseminación proporcionan un mineral de baja calidad con mineralizaciones más difíciles de concentrar. Sin embargo, en algunos casos, como en el Cabezo de la Fuente (Santomera, Murcia) episodios epigenéticos posteriores (probablemente, de alteración hidrotermal) a la primera mineralización sedimentaria favorecieron el enriquecimiento de algunos sectores (IGME 2000). Queda por ver si la diseminación superficial, y la mineralización en el tramo carbonatado que culmina el Cabezo de la Fuente posibilitó un enriquecimiento susceptible de ser aprovechado durante la prehistoria.

3.1.4. Minería contemporánea

Desde el inicio del boom minero en el siglo XIX, toda la atención se concentró en los principales distritos económicamente rentables a corto plazo. En Murcia, el gran distrito

48 <http://cuarzo.igme.es/bdmin/buscarIndicio.aspx>

minero por antonomasia y sin discusión alguna fue Cartagena (Monasterio 1846; Monasterio 1850; González Lasala 1852; Monasterio 1855; Fournet 1857; Massart 1876; Guardiola 1927; Vilar y Egea Bruno 1990). La cantidad de concesiones y minas en explotación durante los primeros años de fiebre minera, en las décadas de los 40 y 50 del siglo XIX, ya era desmedida⁴⁹.

En Cartagena, al igual que en el Filón Jaroso de sierra Almagrera unos pocos años antes (Ezquerro del Bayo 1841), el principal incentivo de la minería fue el plomo y la plata. Las tempranas explotaciones de las minas del distrito acabaron en fracaso debido a la pobreza en plomo de sus minerales más superficiales (8-10 % de ley media en los carbonatos). A ello se añadía que los nuevos trabajos tropezaban siempre con galerías antiguas que habían vaciado las zonas más ricas de la mineralización (Estevan Senís 1966). Unos impedimentos que hubieran tenido solución sin la mala gestión de las concesiones, dominadas por la codicia de beneficios inmediatos sin inversión. Esta actitud, presente también en sierra Almagrera y prácticamente en todo el sudeste Ibérico, condicionó toda la explotación minera posterior.

La solución a este primer contratiempo de la explotación minera del distrito cartagenero fueron los grandes escoriales, tan ricos en plomo como los minerales de la sierra. Los depósitos de escorias antiguas cubrían ramblas, laderas y llanos por toda la sierra (Monasterio 1846, p.290; Ezquerro del Bayo 1850) y eran los residuos de las labores romanas descritas en las crónicas de Polibio, Plinio o Estrabón entre otros (Antolinos y Soler Huertas 2007).

Se empezó a ensayar la fundición de escorias antiguas en 1842. En 1843 se logró su procesado en la fábrica La Esperanza del Garbanzal. Ello provocó que en solo dos años se abandonaran casi todas las minas, pues en 1845 solo quedaban 30 minas en actividad. Después, hubo una ligera recuperación de la minería con la explotación de los carbonatos más superficiales pobres en plomo y plata que se combinó con la fundición de las escorias y sulfuros de Almagrera ricos en plata. Este proceso fruto del ensayo error, se realizó en el margen de muy pocos años y permitió la supervivencia metalúrgica del distrito, cuando la extracción no era apenas rentable por la pobreza general de los carbonatos⁵⁰ que se estaban explotando.

Posteriormente, el interés se desvió hacia los mantos que guardaban las galenas y los

49 En Murcia, se han contabilizado 715 explotaciones de plomo por cinco de cobre solo en 1859 (Vilar y Egea Bruno 1990, p.86).

50 La mezcla de minerales de diferentes procedencias también se da en la antigüedad y en las primeras explotaciones fenicias (Renzi et al. 2009) tanto en el arco levantino, como en el nordeste (Rafel et al. 2010). Los pecios descubiertos en el Mediterráneo, ya desde el famoso Ulu Burum a todos los que aparecen en las costas de Mazarrón o Cartagena, concuerdan con una mezcla de materia prima de diferentes procedencias. Estas prácticas también las encontramos en la explotación de cobre durante el III milenio cal ANE en varias regiones mediterráneas (Hauptmann et al. 2003; Rehren et al. 2012).

sulfuros complejos (2º manto o Manto Piritoso). En la mayoría de zonas el cinc y hierro acompañaban al plomo, aunque en algunos tramos este rol lo cumplía el cobre (Massart 1876; Estevan Senís 1966; Vilar y Egea Bruno 1990).

Siguiendo la estela de Cartagena y sierra Almagrera, también Mazarrón y Lomo de Bas (zona de Águilas), con una metalogenia muy similar, empezaron desde el principio una actividad minera con labores de bastante entidad, pero siempre con el plomo y el plomo argentífero como protagonistas (Vilar y Egea Bruno 1990, p.93). La riqueza argentífera de las galenas era especialmente extraordinaria en los tramos inferiores de micaesquistos oscuros del Complejo Alpujárride, presentes en el sector oriental de la sierra de Cartagena y en Lomo de Bas (Sierra et al. 1980).

Poco a poco, junto al plomo florecieron otras industrias como la del cinc o el hierro. Del cinc se beneficiaron en primer lugar las calaminas y, posteriormente, las blendas que habían sido ignoradas por los romanos (Arrojo y Templado 1927). Del segundo, se explotaron las grandes masas de hierro, tanto en forma de piritas como de hidróxidos y óxidos de hierro (Villasante 1912; Pato y Peña 1918), superando la producción de plomo ya a finales del s. XIX. Como dato, en 1900, las minas de hierro en la provincia de Murcia (n=1530) doblaban a las de plomo (n=738) (Vilar y Egea Bruno 1990, tab. 21). A partir del siglo XX la minería murciana sobrevivió de forma irregular, gracias a la subida coyuntural de los precios de mercado del hierro, desapareciendo con el final de la Primera Guerra Mundial.

También el estaño tuvo una explotación relevante, especialmente en Cartagena donde su producción se prolongó hasta 1972 (IGME 2000, p.38). Normalmente y exceptuando zonas muy concretas, este se presentaba en profundidad y en filones polimetálicos en los que predominaba el hierro. En las mineralizaciones de estaño más superficiales se aprovechaba una variedad de casiterita⁵¹ entrecrecida con hematites e invisible a simple vista⁵². En cambio, en la Mina Cuproja (El Cantal, Águilas), una pequeña mina sin rendimiento económico, la casiterita se presentaba en forma de cristales prismáticos, liberados o rodeados de jarosita y natrojarosita (Sierra et al. 1980; IGME 2000). Debido a la dificultad para identificarlo, A. Tirado (1862) narra el fracaso de la búsqueda de minerales de estaño en Lomo de Bas tras la noticia de su descubrimiento en Cartagena. Para cerrar este párrafo debemos mencionar los estudios realizados por el IGME en los años 80 del siglo XX para la explotación de los minerales de estaño, tanto en Cartagena como en Lomo de Bas (IGME 1982; IGME 1984b; IGME 2000). De todo este trabajo no surgió ninguna iniciativa de explotación posterior.

51 Xiloide, acicular y fibroso-radiada de coloración ambarina

52 Lo que convierte en muy improbable su explotación prehistórica e incluso preindustrial.

3.1.4.1. La minería del cobre

Como ya hemos avanzado, la minería de cobre en Murcia y Almería fue económicamente insignificante. Las expectativas de éxito que generaba su presencia frecuente en pequeños afloramientos quedaron en expectativas. Es cierto que fueron muchas las denuncias mineras, e incluso algunas aparecen en los tempranos registros de los s. XVI y XVII como las de Santomera (González 1832; Anton Valle 1841, p.72, 29-30,153,155; Ayala Juan 1991). La misma información sobre denuncias para la concesión de explotaciones se va repitiendo en algunas crónicas realizadas por sabios de la vieja tradición alquímica (de Alvarado y de la Peña 1832) o por viajeros ilustrados (Bowles 1775, p.77).

Ya en el siglo XIX las denuncias de minas de cobre se multiplicaron en Lomo de Bas (Peñuelas 1851, p.154), en Mazarrón, y en Cartagena. En Cartagena, el cobre aparecía con frecuencia mezclado entre la galena, la blenda y las piritas siendo extremadamente difícil su tratamiento (Peñuelas 1851, p.154; Guardiola 1927, p.68). Pero además de en los sulfuros complejos, el cobre también aparecía en otras paragénesis. Entre ellas merecen destacarse los nódulos de sulfuro de cobre con malaquita y cobre gris hallados en el Sancti Spiritus (Guardiola 1927, p.231). También en la Rada de Portmán, en los cabezos que forman los acantilados junto a la costa, los minerales cobrizos aparecían en pequeñas vetas o bolsadas con hierro hidroxidado y, a veces, con calamina (Guardiola 1927, p.236). Precisamente serán estas últimas mineralizaciones las que tengan un mayor potencial prehistórico por su afloramiento superficial y su naturaleza principalmente carbonatada.

En el resto del levante murciano el cobre aparecía asociado al hierro y, en menos casos, de forma aislada. Afloraba en pequeños mineralizaciones de carbonatos, sulfuros de cobre y cobres grises cuya potencia y rentabilidad económica era nula (excepto en la segunda mitad del siglo XX). Excepto algún caso aislado, las labores en los indicios no pasaron de meras prospecciones.

En general, las mineralizaciones de cobre se encuentran dispersas por todo el sustrato de la parte oriental de la provincia, escaseando y desapareciendo al adentrarnos en el Complejo Subbético. En los primeros registros de concesiones publicados en el Boletín Oficial de Minas, se observa una concentración de las denuncias en la zona de Cartagena entre 1844 y 1858 (BOMF 1844; BOMF 1858).

Pero si la minería del cobre se mantuvo económicamente activa durante estos años fue por las labores que se realizaban en las 30 ha de concesiones del Cabezo de la Fuente, en Santomera (Botella y Hornos 1868, p.126; IGME 2000, pp.34-6). A esta explotación se unían esporádicamente ricas bolsadas como la de la Mina Amable (Rambla del Abenque, Cartagena), de la que se extrajeron 1200 toneladas de mineral. Junto con el Cabezo de la Fuente fueron estas bolsadas, cuya explotación no duraba más que algunos meses (Massart 1876, p.70; Guardiola 1927, p.26), lo que permitía mantener una constancia en la producción de cobre durante el siglo XIX y principios del XX (Tab. 3.1 y 3.2).

*Recursos minerales de cobre y su explotación prehistórica en el sudeste peninsular
El valle del Guadalentín.*

Nombre Mina	Año	Mineral	Paraje	Termino
<i>Alcancia</i>	1844	Cobre	Cabezo la Peña	Águilas
<i>La República</i>	1844	Cobre	Peña Rubia	Águilas
<i>San Agustín</i>	1845	Cobre	Lomo de Bas	Águilas
<i>Perdida</i>	1845	Cobre	Pasaizo	Cehegín
<i>Reina de los Ángeles</i>	1845	Cobre	Esparragal	Esparragal
<i>Enea</i>	1844	Cobre	Sierra de Enmedio	Lorca
<i>Por las esperanzas te</i>	1844	Cobre	Los Hermanos de	Lorca
<i>naurada</i>			Malina	
<i>El Recelo p. si acaso</i>	1844	Cobre	T. de Antonio Pintor	Lorca
<i>Estrella</i>	1845	Cobre	Cerro del Moro	Lorca
<i>S. Antonio de Padua</i>	1845	Cobre	Loma del Mojón	Moratalla
<i>Reina de las Angustias</i>	1844	Cobre	Cabezo Esparragal	Murcia
<i>Afortunada</i>	1844	Cobre	Puntas Realengo	Orihuela
<i>Socorrida</i>	1844	Cobre	Campo de la Matanza	Orihuela
<i>Despejo</i>	1844	Cobre	Campo de la Matanza	Orihuela
<i>Isabela</i>	1844	Cobre	Campo de la Matanza	Orihuela
<i>Experimentada</i>	1844	Cobre	Aparecida	Orihuela
<i>Casualidad</i>	1844	Cobre	Barranco Yeseras	Orihuela
<i>Socorro</i>	1845	Cobre	Matanza	Orihuela
<i>V. de Montserrat</i>	1845	Cobre	Matanza	Orihuela
<i>San Isidro</i>	1845	Cobre	Cabezo de Ornoie	Orihuela
<i>San Lázaro</i>	1845	Cobre	Matanza	Orihuela
<i>San Pedro</i>	1845	Cobre	Puerto de la Cadena	Palma
<i>Isabela</i>	1844	Cobre	Solano Morra Negra	Santomera
<i>La Ramona</i>	1844	Cobre	Cabezo de la Fuente	Santomera
<i>La Cana</i>	1844	Cobre	Cabezo de la Fuente	Santomera
<i>Quimera</i>	1844	Cobre	Cabezo de la Fuente	Santomera
<i>La Jacinta</i>	1844	Cobre	Cabezo de la Fuente	Santomera
<i>Virgen del Olvido</i>	1845	Cobre	Cueva Horadada	Santomera
<i>Nuestra Sª de Belen</i>	1845	Cobre	Cabezo del Malnombre	Santomera
<i>Virgen del Rosario</i>	1845	Plomo?	Cueva Horadada	Santomera
<i>S. Dionisio</i>	1845	Cobre	Matanzas	Santomera
<i>Nuestra Sª del Pilar</i>	1845	Cobre	Santomera	Santomera
<i>Las Almas</i>	1845	Cobre	Los Pimientos	Santomera
<i>Alegría</i>	1845	Cobre	Cabezo de la Fuente	Santomera
<i>Esperanza</i>	1845	Cobre	Cabezo de la Fuente	Santomera
<i>Incertidumbre</i>	1845	Cobre	Cabezo de la Fuente	Santomera
<i>Seguridad</i>	1845	Cobre	Cabezo de la Fuente	Santomera
<i>En Vélez Rubio Estoy</i>	1844	Cobre	Cerro Fraile	Vélez Rubio
<i>Doce Apóstoles</i>	1844	Cobre	Pago Olivarico	Vélez Rubio

Tabla 3.1. Concesiones del Boletín Oficial de Minas (BOMF) de 1844 y 1845, Inspección de Lorca.

Nombre Mina	Mineral	Núm Mina	Termino
<i>Santa Elena</i>	Cobre	476	Águilas
<i>Virgen de las Cortes</i>	Cobre	545	Alhama
<i>La Fortuna</i>	Cobre	562	Alhama
<i>San Antonio</i>	Cobre	433	Cartagena
<i>Esperanza Prometida</i>	Cobre	435	Cartagena
<i>Elena</i>	Cobre	462	Cartagena
<i>Porvenir</i>	Cobre	492	Cartagena
<i>El Salvador</i>	Cobre	494	Cartagena
<i>Represalia</i>	Cobre	496	Cartagena
<i>El Rosario</i>	Cobre	514	Cartagena
<i>La Perdiz</i>	Cobre	533	Cartagena
<i>San Antonio</i>	Cobre	534	Cartagena
<i>San Juan Evangelista</i>	Plomo y Cobre	536	Cartagena
<i>El Aforrador</i>	Cobre	547	Cartagena
<i>Diana</i>	Cobre	548	Cartagena
<i>La Caballera</i>	Plomo y Cobre	549	Cartagena
<i>Napoleón</i>	Cobre	554	Cartagena
<i>Baronesa</i>	Cobre	558	Cartagena
<i>Virgen de la Muela</i>	Cobre	571	Cartagena
<i>San Marcos</i>	Cobre	19	Huércal-Overa
<i>San Salvador</i>	Plomo y Cobre	44	Huércal-Overa
<i>Lucrecia</i>	Cobre	508	Lorca
<i>San Julián</i>	Cobre	569	Mazarrón
<i>Los siete hermanos de</i>			
<i>San Pascual</i>	Cobre	484	Murcia
<i>La Veracidad</i>	Cobre	493	Murcia
<i>Quién pensará</i>	Cobre	525	Murcia
<i>La Retirada</i>	Cobre	546	Murcia
<i>Faraón</i>	Hierro y	3	Orihuela
	Cinabrio		
<i>Colon y Almagro</i>	Cobre	4	Orihuela
<i>Rosalía</i>	Cobre	455	Orihuela
<i>Si algo vales te</i>			
<i>aprovecho</i>	Cobre	526	Totana
<i>Ecequiela</i>	Plomo y Cobre	570	Totana

Tabla 3.2. Concesiones del Boletín Oficial de Minas (BOMF) de 1858, Inspección de Lorca.

La minería cuprífera tuvo un primer abandono completo en 1918 (Vilar y Egea Bruno 1990), pero volvió a activarse a principios de los años 40 del siglo XX. Esa reactivación fue posible gracias al impulso de la instalación de la fundición de la Sociedad Merzu, S.A. y de un personaje que encontramos en casi todas las concesiones de la época, B. García Ruiz (2001) (Tab. 3.3). La fundición significó un breve repunte de la industria minera del cobre en la comarca de Lorca entre los años de 1946 a 1955. El nuevo brote minero solo puede entenderse por la situación de autarquía económica de los años 40, que obligaba a utilizar un producto cuya fabricación no era rentable.

La fábrica de Merzu S.A., instalada a la salida de Lorca, en la carretera de La Fuensanta, estaba especializada en tratar minerales pobres en cobre (2-3 % Cu), conocidos como cáscara de cobre. Su localización en las inmediaciones de Lorca le permitía centralizar el mineral procedente de La Carrasquilla, Morata y La Torrecilla, zonas con muchos indicios de cobre de baja ley que fueron trabajados de manera artesanal y sin ningún tipo de infraestructura. Las principales explotaciones vinculadas a la fábrica de Merzu S.A., siempre de forma irregular, fueron la Mina Las Tres Niñas (Carrasquilla, Lorca), la

*Recursos minerales de cobre y su explotación prehistórica en el sudeste peninsular
El valle del Guadalentín.*

Nombre Mina	Nombre IGME	Código IGME	Paraje	Municipio	Año	Plano labores	Producción estimada	B. García Ruíz 2001
Adela	Minas de Merzo	0974025	Nogalte	Lorca	1945	p. 150		p.146-147
Santa Primitiva			Nogalte	Lorca	1945	p. 150		p.146-147
Las Tres Niñas	Mina La Carrasquilla	0975049	Carrasquilla	Lorca	1945			p.275-279
Mina Juanito	Mina Artero	0975043	Casa Artero	Lorca	1945			
Segunda San Antonio/Recuperada			Barranco la Francesa	Zurgena	1944	p.198	3000 tn	p.147-149; 293-298
Ampliación a Segunda San Antonio/Recuperada								
Peña Rubia		0953019*	Peña Rubia	Lorca	1951	p.200		p.147-148
Ermita del Praico		0975034	El Pradico/La Solana	Lorca				p.147
Santa Isabel	Mina Santa Isabel	0997057	Sierra de Enmedio	Lorca	1946	p.273	5000 tn	p. 135;261

Tabla 3.3. Registros de minas de cobre llevados a cabo por B. García Ruíz a mediados del siglo XX (* La documentación del IGME solo contempla a la mineralización principal Zn-Pb).

Mina Juanito (Morata, Lorca), las Minas de Merzu⁵³ (Nogalte, Lorca), las minas Segunda San Antonio y Ampliación a Segunda San Antonio (Zurgena, Almería) y la Mina Santa Isabel (Almendricos, Lorca) (Vilar et al. 1991, p.164; García Ruíz 2001, p.63). Muchas de estas minas tuvieron actividad a mediados del s. XIX, sin que nunca supusiera una explotación de envergadura. El mineral que encontramos en ellas se caracteriza por su bajo rendimiento general, mayoritariamente carbonatos de cobre dispersos. También aparecían pequeñas bolsadas de mineral primario, principalmente calcopirita⁵⁴.

La principal actividad de este período se dio en la concesión 2ª Santa Isabel (Almendricos, Lorca), con 1100 toneladas de mineral extraído entre masas de hidróxidos de hierro en 1949 (Ministerio de Industria y Comercio 1949). Por B. García Ruíz sabemos que entre 1945 y 1950 se extrajeron de la mina más de 5.000 toneladas con ley media del 10 % de cobre (García Ruíz 2001, p.135). La propia compañía Merzu S.A. arrendó directamente la concesión en 1950, abandonándola poco después por la dificultad de la extracción del mineral.

Entre medio de esta inestabilidad de la minería del cobre murciana de los siglos XIX y XX encontramos centeneras de demarcaciones y concesiones donde solo se hicieron pequeñas catas prospectivas. Uno de los principales motivos del fracaso de las explotaciones era la dificultad del transporte, incluso para las minas de cierta entidad como las de Santomera. No son pocos los casos donde todo el mineral era abandonado finalmente en la bocamina, como en la Crisoleja de Lorca. El tipo de explotación en ellos siempre fue precario. Sin ningún tipo de planificación o infraestructura se trabajaba casi siempre a pico y pala persiguiendo los tramos mineralizados. No son raros los casos, como en

53 También nombrada como Mina Adela y Santa Primitiva.

54 Las bolsadas de calcopirita eran evitadas ya que no eran aprovechables en la fundición de Merzu S.A.

Santa Isabel, en el que pequeñas cuadrillas agujereaban el monte en busca de mineral y lo vendían al peso al final de la jornada. En términos mineros esta práctica se conocía como trabajo a destajo.

Los pequeños afloramientos de cobre que dominan la metalogenia cuprífera murciana son los que revestían un mayor interés para investigar la minería prehistórica. A priori su menor grado de destrucción permitía una conservación mayor de su explotación prehistórica. La diversidad entre ellos es elevada. Algunos son simples manchas diseminadas que no llegan a formar filón, mientras que en otros se presentan en filoncillos o bolsadas lentejonares. Estos últimos son los que aparecen esporádica y coyunturalmente en las memorias mineras (Tirado 1862; Villasante 1892; Espinosa et al. 1981; Vilar y Egea Bruno 1990). Excepto para el Cabezo de la Fuente (Brun 1910), la ambigüedad de la información que se publica es paralela a su importancia. Con suerte encontramos citado el paraje en el que se hallan y el mineral que se beneficia, pero pocos datos útiles para su correcta identificación o importancia arqueominera.

3.2. Resultados de las prospecciones de los indicios metalogenéticos

Para el trabajo hemos dividido la zona de estudio en varias subzonas intentando respetar unidades geográficas y geológicas. En los apartados que siguen se ofrece una introducción geográfica, geológica⁵⁵, metalogenética y minera a cada una de ellas. Después se abordan los indicios prospectados y sus minerales. Cada apartado se cierra con un epílogo en el que repasamos el contexto arqueológico local durante la prehistoria reciente. Rompen esta dinámica los de sierra de Orihuela, sierra de Almagro y sierra de Cartagena donde únicamente se ha prospectado un indicio en cada una de ellas. En estos tres casos, dada la notabilidad de los indicios y la mayor información disponible, se les dedica una mayor extensión. A lo largo del resto de apartados, también se han enfatizado aquellas minas más relevantes. Del resto de minas prospectadas nos limitamos a ofrecer una descripción básica que permita entender el contexto de su explotación. El esquema de presentación es igual al seguido en las fichas del Anexo 1, aunque éstas proporcionan datos, cartografía e imágenes que se han omitido en la redacción para agilizar la lectura.

En total se han prospectado 49 indicios metalogenéticos en los que se ha encontrado mineral de cobre. Estos aparecen reflejados como puntos rojos en la figura 3.1. Empezando por la sierra de Orihuela, el punto más septentrional prospectado, el esquema de presentación será contrario a las agujas del reloj.

55 Para los mapas geológicos se ha utilizado el recurso GEODE (Base de Datos de Cartografía Metalogenética [en línea]. Sistema de Información Geológica Continua: SIGECO. IGME. Editor: J. Navas), los Mapas Geológicos Magna (1970-80 y en algunos casos las recientes versiones digitales del Mapa Geológico de España (Hojas 953, 954 y 976). Las diferencias en la lectura geológica entre las diferentes fuentes son, en ocasiones, importantes. Especialmente se constatan entre los mapas MAGNA de los años 70 y las nuevas versiones del Mapa Geológico Digital.

3.2.1. Sierra de Orihuela

3.2.1.1. Geografía

La sierra de Orihuela, se localiza entre el municipio epónimo al sudeste y Santomera al sudoeste. Ocupa una superficie aproximada de 2400 ha con una marcada orientación oeste-este. Su relieve alargado está dominado por una espina dorsal que da lugar a una vertiente sur más abrupta que la norte (Fig. 3.3). Sus dimensiones son de 10,5 km de longitud por 2,5 km de anchura media. Pese a lo escarpado de sus relieves y barrancos, su cota máxima no supera los 634 m.s.n.m. en la Peña de Orihuela. Es en la vertiente sudeste donde se localizan los asentamientos prehistóricos más emblemáticos, como Laderas de San Antón (Orihuela), el Cerro de la Mina (Santomera) o el Cabezo del Mal-nombre (Santomera). Éstos se orientan hacia la fértil vega del Segura que actualmente desemboca en Guardamar del Segura, a 25 km de Orihuela. No obstante, la desembocadura del Segura a lo largo del III milenio cal ANE llegaba casi hasta Orihuela. Es el período de máxima expansión del Sinus Ilicitanus, que desde el V milenio ANE se abre entre Santa Pola y Guardamar del Segura (AA.VV. 2014, p.20; Tent-Manclús y Soria 2014).

3.2.1.2. Geología

Junto con las otras sierras que tratamos en esta tesis, forma parte la llamada Zona Bética. Se reconocen varias unidades tectónicas.

En la hoja de Orihuela del mapa geológico del IGME (1983) y en el Mapa Metalogenético de la Región de Murcia (Sierra et al. 1973; Sierra et al. 1980; Espinosa et al. 1981) se asocian todas las unidades al complejo Ballabona-Cucharón. Esta asociación, actualmente desfasada debe modificarse por el complejo Alpujárride.

Uno de los problemas para poder asegurar las lecturas geológicas y situarlas adecuadamente en la estructura general del complejo Alpujárride se halla en el recubrimiento de depósitos que van del Neógeno al Cuaternario y que aíslan las sierras de Orihuela y Callosa de otras formaciones vecinas como La sierra de Carrascoy.

Los materiales de la sierra de Orihuela son de formación Triásica, básicamente formados por (de abajo a arriba) filitas y cuarcitas de formación meta-detrítica; rocas calcáreas, rocas carbonatadas, calizas y marmóreas junto a dolomías. Se han identificado tres unidades tectónicas. La Unidad Orihuela (en la que se hallan los materiales mineralizados) cuyos materiales comprenden el Pérmico y todo el Triásico se posiciona tectónicamente sobre las unidades Bermejo y Túnel, ambas del Triásico. La intensa tectonización del sector impide conocer la potencia de algunas formaciones y de establecer más efectivamente las relaciones entre estas unidades.

La mayor parte del esquema geológico superficial de la sierra de Orihuela (Fig. 3.4) se

Recursos minerales de cobre y su explotación prehistórica en el sudeste peninsular El valle del Guadalentín.

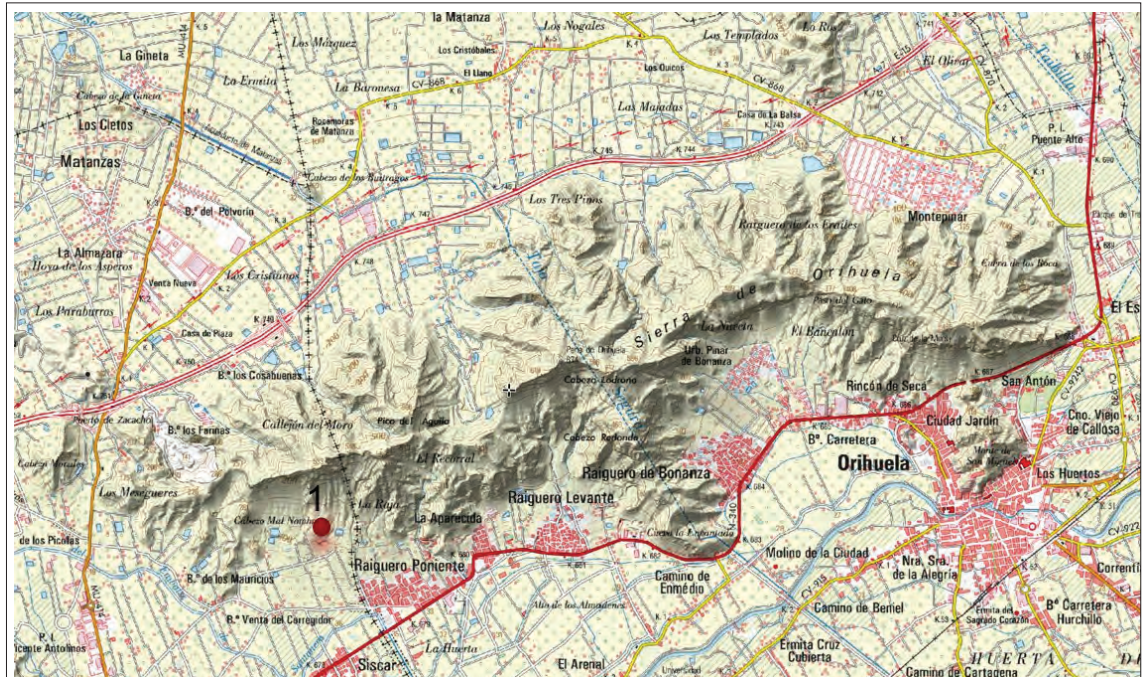


Figura 3.3. Mapa topográfico con relieve de la sierra de Orihuela con demarcación del indicio del Cabezo de la Fuente (1) (Fuente del mapa: Iberpix).

configura a partir dos grandes formaciones. La formación Águila, compuesta por rocas carbonatadas de la Unidad Orihuela (GEODE Z2100 n=50) y que ocupa toda la zona central y septentrional de la sierra; y la formación Cantalares de rocas carbonatadas de la Unidad Bermejo (GEODE Z2100 n=45 y 50) identificada en su extremo occidental. Entre las formaciones más puntuales nos interesa la formación Jaime, la única de la unidad Orihuela formada esencialmente por cuarcitas y pizarras (GEODE Z2100 n=36). Esta última formación está formada a su vez, por una alternancia de cuarcitas en finos lechos de diferentes tonos y pizarras y es donde se localiza el mineral de cobre del Cabezo de la Fuente. El espesor de esta formación varía fuertemente, situándose su máximo documentado en 170 metros. En el área del indicio, las cuarcitas y pizarras surgen como islas rodeadas de material de recubrimiento cuaternario.

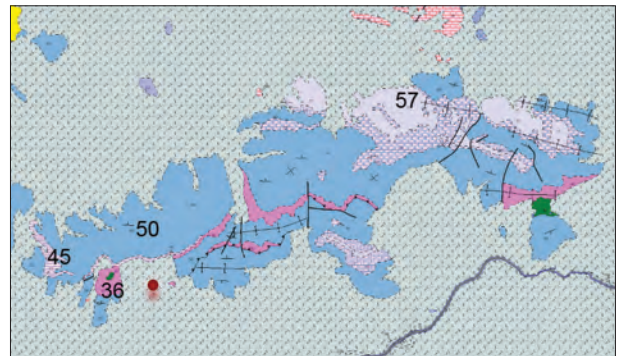


Figura 3.4. Mapa geológico (GEODE 1:50.000) de la Sierra de Orihuela con indicación de las formaciones más relevantes. El indicio del Cabezo de la Fuente aparece en el punto rojo. La numeración se especifica en el texto.

3.2.1.3. Metalogénia y minería

El Cabezo de la Fuente es el único registro de cobre en la hoja 72 del Mapa Metalogénico del IGME (Sierra et al. 1973) y el único del que tenemos referencias en la revisión más actualizada del Mapa Metalogénico de Murcia (IGME 2000).

*Recursos minerales de cobre y su explotación prehistórica en el sudeste peninsular
El valle del Guadalentín.*

A partir de los datos recopilados por Antón Valle (1841) del archivero de Fernando VII, González Simancas, en el número de registro 394 aparecen los registros mineros de cobre de Santomera. En este documento se puede leer:

“El 29 de julio de 1562 se registran en Santomera cuatro minas de cobre y otros metales en término de dicho pueblo, sierra de su nombre; y en 20 de diciembre del mismo año, se registran doce minas más de cobre cuyos linderos no se expresan y solo se dice que restaban entre los términos de las ciudades de Murcia y Orihuela” (Anton Valle 1841, p.155).

Para los siglos XIX y XX los registros se multiplican y las concesiones cambian de nombre cada pocos años. La actividad se concentra en la zona del Cabezo de la Fuente y su entorno, aunque aparecen algunas explotaciones aisladas en otros puntos (Tab. 3.4)⁵⁶.

Queremos destacar las concesiones de cobre del Campo de Matanzas o sitio La Matanza, a 6 km al norte del núcleo de Santomera y que no hemos podido localizar. El paraje de Campo de Matanzas se divide entre las provincias de Murcia y Alicante, por lo que unas veces las concesiones aparecen en el término de Santomera y en otras en Orihuela.

Nombre Mina	Año	Paraje	Término	Obs	Bibliografía
<i>Isabela</i>		Solano Morra Negra	Santomera	Ramón Bernabeu	
<i>La Ramona</i>		Cabezo de la Fuente	Santomera	Pedro A. Albornoz	
<i>La Cana</i>		Cabezo de la Fuente	Santomera	Pedro A. Albornoz	
<i>Quimera</i>		Cabezo de la Fuente	Santomera	Francisco Moreno	
<i>La Jacinta</i>		Cabezo de la Fuente	Santomera	Pedro A. Albornoz	
<i>Virgen del Olvido</i>		Cueva Horadada	Santomera	Antonio Joaquín Quesada	
<i>Nuestra S^a de Belen</i>	1844-	Cabezo del Malnobre	Santomera	Antonio Campillo	BOMF 1844-1845
<i>Nuestra S^a del Pilar</i>	1845	Santomera	Santomera	José Zarandona	
<i>Alegría</i>		Cabezo de la Fuente	Santomera	Ildefonso Martínez	
<i>Esperanza</i>		Cabezo de la Fuente	Santomera	Ildefonso Martínez	
<i>Incertidumbre</i>		Cabezo de la Fuente	Santomera	Jacinto Ramón y Carreras	
<i>Seguridad</i>		Cabezo de la Fuente	Santomera	Jacinto Ramón y Carreras	
<i>Colon y Almagro</i>	1858		Orihuela		BOMF 1858
<i>Rosalía</i>			Orihuela		
<i>El Jazmín*</i>	1875	Cerro de La Mina	Santomera		Cánovas Candel 2011
<i>Coto Don Enrique</i>					Ayala Juan 1979
<i>San Antonio*</i>	1853	Cabezo de la Fuente	Santomera	Antonio Campillo	
<i>Riqueza Murcia</i>		NW y Oeste Cabezo de la Fuente	Santomera		
<i>Veracidad</i>		Al Sur de Riqueza Murcia. WSW del Cabezo de la Fuente	Santomera		
<i>Generosa</i>		Cabezo de la Fuente (Norte)	Santomera		
<i>Gloria</i>		Cabezo de la Fuente (Sur)	Santomera		
<i>Dolores</i>	1861	Al Norte de Quienpensara Reformada. Parte alta de la ladera de la Sierra	Santomera		Libro demarcaciones mineras 1861
<i>Quienpensara reformada</i>		Este y SE del Cabezo de la Fuente	Santomera		
<i>Vista Alegre</i>		Al Norte de Dolores. Cima y escarpes de la Sierra.	Santomera		
<i>Consecuente</i>		NW del Cabezo de la Fuente	Santomera		
<i>Mina San Francisco</i>			Santomera		
<i>Santo Tomás</i>	1947	Cabezo de la Fuente	Santomera	Tomás Cervantes	García Ruiz 2001; Catastro Minero

Tabla 3.4. Registros de minas de cobre en la Sierra de Orihuela entre 1844 y 1947.

56 Véanse también las referencias a Orihuela y Santomera de la tabla 3.1.

Tras la interrupción total de 1918, únicamente el Cabezo de la Fuente intentaría reen-gancharse a la actividad minera de mediados de siglo.

3.2.1.4. Cabezo de la Fuente (ID89) y Cerro de la Mina

Introducción

El **Cabezo de la Fuente (ID89)** se localiza al norte de la pedanía de El Siscar, en Santomera y justo al noroeste de la pedanía de Raiguero Poniente de Orihuela. Su posición muy cercana al límite municipal entre Santomera (antiguamente parte de Murcia) y Orihuela ha sido motivo de conflictos entre ayuntamientos por la posesión de la mina. El paraje topográfico más cercano a las labores mineras es Motor Briones. El nombre originario del cerro en el que se asienta el poblado argárico era Cabezo de la Fuente. Así es como aparece citado en Brun (1910), García Ruiz (2001), en las tablas de registros de minas de 1844 y 1845 (BOMF 1844; BOMF 1845) y en el Libro de Demarcaciones Mineras de 1861.

El nombre de Cerro de la Mina se asocia a un yacimiento argárico de altura (Fig. 3.5), extendiéndose por la ladera media y el piedemonte este, sur y oeste del Cabezo de la Fuente. El yacimiento está muy alterado por los saqueos clandestinos y, en puntos concretos, por las actividades mineras. La única zona donde podrían conservarse restos en buen estado es en el piedemonte sudeste y, quizás, debajo las escombreras de la parte baja de la ladera sur. En las laderas sur y este pueden verse restos de cistas de lajas, fragmentos cerámicos con el típico bruñido argárico con pastas grisáceas y marrones (comunes en la zona de Orihuela), molinos barquiformes fragmentados en roca volcánica y algunos tramos de muro que se han conservado.



Figura 3.5. Vista del Cabezo de la Fuente / Cerro de la Mina desde el sur.

Geología

Según el IGME, la mineralización se encuentra en un tramo de filitas y cuarcitas,

“situado justo encima de la superficie de cabalgamiento de la Unidad Orihuela sobre rocas carbonatadas de la Unidad Bermejo y a muro de rocas carbonatadas de la propia Unidad Orihuela” (2000, p.34).

Este tramo es el que contiene las mineralizaciones de hasta varios metros de espesor.

La secuencia litológica del Cabezo de la Fuente se compone de cuatro episodios de la base al techo. Una masa basal lentejona de metabasitas (explotadas en el s. XX para la construcción de carreteras) sobre la que se superpone un nivel de rocas carbonatadas. Por encima se encuentra un paquete de 20 m de cuarcitas, cuarzoesquistos y esquistos que en su tramo central, de entre 6 y 8 m, concentra el grueso de la mineralización. La serie termina con un techo de rocas carbonatadas que corona el cerro y donde también afloran carbonatos de cobre (IGME 2000, p.34 y fig. 11).

Metalogenia

La información metalogenética proporcionada por el IGME (Sierra et al. 1973), la define como una formación estratiforme de origen sedimentario. La edad de la formación del depósito se establece en el Triásico, entre las calizas y las ofitas, aunque sufrió procesos hidrotermales posteriores.

La única referencia que describe en detalle la génesis del depósito cuprífero del Cabezo de la Fuente es P. Brun (1910). Pese a ser una publicación antigua, la descripción del criadero mantiene todo su interés ya que nos informa del tipo y la localización del mineral descubierto en la mina. También se dibujan los cortes con las formaciones litológicas detalladas.

La formación del yacimiento cuprífero, según este autor, se debe a una sedimentación creada al mismo tiempo que el sedimento arenoso con el que se ha mezclado. El cobre, procedente de erupciones volcánicas se arrastró por las aguas lagunares en forma de sulfato, depositándose junto con las arenas finas en montículos de la laguna para acabar formando las areniscas o asperones. Encontramos varias fases de deposición de las que las dos más importantes corresponden a una parada momentánea de las aguas rápidas que formaron finos lodos. En general, el cobre se concentra en la base de las areniscas y en el contacto con los sedimentos más finos e impermeables (Brun 1910, pp.149-50).

El tramo mineralizado mantiene una morfología bastante constante, pese a fracturas y cabalgamientos. Se establece un buzamiento medio de 20-30° hacia al oeste donde la mineralización, estratiforme, se manifiesta en delgados estratos y rellenos de planos de fractura, diaclasas y planos de estratificación. El único punto en que afloraría en superficie es en el propio Cabezo de la Fuente (Fig. 3.6).

Minería

Los primeros registros de concesiones y explotación minera del cerro datan del s. XVI. Entre 1844 y 1845 se establecieron ocho concesiones mineras en el Cabezo de la Fuente, a las que deberíamos sumar la del Cabezo del Malnombre, que constituye el límite occidental de la explotación y probablemente las dos de la Cueva Horadada que hacen

*Recursos minerales de cobre y su explotación prehistórica en el sudeste peninsular
El valle del Guadalentín.*



Figura 3.6. Reedición de la fig.4 de P. Brun (1910) con señalización de las capas mineralizadas del Cabezo de la Fuente y las diferentes capas sedimentarias hacia el Quijón de la Vieja.

referencia al grupo de cuevas en la parte alta de la ladera entre la Solana y el Quijón de la Vieja (Tab. 3.4).

La mina tuvo un período de gran actividad que duró entre 1850 y 1855 con una producción de 10.000 quintales métricos (Vilar y Egea Bruno 1990, p.108). Según A. Tirado (1862, p.476) algunos años la producción alcanzó entre siete y ocho mil quintales de mineral con una media del 15 al 20 % de cobre. El mineral era vendido a pie de mina y exportado a Inglaterra ya que los intentos para su ensayo local habían fracasado⁵⁷ (Botella y Hornos 1868). En 1861, el entorno del Cabezo de la Fuente se divide en 8 concesiones mineras, de las que la concesión Generosa y la concesión Gloria son las únicas que se establecen en el propio cerro. Visto el volumen de labores y el desarrollo de la mineralización, podemos considerar que son las que tendrían una mayor actividad (Jefatura Provincial del Distrito de Minas de Murcia 1861).

Otros nombres de concesiones e información adicional proceden del ámbito de la erudición local y de la prospección arqueológica. Del primero, F. Cánovas nos aporta nombres de concesiones como El Jazmín, así como devenir de la mina en el cambio del siglo XIX al XX. Del ámbito de la arqueología las primeras noticias son las aportadas por M. M. Ayala (1991), que la nombra como el coto Don Enrique.

La concesión que en B. García Ruiz (2001) aparece citada como Santo Tomás ha de ser el nombre de la última concesión del cerro. En el catastro minero del IGME aparece una concesión de 1947 a Tomás Cervantes Arques para explotar cobre. El hecho de que

⁵⁷ No se especifica a qué se deben estos problemas de reducción.

la sitúe en el Cabezo de la Fuente permite asociarla a la primigenia mina San Antonio, registrada a nombre de Antonio Campillo en 1845.

El sistema de labores empleado durante la primera fase de explotación en el siglo XIX consistía en “*huecos con pilares del mismo mineral para evitar una fortificación costosa*” (Botella y Hornos 1868, p.126). Una explotación rudimentaria cuyas trazas pueden llegar a reproducir labores antiguas o prehistóricas.

Descripción Labores y registro arqueológico

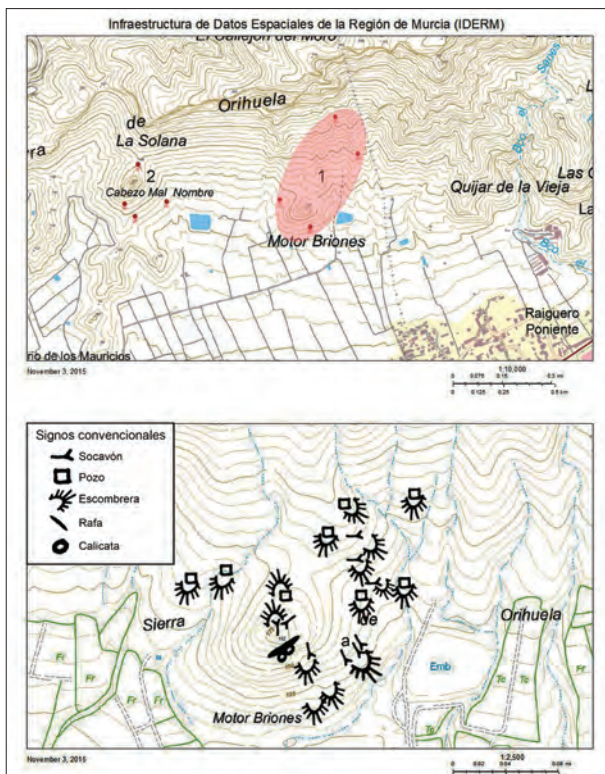


Figura 3.7. Localización (arriba) y distribución (abajo) de las distintas labores mineras en el Cabezo de la Fuente. En 1, límite de las labores del Cabezo de la Fuente; en 2, labores del Cabezo del Malnombre.

En general las labores visibles en superficie (Figura 3.7) consisten en varios pozos verticales, y socavones de diferente entidad para la salida de los materiales. También encontramos pequeñas labores de tipo catas o trinchera.

Hacia el noroeste del cerro, en un tramo de vaguada, encontramos tres galerías de mina alineadas, las tres en la orilla derecha si miramos hacia al sur y siguiendo dirección oeste. Desde la entrada no se aprecian vetas de mineral en los primeros tramos del recorrido de estas galerías, sin que se sepa su longitud⁵⁸. En todo al alrededor de estas galerías sí eran visibles minerales de cobre, principalmente malaquita. La malaquita de mayor riqueza en mineral se presentaba asociada a cuarcitas.

En la zona media de la ladera que sube hacia el Quijón de la vieja, se contabilizan hasta 8 pozos o galerías más.

La alineación que presentan muestra claramente la dirección de las galerías interiores y los niveles mineralizados (Fig. 3.7).

Sin embargo las labores de mayor entidad e interés se encuentran en el propio cabezo. A media ladera oeste, encontramos una apertura vertical, que da lugar a una sala de morfología alargada con salida por un escarpe rocoso lateral⁵⁹.

El crestón rocoso del cerro queda partido por una gran trinchera de NE a SW con dos

58 El mal estado de las paredes y el techo de la galería desaconsejan su exploración.

59 El acceso a esta labor solo puede efectuarse con equipo de escalada.

abrigos o covachas artificiales; uno de los cuales se abre a una galería colapsada (Fig. 3.8).

En la cima encontramos una galería de 5,5 m de longitud que atraviesa el crestón rocoso de E a W con una anchura de 2,5 m y sección ovalada (Fig. 3.9 y 3.10). Se pueden ver leves impregnaciones de malaquita en la pared sur de la galería, muy cerca del exterior pero los alrededores están completamente limpios de estériles o escombreras. Es probable que esta galería sea consecuencia del beneficio de mineral de cobre aunque no se puede descartar un origen natural, como consideran D. Brandherm y otros (2014). A favor de la cavidad natural se valoran las grandes dimensiones en altura y anchura para tratarse de una galería y la irregularidad del techo, con numerosas oquedades hacia el exterior, más acordes con una formación kárstica. En contra, la presencia de abundantes impregnaciones de mineral y de varias cazoletas piqueteadas en su interior (Fig. 3.11). En síntesis, el aspecto general de la cavidad se asemeja más al esperado de una cavidad natural que podría haber estado trabajada para recuperar el mineral carbonatado de su interior.

A media ladera sudoeste encontramos dos pequeñas cubetas recortadas en la roca que aparecen mencionadas en la carta arqueológica del yacimiento argárico (Jiménez Lorente et al. 2005) y vinculadas por estas autoras a la trituración de mineral durante la Edad del Bronce (Fig. 3.12). Considero esta interpretación algo arriesgada teniendo en cuenta la absoluta ausencia de elementos procesado de mineral y reducción en el yacimiento arqueológico. Además, la presencia de cazoletas, normalmente en bloques pétreos es muy común en los asentamientos argáricos, y en ningún caso se ha podido vincular a la producción minero-metalúrgica. Las cazoletas también son un registro habitual de las explotaciones romanas, cuya presencia se ha sugerido en la mina.

Las labores de la ladera sur son, junto a las de la parte alta del cerro, las más interesantes en cuanto a posible laboreo prehistórico. Al pie de esta ladera encontramos el socavón principal que lleva por nombre Galería Real (Ayala 1979, p. 169) (Fig. 3.13). Por este punto, los niños de gavia extraían los minerales hacia el exterior. La escombrera que tiene a sus pies es donde puede observarse mayor cantidad de mineral de cobre y de mayor calidad.

El socavón presenta dos entradas que desembocan a una primera galería con varias bifurcaciones. A lo largo del primer tramo de recorrido no se observan ni en los muros de fortificación, ni en los escombros mazas, martillos u otros elementos que puedan asociarse a la minería prehistórica. En el techo pueden verse impregnaciones de malaquita.

Se encuentra otra entrada por encima de este socavón y un poco más al oeste. La galería se desvía hacia al oeste y después de 10 metros presenta una bifurcación hacia al norte donde el techo ha colapsado. Es evidente que la bifurcación es posterior a la primera galería, pues esta continúa a una cota más alta. Tampoco aquí fue posible documentar ninguna evidencia de laboreo prehistórico.

*Recursos minerales de cobre y su explotación prehistórica en el sudeste peninsular
El valle del Guadalentín.*



Figura 3.8. Vista frontal de la trinchera que parte el Cerro de NE a SW (arriba) y de una de las covachas que se abren en su parte baja.



Figura 3.9. Cúspide carbonatada del Cabezo de la Fuente con la pequeña galería que lo atraviesa de Este a Oeste.



Figura 3.10. Galería de la cima del Cabezo de la Fuente. En la pared de la derecha de la imagen están las impregnaciones de malaquita.



Figura 3.11. Cubetas de pequeño tamaño labradas en la base de la galería de la cima.



Figura 3.12. Cubetas labradas en la ladera suroeste.

*Recursos minerales de cobre y su explotación prehistórica en el sudeste peninsular
El valle del Guadalentín.*



Figura 3.13. Entrada a la Galería Real en la base de la ladera sur.

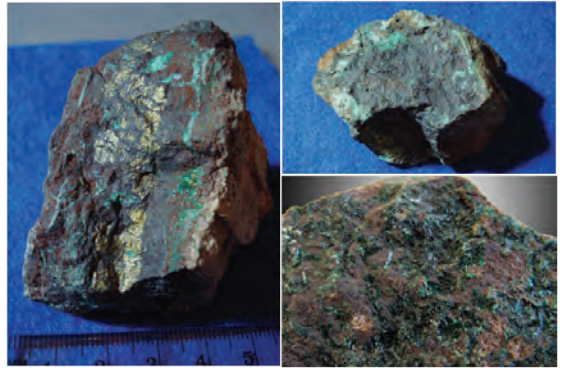


Figura 3.15. Especies minerales del Cabezo de la Fuente. Izquierda Calcopirita con hidróxidos de hierro y alteraciones secundarias de cobre; derecha arriba, calcosina o cobres grises; derecha abajo, cristales dispersos de malaquita (Fotografías de Matías Raja Baño y Nicolau Escanilla).



Figura 3.14. Interior de la labor de la parte alta de la ladera sur.

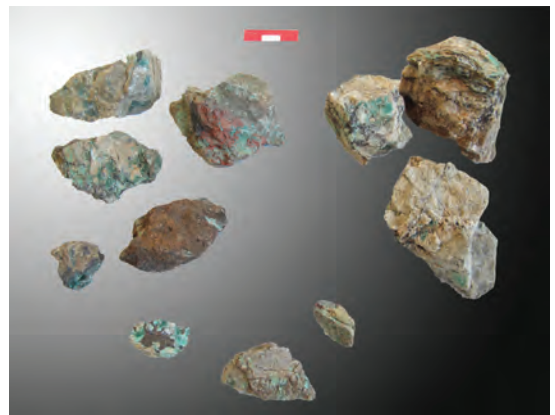


Figura 3.16. Minerales de cobre recuperados durante las prospecciones y utilizados en el análisis.



Figura 3.17. Fragmento de metabasita procedente de la ladera sur.

Finalmente, en la parte alta de la ladera sur, tenemos otra entrada doble que da paso a una nueva sala. Aquí se trabajó el mineral de una fisura entre dos lechos de cuarcitas verticales. En este caso las entradas convergen enseguida y tras descender unos escalones se accede a una sala de aproximadamente unos 3 metros de ancho y unos 10 de alto (Fig. 3.14). Tanto en la entrada como en el punto más alejado se pueden observar impregnaciones de malaquita en la roca. En el interior del pasadizo que conduce a esta sala se observan algunos fragmentos de gran tamaño de urnas argáricas (Forma 4). M. M. Ayala también localizó cerámica argárica en la entrada de la Galería Real. Interpretar estas evidencias como indicios de la explotación argárica del depósito mineral me parece poco prudente. El propio F. Cánovas (2005) comenta que, tras el abandono de la explotación, el lugar se convirtió en el patio de juegos de los niños de las barriadas cercanas. Junto con los intensos expolios del depósito arqueológico y la alteración del depósito arqueológico durante las actividades mineras, este material puede haber circulado en cualquier momento.

Las faldas de la ladera sudeste están cortadas por una cantera de metabasitas. Su presencia, relacionada con un volcanismo triásico, es bastante común en puntos dispersos de la sierra de Orihuela. Su explotación, como también veremos para Cerro Minado, se pone en relación a la construcción de carreteras durante el s. XX.

La mina del Cabezo de la Fuente es conocida por incluir pequeñas pajitas de oro mezcladas por el mineral (Tirado 1862, p.476; IGME 1983; IGME 2000). Este aparece esporádicamente y nunca ha sido objeto de explotación sistemática.

Para el cobre, se cita una representación bastante completa que incluye minerales secundarios como malaquita, azurita y cuprita y minerales sulfatados como calcosina, alterados del filón principal de calcopirita y cobres grises. Estos se encuentran entremezclados con piritas, hematites y cuarzo (Fig. 3.15)⁶⁰.

3.2.1.5. Composición química de los minerales

Para el presente estudio (Tab. 3.5) he analizado cinco minerales (CF03 a CF07). Todos ellos consistían en impregnaciones y láminas milimétricas de minerales secundarios atrapados entre las cuarcitas o los esquistos (Fig. 3.16). No se han podido muestrear ejemplares de buena calidad como los de la figura 3.15 que permitieran un enriquecimiento adecuado. Todos los análisis son consistentes entre sí con presencia de hierro, sílice y calcio como ganga principal. En varios análisis la concentración de hierro es superior a la del propio cobre. De las impurezas asociadas al cobre es significativa la presencia sistemática de arsénico. Únicamente en la muestra CF07, el valor de arsénico es importante cuando normalizamos al 100 % para cobre y arsénico (13.66 % As₂O₃).

⁶⁰ Agradezco a Matías Raja Baño el haberme facilitado las fotografías del mineral primario del Cabezo de la Fuente.

El resto de impurezas se sitúan en los límites de detección del equipo y solo el bismuto se detecta en todas ellas.

Técnica	Serie pFRX	Id	Mina	Contexto	(N)	Fe ₂ O ₃	CuO	As ₂ O ₃	S	SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	BaO	Suma (total)
pFRX	1	CF	Cerro de la Fuente	Esc. Sur	3	5.3	13	0.3	< LOD	6.9	< LOD	2.2	< LOD	27.6
pFRX	1	CF	Cerro de la Fuente	Esc. Oeste	2	22.0	18.8	1.0	< LOD	3.7	< LOD	2.2	< LOD	47.9
pFRX	1	CF	Cerro de la Fuente	Todo	5	12	15.3	0.6	< LOD	5.6	< LOD	2.2	< LOD	35.7
Técnica	Serie pFRX	Id	Mina	Contexto	(N)	Zn	Ni	Co	Sb	Hg	Bi	Ag	Pb	Suma IMP
pFRX	1	CF	Cerro de la Fuente	Esc. Sur	3	0.02	< LOD	< LOD	< LOD	0.01	0.01	< LOD	< LOD	0.02
pFRX	1	CF	Cerro de la Fuente	Esc. Oeste	2	0.04*	0.03*	0.08*	0.01*	0.03	0.01	< LOD	0.01*	0.1
pFRX	1	CF	Cerro de la Fuente	Todo	5	0.02	0.03*	0.08*	0.01*	0.02	0.01	< LOD	0.01*	0.06

Tabla 3.5. Medias de la composición química de los minerales del Cabezo de la Fuente según su procedencia. (N especifica el número de minerales sobre los que se realiza la media (*Únicamente se detecta en un análisis. Se representa el valor de ese análisis y no el promedio).

3.2.1.6. Síntesis arqueológica

En las prospecciones arqueológicas previas (Ayala Juan 1981; Ayala Juan 1991; Jiménez Lorente et al. 2005; Cánovas Candel 2005; Cánovas Candel 2011)⁶¹ se ha insistido en el carácter minero-metalúrgico de este poblado. La ausencia de evidencias arqueológicas que atestigüen la explotación minera y la producción metalúrgica es cuanto menos sorprendente si se compara con Peñalosa (Moreno Onorato et al. 2010; Lull et al. 2010b). El poblado de Herrerías (Cuevas del Almanzora, Almería) comparte cierto parecido en cuanto también se estableció encima de una mina con minerales de cobre, pero nunca se han encontrado escorias o restos de minería o metalurgia vinculadas a la ocupación argárica.

Recientes prospecciones paralelas a las efectuadas en la presente investigación (Brandherm y Maass 2010; Brandherm et al. 2013; Brandherm et al. 2014), dan noticia de la presencia de cientos de percutores macro-líticos en metabasita. Como bien indican la mayor parte de estos percutores son de muy pequeño tamaño y más adecuados para la trituración del mineral, siendo la presencia de picos o mazas muy escasa (Brandherm et al. 2014, p.124). En nuestras prospecciones identificamos varios de estos percutores (Fig. 3.17), pero tanto por la ausencia de las típicas marcas de uso como por el tamaño y la calidad de la roca no las consideramos, de momento, mazas de minero. No obstante, un estudio tecnológico de las mismas está por realizar, por lo que, de momento, no podemos descartarlo. Tampoco se puede descartar que se trate de trituradores empleados en época posterior. Sabemos por la referencia de F. de Botella y Hornos durante el s. XIX el mineral era machacado y concentrado a pie de mina antes de su partida a Inglaterra, y no es descabellado que se utilizaran al efecto estas rocas, disponibles en

61 Respecto Cerro de la Mina Ayala comenta: “filón explotado en época argárica por el pequeño asentamiento minero que existe sobre el mismo cerro: El Cerro de la Mina (Ayala Juan 1991: 383) en el Coto Don Enrique. Posteriormente, a principios de siglo, fue beneficiado por una compañía francesa; en los años cuarenta por otra compañía particular. Según testimonio del encargado de la finca Antonio Sánchez González, “el guarda del coto”. En la actualidad se encuentra abandonada” (1991: 383-384).

las inmediaciones.

En caso de que la mina hubiera sido explotada en tiempos prehistóricos, la ausencia de cualquier tipo de metalurgia en el Cabezo de la Fuente indica que ésta no tuvo lugar en momentos argáricos. Carecería de sentido, vista la tendencia en Peñalosa (Infra), que no se redujera el mineral en el propio asentamiento.

No se puede descartar un aprovechamiento prehistórico de los niveles carbonatados en las calizas, pero para ello el primer paso sería vincular las metabasitas a la extracción minera (y no a la trituración) a partir de un análisis tecnológico. Además, dada la complejidad del sitio como poblado prehistórico expoliado y mina de cobre, la interpretación final dependerá de una excavación arqueológica que atestigüen niveles prehistóricos de explotación minera.

Por otro lado, no hay constancia de reducción de cobre en ninguno de los asentamientos calcolíticos y argáricos emblemáticos más cercanos, como San Antón o Laderas del Castillo o el propio Cerro de la Mina. En algunos casos, sí hay presencia de crisoles y otros elementos de fundición como moldes (Simón García 1999, p.193; Lull et al. 2010b). De cronología más tardía es el crisol de Las Peñicas de Santomera (Lull 1983, p.335), que también se ha relacionado con una posible explotación de mineral en el Cabezo de la Fuente. La relación entre crisoles y explotación de minas cercanas es una recurrencia habitual sin fundamento en la producción metalúrgica histórica o prehistórica, como queda patente durante El Argar (Lull et al. 2010).

3.2.2. Sierra Espuña

3.2.2.1. Geografía

Sierra Espuña es uno de los principales macizos montañosos de Murcia. El Morrón de Espuña es su punto más alto con 1583 m.s.n.m. Le siguen los anexos Pedro López, con 1568 m.s.n.m. y Morrón de Alhama o Morrón Chico con 1502 m.s.n.m. La orientación sigue a la común en toda la cordillera bética, de sudoeste a nordeste y ocupa una superficie de 178 km². Su longitud máxima es de 19 km, mientras que su anchura, desde Malvariche a Cancari es de algo más de 10 km. Los principales cauces hídricos están formados por ramblas y cursos espasmódicos como el Río Espuña que la cruza desde los pies del Morrón de Espuña hasta Alhama. También la Rambla de Lébor con su nacimiento a los pies del Pedro López y que bordea la sierra por el este hasta su desembocadura en el Guadalentín. Hacia el norte destaca la rambla de Malvariche que desemboca en el embalse de Pliego. Son cuatro los núcleos importantes de población que encontramos en su piedemonte, Pliego al norte, Alhama al sudoeste, Totana al sudeste y Aledo al oeste.

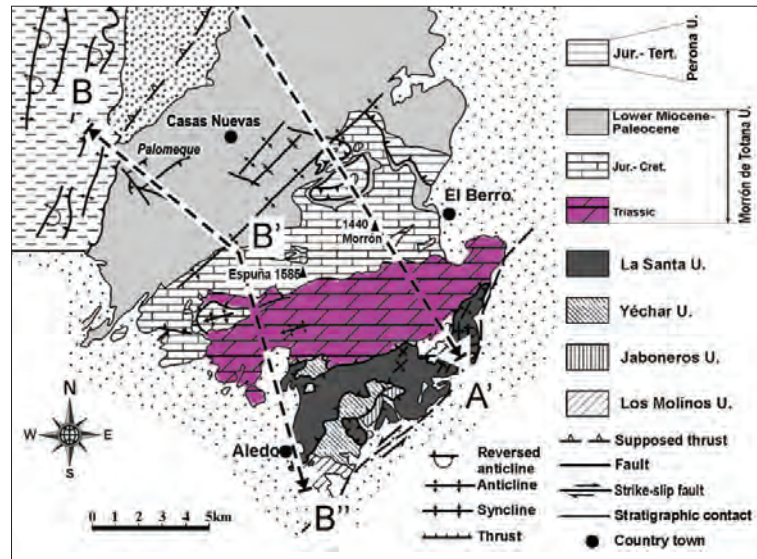


Figura 3.18. Esquema de las unidades estructurales de sierra Espuña según se expone en el texto (modificado a partir de Martín-Rojas et al. 2007b).

3.2.2.2. Geología

La geología de sierra Espuña está claramente dominada por el complejo Maláguide, aunque también encontramos estructuras Alpujárrides (Fig. 3.18). Se han identificado hasta seis unidades estructurales (Kampschuur et al. 1972; Martín-Rojas et al. 2007a; Martínez-Aedo et al. 2010) que transitan desde las grauvacas del Carbonífero hasta los depósitos cuaternarios, ligados a sistemas fluviales y aluviales o a fenómenos de ladera.

De sur a norte, la primera unidad que encontramos es Los Molinos, la única de las seis adscrita al Alpujárride. Al sur de Aledo, está compuesta por un muro de filitas y cuarcitas con techo de dolomías negras masivas, cuya datación propuesta es del Triásico Medio (Anisiense, Ladiniense).

A esta le sigue la Unidad Jaboneros, asociada junto a la unidad Yéchar al Intermedio entre los complejos Alpujárride y Maláguide. La secuencia litológica es bastante parecida a la anterior con una base de filitas y cuarcitas y por encima dolomías negras masivas. La datación es la misma que para la unidad Los Molinos.

La Santa inicia la secuencia de unidades maláguides. Presenta cuatro términos litológicos diferenciados. El primero y el tercero se componen, respectivamente, de lutitas rojas y anaranjadas, con intercalaciones de areniscas. Entre ellas se sitúa un nivel de dolomías masivas y estratificadas del final del Triásico Medio. Finalmente, el techo de la unidad está representado por calizas masivas o estratificadas con sílex del inicio del Triásico Superior.

La Unidad Morrón de Totana es la de más entidad de toda sierra Espuña, además de contener la estratigrafía más completa y potente de todo el Maláguide. En ella encontramos representados el Carbonífero, el Triásico, el Jurásico y una sucesión terciaria

de más de 1000 metros espesor. El sistema carbonífero está representado en una pequeña zona de contacto con la Unidad La Santa por grauvacas y pizarras verdes. A éste le suceden ya las formaciones detrítica, carbonatada y mixta de las series media y superior del Triásico. En el piso Anisiense de este sistema encontramos las arcillas rojas con intercalación de conglomerados de cuarzo y areniscas donde se han formado los depósitos metalíferos de cobre. Las dolomías masivas estratificadas que le siguen se adscriben al Ladiniense/Carniense.

La Unidad Perona completa el registro Maláguide siendo su unidad más elevada. Espacialmente aparece en pequeñas islas en la parte norte y nordeste de sierra Espuña, con una estratigrafía que comprende desde el Jurásico Inferior al Paleógeno. La base de esta formación lo componen dolomías, sucedidas por un piso intermedio de calizas oolíticas con nivel ferruginoso del Liásico. La cobertura está compuesta por formaciones paleógenas transgresivas, especialmente de conglomerados. Junto con la Unidad Morrón de Totana constituye la sucesión más completa de sedimentos post-triásicos de toda la cordillera Bética.

3.2.2.3. Metalogenia y minería

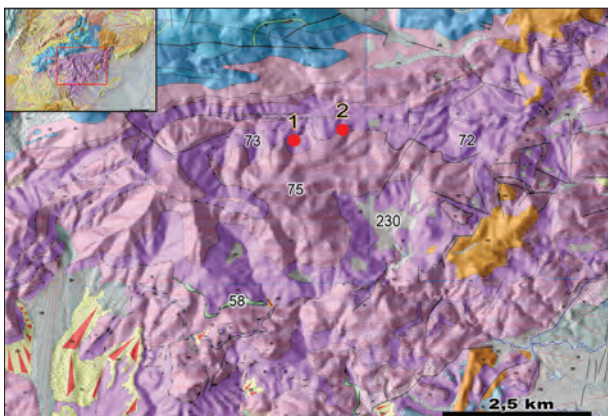


Figura 3.19. Esquema del contexto geológico del IGME donde se sitúan los depósitos de cobre de Sierra Espuña. En 1, Mina Santa Ana; en 2, Mina Alfonsina.

En cuanto a la metalogenia, encontramos en sierra Espuña indicios de cobre, plomo, hierro, lignito y fosfatos. Los indicios de cobre de la Unidad Morrón de Totana se ubican en la zona de conglomerados de cuarzo, areniscas y arcillas o lutitas rojizas y anaranjadas del Triásico Medio y Superior (Fig. 3.19). En el Mapa Metalogenético (Sierra et al. 1980; Espinosa et al. 1981), se cita un indicio de cobre en los niveles de margas, margocalizas y dolomías del Jurásico, que fue nombrado

como Río Espuña. En las revisiones recientes del mismo ha sido eliminado de la base de datos por lo que probablemente se refiere al indicio de la Mina Santa Ana, ya que se encuentran en el mismo paraje.

En la misma formación y en el paraje del Cerro de la Garita existe un indicio de plomo que no ha podido ser localizado. Una mineralización de hierro en esta misma unidad se encuentra en las calizas arenosas del Dogger, en el Morrón Chico. Sí se han visitado los indicios de plomo del Cerro de las Minas, cerca de la Almoloya de Campix, explotado desde 1858 como concesión San Andrés (Martínez-Aedo et al. 2010). Pese a un inicio prometedor tuvo el mismo destino efímero que la mayor parte de minas de la zona.

Las labores de explotación del lignito son las más recordadas en la memoria colectiva, especialmente por ser las más recientes y duraderas con casi cincuenta años de laboreo. Su explotación se prolongó de forma interrumpida desde 1917 hasta 1966. Los niveles con carbón aparecieron en un intervalo de las margas y margocalizas con gasterópodos y carofitas típicos de las margas costeras. Su descubrimiento accidental se debió a un obrero que encontró unos niveles de arcilla negra pulverulenta que ardían en el hogar (Martínez-Aedo et al. 2010). Si este obrero sabía que podía tratarse de carbón o no, no lo sabemos, pero la forma de descubrimiento de esta mina, y que daría lugar a la explotación del filón como Mina San Vicente, recuerda a las leyendas sobre el descubrimiento de la metalurgia.

En la periferia de sierra Espuña encontramos otros indicios metalogenéticos cuya explotación minera fue de más envergadura que aquellas localizadas en su interior. Las explotaciones de mayor interés son los indicios de plomo del Rincón de Yéchar (IGME0953012) y del Cerro de la Mina. .

En las dolomías y calizas gris oscuras del Triásico medio de la unidad alpujárride de Los Molinos se encuentran las minas de galena del Rincón de Yéchar. Estas minas constan de varios socavones prospectivos en las dolomías y tres pozos. El mineral explotado fue galena con trazas de cinc (Marín Lechado et al 2008). En nuestras prospecciones se recogieron muestras de galena analizadas con pFRX, dando como resultado 99 % de plomo (M. Renzi com. pers.)⁶² La composición de las trazas varía en función del pozo asociado y principalmente se detecta hierro, cinc y cobre.

Anteriormente, el área había sido prospectada por C. Martínez Martínez y J. Bellón (2011; 2015) documentado una explotación interrumpida desde la Edad del Bronce hasta época contemporánea. Para la Edad del Bronce se identificó una posible explotación de cobre asociada a cronología argárica. Esta adscripción cronológica viene fundamentada por la presencia de material cerámico junto a calicatas superficiales que beneficiaron extrajeron vetillas de cobre en stockwork, en el contacto entre las dolomías y las filitas del Alpujárride (Martínez Martínez y Bellón Aguilera 2011, p.92). La información disponible es demasiado ambigua para afirmar la explotación argárica de estos indicios, más cuando no hay evidencias de metalurgia extractiva ni de herramientas mineras entre los materiales recuperados ni en ningún otro asentamiento argárico de la zona (Lull et al. 2010b). Dada la cercanía de La Bastida, es muy probable que se trate de un pequeño establecimiento que aprovechaba el control visual del crestón rocoso, un tipo de campamento habitual en la zona (Lomba et al. 1998).

En el Cerro de la Mina, entre los parajes de Jaboneros, Cancari y el Fontanar, hay otra mina de carbonatos y sulfuros de plomo. Registrada como mina San Andrés, se descubrió un filón superficial de un metro de espesor que explotó a partir de 1858.

62 Resultados normalizados al 100% para los elementos metálicos.

Pese a delimitarse numerosas pertenencias, dos años después solo una seguía activa (Martínez-Aedo et al. 2010). En los mapas topográficos de 1900 la casa de la mina ya se describe como en ruinas. Las labores se abren en el contacto entre el Alpujarride y Maláguide de las dolomías triásicas de la Unidad Yéchar, con el contacto de la Unidad Jaboneros muy próximo. La mina San Andrés es la mina metálica de mayor entidad de sierra Espuña, con numerosos socavones en alineación sudoeste-nordeste que se abren desde la base de una gran trinchera que señala el filón original. La presencia de galena en las escombreras es bastante esporádica y localizada en determinados puntos. Ésta, puede contener cantidades elevadas de cinc, de hasta un 17 %, mientras que el cobre está presente como impurezas, alcanzando en alguna ocasión un 3,7 % en análisis normalizados al 100 % para los elementos metálicos. El hierro presenta concentraciones inferiores al 3 % y el manganeso no se detecta (M. Renzi com. pers.)⁶³. En las proximidades de la casa de la mina se encuentran escorias plomizas, posiblemente fruto de ensayos metalíferos ya que el metal se transportaba a Cartagena para su beneficio. Hay minas de hierro registradas en el mismo paraje (Martínez-Aedo et al. 2010), cuya localización podría superponerse a las de plomo o estar muy cerca de estas.

3.2.2.4. Minas de cobre

En general podemos considerar sierra Espuña como un macizo muy pobre en cuanto a recursos minerales de cobre. Únicamente hemos podido establecer la presencia de dos indicios donde el mineral de cobre es la sustancia principal, la Mina Santa Ana y la Mina Alfonsina. De ellos, el único que tuvo explotación económica fue la mina Santa Ana, ya que el otro es una cata prospectiva. El mineral presente en ambos es muy pobre y se encuentra muy disperso entre la ganga silícea. Estas características lo convierten en poco atractivo por las comunidades prehistóricas⁶⁴.

La **mina Santa Ana**⁶⁵ (ID22) se localiza entre los parajes de sierra Espuña del Buey y El Marqués. Documentada por el IGME en la realización del Mapa Metalogenético de España (Sierra et al. 1980), actualmente tiene asignado el código 0932013⁶⁶. La mineralización se encaja en un tramo constituido por bancos de areniscas cuarzosas con estratificación cruzada, y delgadas intercalaciones de argilitas rojas de la Unidad Morrón de Totana. Los carbonatos de cobre, de morfología estratiforme, aparecen impregnando las areniscas cuarzosas y rellenando huecos y fisuras milimétricas (IGME 2000). En ocasiones la mineralización estratiforme forma láminas milimétricas.

63 Resultados normalizados al 100% para los elementos metálicos.

64 Para ver los tipos de mineral aprovechados por los asentamientos prehistóricos de Sierra Espuña véase el capítulo 6.

65 El IGME no da nombre a este indicio, otorgando el nombre de Mina Santa Ana a un indicio no localizado que comparte la zona con las dos que sí han sido localizados. Creemos muy probable que esta sea la Mina "Santa Ana" y por eso se le da este nombre.

66 El código original de esta mina en el Mapa Metalogenético de 1981 era el 79-366

El conjunto de la mina Santa Ana consta de dos pequeños pozos (hoy totalmente tapados) junto a una casa en ruinas, un socavón dirección N250° de poco más de 5 metros de longitud, y sin apenas minerales, y dos socavones contiguos N280° y N300° que constituyen la labor principal. Estos dos socavones desembocan en una sola galería que profundiza hacia el interior, generando pequeñas cámaras laterales aseguradas con muros de mampostería. Las prospecciones realizadas en el área adyacente a la mina no aportaron evidencias de su explotación premoderna. Tampoco el socavón principal, el único de cierta entidad, presenta indicios que permitieran deducir su laboreo prehistórico.

Aun siendo un mineral muy pobre, la mineralización más interesante, de tipo stockwork, rellena el contacto entre las cuarcitas y las areniscas. Las vetillas aún son visibles en gran parte de la galería ya que han teñido las bandas de cuarcitas encajantes. Las disseminaciones de malaquita y azurita predominan en la escombrera y en el interior de las galerías. El mineral aparece formando bandas superficiales de menos de un milímetro de grosor y, menos frecuentemente, flores dispersas de varios centímetros.

La **Mina Alfonsina (ID21)** se halla a poca distancia de la mina Santa Ana y se presume como un intento de exploración para ampliar las actividades de ésta. A nivel geológico se repite lo visto para la mina Santa Ana. En general se trata de una mineralización muy poco extendida que cubría únicamente las rocas aflorantes en superficie.

Únicamente se observan minerales en la escombrera y en las inmediaciones, principalmente malaquita y algo de azurita. Su presencia es infrecuente y de baja calidad.

3.2.2.5. Composición química de los minerales

De Santa Ana disponemos de análisis químicos realizados por el IGME⁶⁷ y por el Proyecto Arqueometalúrgico de la península ibérica (PA)⁶⁸. Los resultados de los análisis de composición muestran un mineral de cobre bastante pobre y de concentración compleja. La matriz muy silíceea requiere la utilización de fundentes para una reducción del cobre con tecnología prehistórica poco reductora. Es especialmente la dificultad en el enriquecimiento de cobre el factor determinante que pudo disuadir del beneficio de este indicio en épocas prehistóricas. Como impurezas encontramos contenidos muy bajos en hierro, arsénico, plomo, cobalto, zinc y plata en este orden.

Una muestra de mineral de la mina alfonsina fue analizada por el IGME⁶⁹ con las mismas características descritas para la mina Santa Ana. La única diferencia es que la muestra analizada presenta, a diferencia de lo observado en campo, una mayor concentración de cobre que en la mina Santa Ana.

67 Véase la ficha de indicio ID22. Análisis 79-366-1 y 79-366-2.

68 Véase la ficha de indicio ID22. M. Renzi comunicación personal.

69 Véase la ficha de indicio ID21. Análisis 92-20.

3.2.2.6. Síntesis arqueológica

La ocupación prehistórica en el área nuclear de sierra Espuña está dominada por unas pocas cuevas con escasa representación de cerámica a mano, identificada como calcolítica. Por el contrario, en sus flancos y piedemonte encontramos importantes asentamientos y otros de menor entidad. De ellos, el único localizado a menos de cinco kilómetros de las minas de cobre es el Cerro de la Cueva de la Moneda, poblado Calcolítico excavado por L. Siret y J. Cuadrado con presencia de minerales superficiales. En la periferia de la sierra Espuña encontramos evidencias de producción metalúrgica en La Cárcel Vieja de Totana (Gallego Gallardo et al. 1985; Iniesta Sanmartín 1986), aunque el contexto de las mismas es ambiguo.

Más importantes son los poblados argáricos que se instalaron controlando la circulación por los valles, como la Almoloya por el norte y la Cabeza Gorda y La Bastida en el sur. Según se puede comprobar en la Carta Arqueológica de Murcia, todos ellos parecen tener una red de pequeños campamentos u ocupaciones asociadas a su alrededor⁷⁰, preferentemente en zonas de laboreo pero también en zonas estratégicas de control visual entre sierra Espuña y la sierra del Cambrón por el norte o La Tercia al oeste.

3.2.3. Sierra de La Tercia

3.2.3.1. Geografía

La sierra de La Tercia es una cordillera aislada que se yergue abrupta en el borde de la falla de Alhama, entre Totana y Lorca. Su orientación es sudoeste a nordeste, con unas dimensiones máximas de 14 km de longitud por 6,4 de anchura. Ocupa un área de 68 km², incluyendo las zonas bajas de Carraclaca, Llano del Saltador y Cortijo del Roser. Presenta una vertiente meridional abrupta y accidentada, con múltiples cerros y escarpes entre barrancos que desembocan al Guadalentín. La vertiente septentrional es más suave, sin apenas accidentes orográficos y da a las tierras altas de Aledo y Torrealvilla (Cano Gomáriz et al. 1997) (Fig. 3.20).

El límite occidental se delimita por la Rambla del Pozuelo o Barranco Hondo. En su extremo oriental la Rambla de Lébor labra con violencia barrancos de gran belleza, como en el Cabezo de la Cimbra. Los aportes sedimentarios de la depresión pliocuaternaria del valle del Guadalentín rellenan la base de la sierra en el piedemonte sudeste. La cota más elevada se encuentra en el Alto de Manilla con 987 m.s.n.m., prominencia de un desarrollado escarpe rocoso, cuya altura media se sitúa en los 950 metros, que establece los límites entre la vertiente meridional y septentrional. La cobertura visual desde este punto es extraordinaria, siendo posible identificar sierra Nevada y la sierra de los Filabres hacia occidente y casi todo el transcurrir del río Guadalentín.

⁷⁰ Muy alterados por la agresiva explotación agrícola actual basada en el cultivo de uva de mesa.

Recursos minerales de cobre y su explotación prehistórica en el sudeste peninsular El valle del Guadalentín.



Figura 3.20. Mapa topográfico con relieve de la sierra de La Tercia (Iberpix) con demarcación de los indicios metalogenéticos de cobre y plomo (elaboración propia). 1: Castillarejos; 2: Casa Manzanera; 3: Arcón; 4: Fuente de la Torta de Cal; 5: Rambla del Colmenar; 6: Rambla de la Teja; 7: Manilla; 8: Mina del Moro; 9: Mina San Gabriel.

3.2.3.2. Geología

Geomorfológicamente la sierra de La Tercia empieza a emerger durante el tránsito del Messiniense al Plioceno, hace unos cinco millones de años, debido a la actividad de la falla de Lorca-Alhama de Murcia (FAM). Antiguamente existía un paleomacizo Bético⁷¹ que separaba dos cuencas sedimentarias neógenas, la de Lorca al oeste y la de Hinojar y Mazarrón al este. El conjunto de la sierra constituye una macroestructura antiformal, que emerge por encima del mar, y sobre el que se depositan los yesos del mioceno terminal como en la Serrata o la zona de los Blanquizaes de Lébor (Booth-Rea et al. 2010) (Fig. 3.21).

Nos interesan las unidades de basamento que afloran únicamente en la parte central de la sierra. Todo el flanco norte, y los tercios SW y NE están cubiertos por rellenos sedimentarios de la Cuenca de Lorca sin presencia de mineralizaciones.

En la sierra de La Tercia se ha determinado la presencia de los complejos Alpujárride y Maláguide⁷². Para el primero se han diferenciado dos unidades, la Unidad Pintada y la Unidad Cortada. El Maláguide, presenta cuatro unidades litológicas. Las unidades de

71 De este antiguo paleomacizo proceden los materiales que configuran la litología que conocemos como brecha y que encontramos en sitios como La Bastida. Entre ellos, es posible encontrar clastos dispersos y aislados con mineralización de cobre.

72 Se ha tomado como referencia principal para esta síntesis geológica la Hoja 953 de la nueva serie Magna del Mapa Geológico digital del IGME (Roldán García y Nozal 2004).

Recursos minerales de cobre y su explotación prehistórica en el sudeste peninsular El valle del Guadalentín.

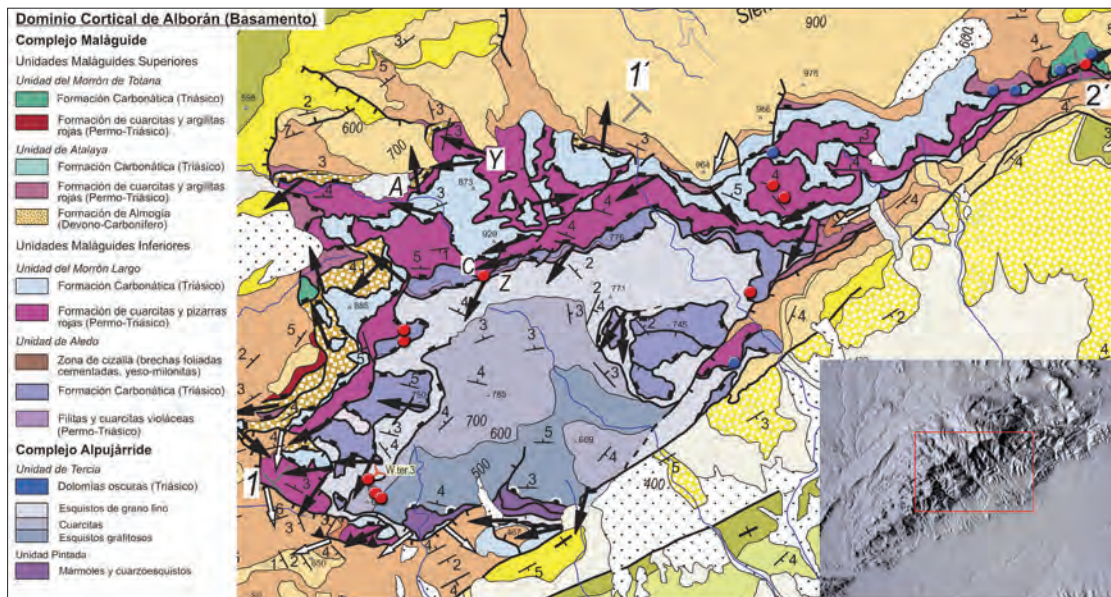


Figura 3.21. Mapa geológico de la sierra de La Tercia con demarcación de Unidades estructurales y localización de indicios metalogenéticos (Fuente del Mapa, Booth Rea 2001). Los puntos rojos representan las mineralizaciones de cobre y los puntos azules las de plomo.

Aledo y Morrón Largo pertenecen al Maláguide Inferior mientras que las unidades de Atalaya y Morrón de Totana se asocian al Maláguide Superior.

La Unidad Pintada, es una estructura formada por esquistos y cuarcitas oscuras de grano fino del Paleozoico. Sobre los esquistos se presenta una formación de mármoles calizos triásicos.

Superponiéndose a ésta encontramos la Unidad Cortada (Kampschuur et al. 1972), nombrada como Unidad de Tercia por G. Booth Rea y V. García Dueñas (1999). Es la formación más extensa de la sierra y se compone de una sucesión de cuatro pisos litológicos que empieza con una base de esquistos grafitosos del Paleozoico. A ella se superpone un piso de cuarcitas, cuarzoesquistos y esquistos de grano fino del Pérmico al que le siguen esquistos de grano fino del Triásico inferior. En este último nivel, encontramos alguna mineralización muy débil, como la rambla del Colmenar. En el piso de cuarcitas de esta unidad encontramos el indicio de Los Castillarejos, la única mineralización de cobre de cierto interés.

El Maláguide empieza con una base detrítica y un piso superior carbonático de la Unidad Tercia. La formación carbonática es de dolomías grises oscuras y mármoles triásico donde encontramos los indicios de hierro y cobre de Casa Manzanera.

También en los contactos permo-triásicos de la Unidad Morrón Largo, formado por pizarras rojas microconglomerados y cuarcitas rojas, se presentan mineralizaciones de cobre y de plomo.

Finalmente, las Unidades Maláguides Superiores (Booth-Rea et al. 2010), con una base Paleozoica y un piso triásico, tienen poco interés metalogenético.

3.2.3.3. Metalogenia y minería

La sierra de La Tercia se encuentra salpicada de pequeñas labores de plomo, cobre y hierro. Pese a la ubicua distribución de mineralizaciones en todo el basamento de la sierra, todas las explotaciones pueden considerarse de poca envergadura.

De las explotaciones de plomo, el grupo San Gabriel-El Moro y la mina situada en el paraje de la Fuente de la Torta de Cal, fueron lo suficientemente estables como para tener una casa de labores asociadas. También encontramos casa de labores en la explotación de hierro de Casa Manzanera. Las labores de galena cercanas al pico de Manilla no pasan de meras catas o sondeos exploratorios sin continuidad ni explotación económica. En varios puntos del Cerro del Arcón hay pequeños trabajos parecidos excavados en las dolomías brechificadas.

La única minería económicamente importante de la zona consistió en la explotación de azufre nativo en La Serrata de Lorca, pequeña estribación al noroeste de la sierra de La Tercia. El azufre se encuentra como bolsadas, lentejones, nódulos y capas en los niveles de margas y arcillas bituminosas del Messiniense.

3.2.3.4. Minas de cobre

Previamente a las prospecciones efectuadas en este trabajo, se habían realizado prospecciones por parte de dos equipos diferentes (Cano Gomáriz et al. 1997; Goldenberg y Hanning 2009), sin encontrar evidencias arqueológicas de minería prehistórica. Por otro lado, M. Gómez Ródenas (2007, p.50) cita una maza de piedra pulimentada procedente de la sierra de La Tercia en los fondos del MAM, que no hemos podido localizar⁷³.

Durante nuestro trabajo se han prospectado 6 indicios metalogenéticos de cobre: **Castillarejos (ID12)**, **Casa Manzanera (ID07)**, **San Gabriel (ID01)**, **Cerro del Arcón (ID02)**, **Minas de Zarzicos (ID10)** y **Rambla del Colmenar (ID04)**. A ellas hay que añadirle la prospección del indicio de galena-blenda de la **Fuente de la Torta de Cal (ID05)** que también presenta calcopirita entremezclada con galena y cerusita, formando un mineral Zn-Cu-Pb junto a la galena.

De todas ellas, las únicas minas que presentan un mineral interesante son las minas del paraje de **Castillarejo (ID12)**. Se ubican en el extremo suroccidental de La Tercia, entre los parajes del Collado del Mosquito, El Buitre y el Cabezo del Buitre. La mina se presenta como un conjunto de pequeñas labores (CT1 a CT6) con dos socavones principales orientados hacia el nordeste (Fig. 3.22). Las otras labores se concentran debajo del pequeño collado que da acceso a los dos socavones principales y en gran

73 La caja número 10194 de los fondos del MAM que se cita en la publicación contenía exclusivamente hachas de piedra pulimentada procedentes de donaciones particulares de varias localizaciones. Ninguna de esas piezas podía confundirse con una maza vinculada a la actividad minera.



Figura 3.22. Vista frontal de la distribución de las labores principales y sus escombreras.



Figura 3.23. Impregnación de carbonatos de cobre entre los cuarzoesquistos y cuarcitas.

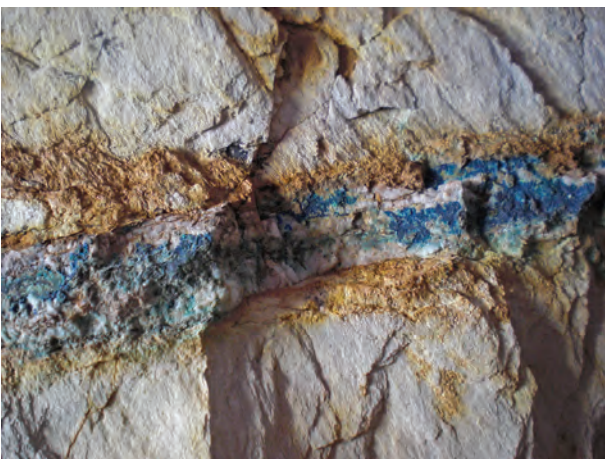


Figura 3.24. Filón, impregnación de azurita con filoncillos de calcopirita en vena de cuarzo entre esquistos.

parte están totalmente colmatadas. En las prospecciones de ambas zonas no se observaron trazas de posible explotación prehistórica.

En el libro de demarcaciones de 1861 se cita una mina en la solana del Cabezo del Buitre como Segunda Pena. Tiene una galería de 12 m. de longitud de carbonatos y óxidos de cobre con pirita cobriza, que corre de este a oeste. El filón de esta mina tiene 10 cm de potencia y encaja en las pizarras. Es posible que se trate de algunas de las labores de Castillarejo o una explotación que no hemos conseguido localizar en el **Cerro de El Arcón (ID02)**.

La mineralización primaria de Castillarejo es de calcopirita de morfología filoniana irregular. Aparece en pequeñas vetillas milimétricas en las fisuras de los cuarzoesquistos diaclasados (Fig. 3.23), a veces de tonos ocre y se asocia a las abundantes venas de cuarzo. Ello podría sugerir un origen hidrotermal (Fig. 3.24).

Entre los tipos minerales documentados tenemos calcopirita que se ha alterado a covellina y carbonatos de cobre, principalmente azurita. La impregnación de carbonatos, es muy abundante en los esquistos y las cuarcitas, llegando a ser el mineral dominante (Fig. 3.25).

Del conjunto de galerías prospectado en **Zarzicos (ID10)** (Lomba et al. 1998, p.496) se han localizado las labores 1 (Z1), 3 (Z3) y 4 (Z4). Todas ellas son de tipo galería, con una morfología relativamente regular. La tipología de las

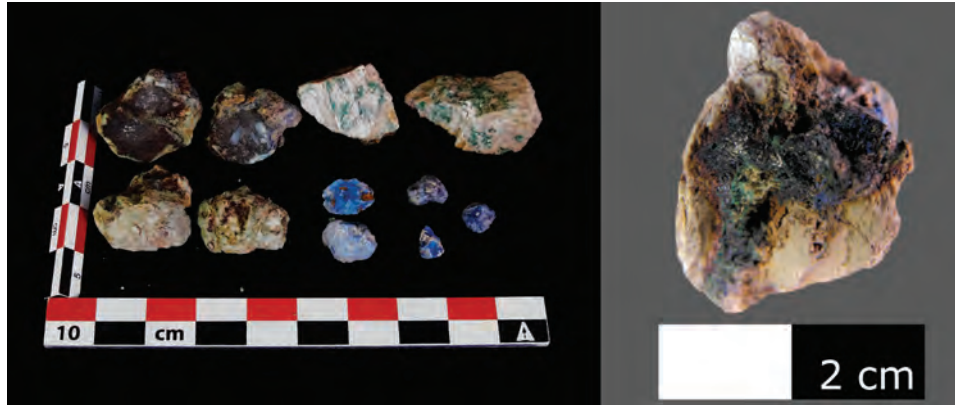


Figura 3.25. Minerales de cobre recogidos en las escombreras. La imagen de la derecha muestra un detalle del filoncillo de calcopirita, con impregnaciones de azurita en los bordes.

labores, pese a su rudimentariedad, encaja con la minería de mediados del s. XIX y principios del s. XX, sin que hallamos encontramos indicios de posible explotación prehistórica. En la parte más interna de Z3 se hallaron fragmentos de una cántara moderna que encaja con esta cronología. Los socavones Z1 y Z4 presentan vetas de impregnaciones de azurita, con malaquita accesoria en las paredes. Z3 no contiene minerales y es posible que sea una galería hecha para intentar continuar la explotación de la mineralización de Z4, situada justo encima de ésta.

El mineral más abundante es la azurita En Z1 junto a la azurita también podemos encontrar carbonatos/arseniato de cobre, calcopirita y ¿covellina? El mineral primario y los sulfatos siempre aparecen asociados a vetas de cuarzo.

Mucho menos interesante es la mineralización de cobre de la mina **San Gabriel (ID01)**, con una corta galería en las cuarcitas y pelitas permotriásicas de la Unidad Atalaya.

En **Casa Manzanera (ID07)**, la mineralización de cobre es muy débil y está asociada a la explotación de óxidos de hierro que forman el grueso de las labores. En la parte alta del cerro donde se concentra la explotación encontramos unas pequeñas calicatas superficiales que podrían haber beneficiado filoncillos de cobre. Del mineral original solo quedan difusas impregnaciones. La imposibilidad de identificar la morfología de esos filoncillos hace difícil valorar si podrían haber tenido un aprovechamiento prehistórico.

En la **Rambla del Colmenar (ID04)**, al noroeste de la Ermita de la Virgen de la Salud, aparecen algunas impregnaciones de malaquita en las pizarras de grano fino. En la parte alta del cerro donde afloran encontramos más impregnaciones de cobre en pliegues fracturados de cuarcita. Cerca de este punto se ha observado la presencia de cerámica prehistórica a mano, que sin embargo parece más relacionada con el excelente control visual del espolón, que de una explotación del mineral de cobre.

De la mineralización que se cita en Lomba y otros (1998) en el **Cerro del Arcón (ID02)**, sólo quedan algunos grandes bloques de roca con impregnaciones junto a la pista forestal que conduce a los pies de La Morra Quemada. Sus descubridores describen a esta

mineralización como la más interesante de las prospectadas en la sierra de La Tercia por la calidad del mineral y por la potencia del filón.

3.2.3.5. Composición química de los minerales

Se han analizado 14 muestras procedentes de los indicios prospectados de la sierra de La Tercia (Tab. 3.6). Con alguna excepción, el conjunto muestra minerales de cobre pobres, mayormente dominados por una ganga silíceo.

Otra vez el conjunto más interesante es el de Castillarejos con cobre, hierro y arsénico como elementos base. Estos se encuentran acompañados por algo de sulfuro de las pintas de calcopirita. Los contenidos en cobre no son elevados, pero sí que se configuran como los minerales de mayor calidad de La Tercia. Los contenidos en hierro y sílice y la presencia de arsénico en cantidad suficiente para obtener cobre arsenical son de interés para la metalurgia prehistórica.

De Zarzicos se han analizado cuatro muestras que coinciden en presentar contenidos muy bajos de cobre, denotando la dificultad de concentrarlo manualmente. El hierro siempre aparece como acompañante del cobre, variando en función de la cantidad de calcopirita de la muestra. Por su parte, volvemos a encontrar la presencia de arsénico en concentraciones similares a Castillarejos. Debido a la pobreza en cobre de los minerales, la presencia de arsénico se hace importante solo si normalizamos al 100 % para los elementos metálicos (2-4 % As₂O₃)⁷⁴.

3.2.3.6. Síntesis arqueológica

La presencia de yacimientos arqueológicos es constante en las faldas de ambas ver-

Técnica	Serie pFRX	Id	Mina	Contexto	(N)	Fe ₂ O ₃	CuO	As ₂ O ₃	S	SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	BaO	Suma (total)
pFRX	1	AR	Arcón	Superficial interior	1	8.1	15.0	0.6	< LOD	17.6	1.59	0.84	< LOD	43.8
pFRX	1	CZ	Casa Manzanera	Galería	1	1.0	57.6	< LOD	0.4	3.2	< LOD	1.35	< LOD	64.2
pFRX	1	CT1	Castillarejos 1	Escombrera interior	1	26.0	36.3	9.9	0.5	1.5	< LOD	0.33	0.03	75.2
pFRX	1	CT1	Castillarejos 1	Galería	1	6.7	15.0	6.1	1.0	6.6	< LOD	0.15	< LOD	35.7
pFRX	1	SG	San Gabriel	Escombrera	4	1.8	17.5	0.3	0.6	56.1	9.1	1.5	< LOD	87.4
pFRX	1	Z1	Zarzicos 1	Escombrera	2	1.5	13.1	0.4	< LOD	9.6	< LOD	0.4	< LOD	25.1
pFRX	1	Z4	Zarzicos 4	Escombrera	2	5.8	11.3	3.2	1.1	8.5	< LOD	0.1	< LOD	29.5
Técnica	Serie pFRX	Id	Mina	Contexto	(N)	Zn	Ni	Co	Sb	Hg	Bi	Ag	Pb	Suma IMP
PIXE	1	AR	Arcón	Superficial interior	1	0.02	< LOD	< LOD	0.02	0.01	0.00	< LOD	< LOD	0.04
pFRX	1	CZ	Casa Manzanera	Galería	1	0.63	< LOD	0.11	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	0.01	0.74
pFRX	1	CT1	Castillarejos 1	Escombrera interior	1	0.27	0.02	< LOD	0.19	0.18	0.02	0.02	< LOD	0.69
pFRX	1	CT1	Castillarejos 1	Galería	1	0.10	< LOD	< LOD	0.08	0.11	0.01	< LOD	< LOD	0.29
pFRX	1	SG	San Gabriel	Escombrera	4	0.48	< LOD	< LOD	0.01*	0.05*	0.01	0.03*	0.06	0.56
pFRX	1	Z1	Zarzicos 1	Escombrera	2	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	0.003	0.003
pFRX	1	Z4	Zarzicos 4	Escombrera	2	0.06	< LOD	< LOD	0.04	0.09	0	< LOD	< LOD	0.15

Tabla 3.6. Medias de los análisis químicos sobre minerales de la sierra de La Tercia (* Solo detectado en un análisis. Se representa el valor de ese análisis y no el promedio).

74 En Z402 la normalización Cu-As alcanza el 27% As debido al bajo contenido en cobre del mineral.

tientes. En la vertiente S-SE predominan los asentamientos calcolíticos y argáricos, mientras que en las faldas de la vertiente norte abundan pequeños establecimientos romanos. De éstos, algunos presentan una ambigua ocupación previa, pero la mayoría tiene reocupaciones posteriores en forma de pequeños cortijos que han aprovechado los materiales constructivos romanos. Algunos ejemplos serían el Juncarejo, La Cruz de los Allozos o El Antigüarejo (Lomba et al. 1996; Cano Gomáriz et al. 1997). La zona interior de la sierra presenta menos densidad ocupacional. Con frecuencia esta sucede en cuevas y abrigos, pero también encontramos algún yacimiento con estructuras pétreas importantes, como el Cabezo del Buitre, de filiación calcolítica (Lomba et al. 1998).

El poblamiento prehistórico es especialmente intenso en la conjunción de la Tercia y la Rambla de Lébor en su tramo medial, cuyo emblema es el poblado argárico de La Bastida. Esta milla de oro de la arqueología tiene representados yacimientos que van del Paleolítico medio hasta el siglo XVIII. De ellos, no podemos dejar de destacar las cuevas sepulcrales calcolíticas de Los Blanquizares y el abrigo paleolítico del Cejo del Pantano.

Encontramos evidencias de metalurgia en varios yacimientos prehistóricos, tanto en el interior de la sierra como en su periferia inmediata. El más destacado por su metalurgia es el poblado calcolítico del Barranco de Carboneros, en la vertiente sudeste de la sierra. Este asentamiento presenta, en su alterada superficie, minerales, escorias, vasijas de reducción y restos de metal fundido. Entre el ajuar de la cueva funeraria asociada hay noticias de un anillo de cobre, hoy desaparecido (Cano Gomáriz et al. 1997). Siguiendo en contextos calcolíticos, la presencia de escorias en el Cerro de la Virgen de la Salud (Eiroa 2005) atestigua una metalurgia entre 2900-2500 cal ANE.

En la Cueva del Crisol, en las cercanías de la Casa del Maderero, apareció un pequeño fragmento de crisol (Lomba et al. 1998, pp.489-90). Junto a él, también se recuperaron un fragmento de cuenco y otro de cerámica indeterminada, a los que se les atribuye una cronología argárica⁷⁵. El hallazgo es especial dado el carácter estacional del yacimiento y que no se encuentra en las inmediaciones de labores mineras o indicios de cobre. Su examen habría permitido determinar si el crisol se puede asociar a la reducción de mineral o si por el contrario se relaciona con la fundición de metal. En caso de ser concluyente la cronología del hallazgo se trataría de un caso único en todo el horizonte arqueológico argárico. Por su situación el yacimiento podría vincularse al cercano poblado multifásico de la Ermita del Pozuelo en la Serrata, Lorca.

En el extremo lorquino de La Tercia, tenemos abundantes evidencias de tratamiento metalúrgico en los niveles calcolíticos de diferentes excavaciones realizadas en el casco urbano de Lorca, y también del Bronce Tardío en el Poblado de Murviedro (Pujante Martínez et al. 2002).

75 Los materiales de este yacimiento no han podido ser localizados en los fondos del Museo Arqueológico de Murcia ni en el Museo Arqueológico de Lorca.

En síntesis, en las inmediaciones de la Tercia, durante el III milenio ANE se estaba practicando la metalurgia extractiva, presumiblemente para la obtención de cobre arsenicado. Estas comunidades disponían en sus proximidades el mineral necesario para su obtención en algunos de los indicios de cobre que hemos prospectado. No obstante, pese a convivir con el mineral necesario, ninguna de las minas presenta evidencias arqueológicas o se tienen noticias de su existencia.

Como veremos en el estudio comparativo de los minerales, es poco probable que las comunidades de La Tercia estuvieran beneficiándose de los recursos locales. Quizás por la mala calidad de un mineral predominantemente diseminado o, por su irregularidad. Sin embargo, no podemos descartar su beneficio en casos puntuales y esporádicos, especialmente de Castillarejos o Zarzicos, donde sería más fácil recuperar algunos nódulos enriquecidos con arsénico fáciles de aprovechar.

3.2.4. Sierra de La Torrecilla

3.2.4.1. Geografía

Lorca preside, desde el este, la sierra de la Torrecilla. De orografía poco marcada, son los cursos hidrográficos quienes permiten definir sus límites. Así, el río Corneros bordea todo su flanco norte entre Vélez-Rubio y La Fuensanta, donde enlaza con el embalse de Puentes. El río Guadalentín la delimita hasta Lorca por todo su borde nordeste. De Lorca hasta Puerto Lumbreras es la depresión de la falla de Alhama-Murcia la que la corta. La Rambla de Nogalte, conocida por sus peligrosas avenidas, cierra el perímetro hasta Vélez Rubio, que la antecede cuando se viene del oeste. Queda así un perímetro de algo más de 307 km² con unos ejes de 31 km de noreste a sudeste y de 18 km de nordeste a sudoeste y la misma orientación que el conjunto de la Bética (Fig. 3.26).

Su línea dorsal la forman la sierra de Fuente Alegre, la sierra de la Castellana y la sierra de la Peña Rubia. Siguiendo la dinámica de la sierra de las Estancias que limita con la Torrecilla al este⁷⁶, es en este punto donde encontramos las elevaciones más importantes como la Serreta de la sierra de Fuente Alegre, que con 1069 m.s.n.m. se alza como el punto más elevado. El Cerro Alto en la sierra de la Castellana presenta el segundo punto más elevado. Sin embargo, las vertientes en esta zona, con mayor altura media, son más suaves que en su extremo este. Aquí, la percepción general es más imponente, con los 400 metros de caída vertical de los Altos de Peña Rubia (927 m.s.n.m.), los espolones del Cejo de los Enamorados y los barrancos de las ramblas del Cambrón y los Diecisiete Arcos.

76 En algunas memorias la Sierra de la Torrecilla se incluye como parte de la Sierra de las Estancias (Booth-Rea et al. 2010, p.18) o como Sierra de Peña Rubia (IGME 2000, p.12). Yo me he guiado por la información cartográfica del IGN 1:500.000 (<http://www2.ign.es/iberpix/visoriberpix/visorign.html>)

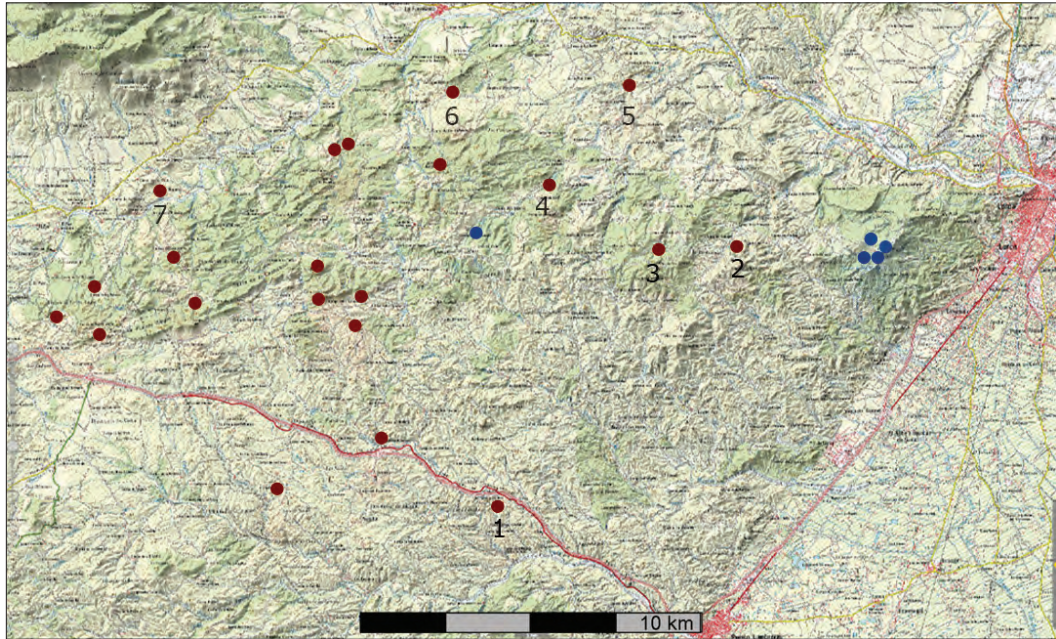


Figura 3.26. Mapa topográfico con relieve de la sierra de La Torrecilla (Iberpix) con demarcación de los indicios metalogenéticos de cobre (rojo) y plomo (azul) (elaboración propia). Se han prospectado los indicios 1- Mina Adela y Santa Primitiva; 2-Mina El Saltador, 3-Ermita del Pradico, 4-Vértice Peñoso, 5-Rambla Roja, 6-Rincón de Tostones.

3.2.4.2. Geología

En la sierra de la Torrecilla domina el Complejo Alpujárride al sur, y el Complejo Maláguide al norte. La intercalación de formaciones es bastante similar a la vista en la sierra de La Tercia, aunque en La Torrecilla el sócalo Paleozoico de ambos complejos ocupa una gran extensión (Fig. 3.27).

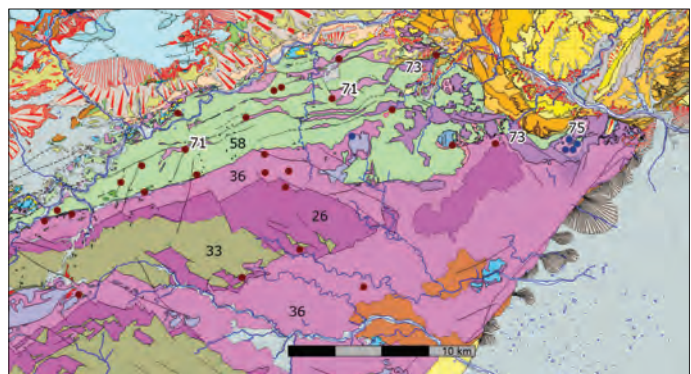


Figura 3.27. Mapa geológico GEODE (1:50.000) con la situación de los indicios metalogenéticos de cobre y plomo. La numeración se corresponde con los pisos litológicos definidos en el texto.

Las diferencias afectan a la sucesión de litologías del Complejo Maláguide. En este encontramos

que el sócalo paleozoico domina toda la parte norte de la sierra. Se define por una formación de filitas (GEODE Z2100 n=58) con una serie de intercalaciones de calizas y rocas detríticas que se le superpone (Guillén Móndejar y del Ramo). Sobre el sócalo encontramos islas de conglomerados y areniscas del Triásico al oeste (GEODE Z2100 n=71) y conglomerados de cuarzo, areniscas y arcillas al este (GEODE Z2100 n=73). En los contactos de estos niveles Paleozoicos con los triásicos es donde afloran la mayor parte de indicios de cobre.

En la hoja del Mapa Geológico de Lorca (Booth-Rea et al. 2010) la cartografía geológica se detalla. En esta publicación, el sócalo Paleozoico se divide entre la Unidad Morrón

Largo, de las Unidades Maláguides Inferiores, y la Formación Morales, de las Unidades Maláguides Superiores. Lo mismo sucede con los conglomerados de cuarzo permotriásicos de areniscas y arcillas de color rojizo (GEODE Z2100 n=73) que son separados entre la Unidad Morrón Largo y la Formación Saladilla.

El Complejo Alpujárride está dominado, en su parte Oriental, por las filitas y cuarcitas con calcoesquistos correspondientes a la Unidad Cortada, muy pobre en mineralizaciones. La base de este nivel aflora al este, con el sócalo Devónico-Carbonífero. Litológicamente está representado por esquistos grafitosos que localmente pueden presentar cuarcitas y cuarzomicaesquistos (GEODE Z2100 n=33).

La Unidad Cortada presenta la misma secuencia que en la sierra de la Tercia con una superposición de cuarcitas, cuarzomicaesquistos y esquistos del Pérmico (GEODE Z2100 n=26). El techo de la serie se compone de filitas, esquistos de grano fino y cuarcitas triásicos (GEODE Z2100 n=36).

Los afloramientos subvolcánicos son frecuentes, con metabasitas y anfibolitas en las unidades alpujárrides, y diabasas de probable origen epitermal en el Complejo Maláguides. La presencia de este vulcanismo podría explicar el gran número de indicios metalogenéticos que presenta la sierra.

3.2.4.3. Metalogenia y minería

La minería en La Torrecilla siempre ha sido secundaria respecto a los grandes distritos de la provincia. Ello no excluye una abundancia inesperada de indicios metalogenéticos, casi siempre poco importantes. A parte del cobre, encontramos indicios de manganeso y hierro muy asociados con el cobre. Los indicios de plomo, por el contrario, solo los encontramos en la sierra de Peña Rubia. Por su cercanía con la ciudad de Lorca son la explotación más recordada que tuvo la sierra. En la parte inferior de estas explotaciones de galena encontramos algunos afloramientos de cobre, donde se hicieron pequeñas calicatas prospectivas durante el siglo XX. La mineralización de plomo se encuentra diseminada en brechas y cataclasitas de falla que corta las dolomías triásicas de la Unidad del Morrón Largo (Booth-Rea et al. 2010, p.177).

También destaca, por su singularidad, el indicio de estroncio de El Saltador, con una mineralización lentejonar de celestina que tuvo una explotación a cielo abierto. La mineralización se presenta en una zona de cizalla entre las filitas alpujárrides a techo y cuarcitas, carbonatos, yesos y rocas básicas en la base. Junto a éstas últimas encontramos minerales de cobre (calcopirita), plomo, flúor, hierro y cinc.

Aunque sin ninguna importancia económica, la sierra de la Torrecilla es la que presenta una mayor cantidad de indicios de cobre de toda el área prospectada y de todo Murcia en general. Contando solo la zona lorquina se contabilizan 25 indicios registrados por el IGME, que llegan a los 40 al incluir la parte de Vélez-Rubio. Eso supone casi la mitad

de todos los indicios documentados por el IGME en la zona de estudio⁷⁷. Aunque fuera ya de nuestro alcance, esta densidad de mineralizaciones de cobre se mantiene en toda la sierra de las Estancias, siguiendo el eje Vélez-Rubio-Chirivín y al nordeste de Oria.

La mayoría de indicios son pequeñas mineralizaciones sinsedimentarias de morfología estratiforme y de tipo red beds. Diseminaciones, impregnaciones y relleno de diaclasas en niveles detríticos de coloración blanquecina o gris-amarillento, en el seno de la serie de conglomerados, areniscas y arcillas rojizas (GEODE Z2100 n=73) (IGME 2000, p.33). Cumplen esta regla todos los indicios del Complejo Maláguide, frecuentemente asociadas a mineralizaciones de manganeso como en Rambla Roja. Tanto unas como otras se relacionan con episodios de areniscas y grauvacas silicificadas como se observa en el Cortijo del Cumbre.

En el complejo Alpujárride las mineralizaciones son mucho más escasas, dándose solo en algunas zonas de falla entre el basamento paleozoico de micaesquistos y cuarcitas y las cuarcitas Permotriásicas. Estas mineralizaciones se presentan en una zona muy tectonizada y con cabalgamientos muy próximos entre sí de la secuencia paleozoica y triásica.

3.2.4.4. Minas de cobre

La sierra de la Torrecilla es extremadamente profusa en pequeños indicios de cobre, normalmente muy pobre, que afloran en superficie. Se ha realizado una selección que tenía por objeto centrarse en aquellas minas cercanas al asentamiento metalúrgico calcolítico de Agua Amarga⁷⁸ y en aquellos con una mayor probabilidad de explotación prehistórica como las **Minas de Merzu S.A. (ID39)** La importancia de estas últimas, pese a no contar con un registro arqueológico debido a su cubrimiento actual, merecen una explicación detallada que abordaremos al final del apartado.

En cuanto a los indicios cercanos a Agua Amarga se han prospectados los sitios de **Rambla Roja (ID13)**, **Cortijo de Los Tostones (ID09)** y **Vértice Peñoso (ID20)** todos ellos a menos de 10 km del asentamiento.

De este grupo el conjunto más interesante por su potencial prehistórico y cercanía a Agua Amarga son las labores de **Rambla Roja (ID13)**. La mineralización se encaja entre las grauvacas del Paleozoico y los niveles detríticos del Permo-Trías, dentro del Complejo Maláguide. Presenta una morfología estratiforme/estratoligada con dirección N°210 y un buzamiento de 40°. Igual que en casos anteriores, la presencia de vetas de cuarzo junto al cobre sugiere algún tipo de proceso epitermal.

Las labores se concentran en tres grupos. El primero, situado más al norte se configura

⁷⁷ Véase el Anexo 3.

⁷⁸ Véase apartado 5.2.

por la presencia de afloramientos de carbonatos y sulfuros de cobre a lo largo de unos 30 metros, subiendo la ladera en dirección norte-nordeste. Completan el grupo un socavón, bien conservado en su interior, donde únicamente se explotaron minerales de hierro. Con él asociamos el arranque de mineral superficial de un crestón rocoso cercano.

El segundo grupo está al oeste. Está formado por un posible socavón rehundido, cuya entrada es imposible observar, y una rafa prospectiva de poca profundidad que raspa los afloramientos de mineral. En ambas labores afloran vetillas centimétricas de calcopirita irisada que han carbonatado formando impregnaciones de malaquita. El tercer grupo se identifica con dos pozos en la parte baja de la ladera, casi en la orilla de la rambla. Ambos tienen un desarrollo inferior en forma de galería y, dada la ausencia de minerales en las inmediaciones, son presumiblemente estériles.

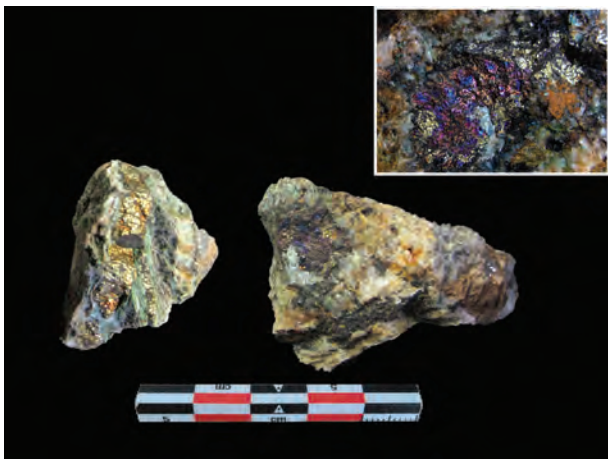


Figura 3.28. Minerales de los afloramientos superficiales de Rambla Roja. Detalle de calcopirita irisada en esquina superior derecha.

En todo el conjunto, el principal mineral que encontramos es la malaquita, con mucha menos presencia de azurita. Sin embargo, es bastante abundante la calcopirita y la calcopirita irisada que aparece en vetas de cuarzo (Fig.3.28).

El **Cortijo de Los Tostones (ID09)** también está formado por un conjunto de cinco labores de poca entidad. Su objetivo era encontrar, entre los diferentes afloramientos, algún punto donde la mineralización se enriqueciera y poder beneficiarla económicamente.

Los puntos de extracción de mineral presentan varias morfologías. Al oeste tenemos una trinchera, de la que parte una pequeña galería lateral de corto recorrido. En un extremo de la trinchera se abrió un pozo en busca, sin éxito, de niveles inferiores mineralizados. Las labores más significativas son dos socavones. En uno de ellos se le labraron galerías perpendiculares en busca del tramo mineralizado. El segundo, que forma una cámara cerca de la entrada, parece vaciar una bolsada de mineral de muy baja calidad. De este salen galerías en varias direcciones sin encontrar más tramos mineralizados. Los minerales de mejor calidad se presentan en el relleno de un pozo colmatado de 3,5 metros de diámetro.

Los principales minerales de cobre que encontramos en el conjunto de la explotación son la malaquita y la azurita, que acompañan a los hidróxidos de hierro como hematites, goethita, siderita, limonita y pirita. El hierro es la sustancia principal en un mineral poli-metálico ferrocuprífero. En pocas ocasiones el cobre se presenta aislado.

En el caso del **Vértice Peñoso (ID20)** no aparecen labores de arranque, encontrando durante las prospecciones algunas zonas con diminutos afloramientos de carbonatos y

minerales arrastrados por la lluvia. Entre los indicios cercanos a Agua Amarga puede sumársele el cercano al **Cortijo de Juan Romera** (ver Anexo 3: código IGME 0952016), que a tenor de la información del IGME parece que vuelve a repetirse lo visto en el Vértice Peñoso.

Con el fin de tantear otros puntos de La Torrecilla se han prospectado los indicios de la **Ermita del Pradico (ID50)** situada en el corazón meridional de la sierra y el del **Cortijo de la Merced (ID14)** en el margen derecho del río Corneros y muy cerca del Castillo de Xiquena. En ambos encontramos minerales en las inmediaciones pero fue imposible documentar las labores debido a diferentes motivos⁷⁹. Según la información del IGME y la prospección de los alrededores se repite la misma situación de pequeñas labores más bien prospectivas de aprovechamiento de carbonatos pobres.

En ningún caso se han encontrado evidencias arqueológicas que permitan asegurar la explotación prehistórica de estos indicios, más teniendo en cuenta que la explotación de mediados del siglo XX, imitó el modelo de explotación prehistórica en lo rudimentario y el tipo de mineral beneficiado.

Las minas **Adela y Santa Primitiva (ID39)**, también conocidas como **Minas de Merzu S.A.**, y catalogadas como tal en el Mapa Metalogenético de Murcia, son un interesante grupo de labores que se extienden a lo largo de 560 metros con dirección sudoeste a nordeste en la pedanía lorquina de Nogalte (Fig. 3.29). Recientes trabajos agrícolas las han sepultado casi por completo, siendo visibles solo el techo de algunos frentes de cantera y algunas calicatas dispersas (Fig. 3.30). Las pocas zonas que quedan más o menos inalteradas corren un serio riesgo de degradación debido a la mecanización agresiva de la agricultura de la zona.

La mineralización se asienta entre los micaesquistos Paleozoicos y las cuarcitas permotriásicas de la Unidad Blanquizaes-Oria, en el Complejo Alpujárride. Se trata de una mineralización estratiforme dispersa, de aspecto tabu-

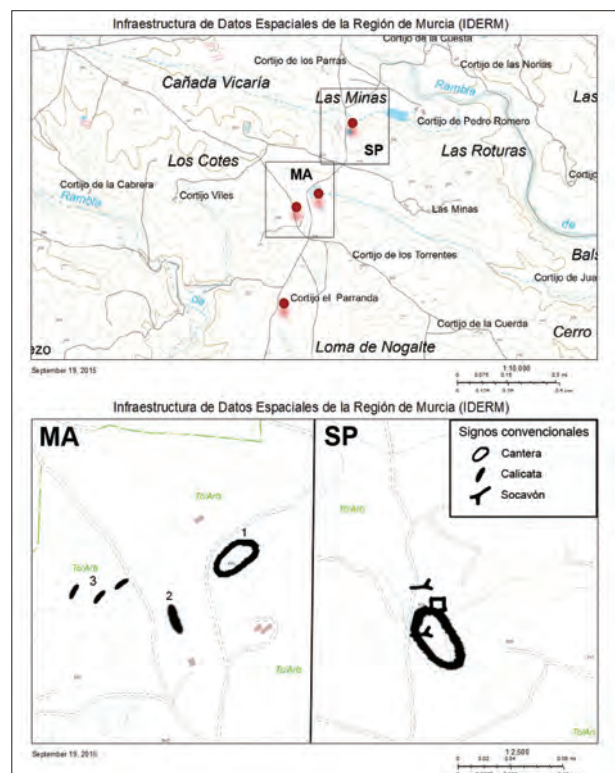


Figura 3.29. Localización a escala 1:10.000 del grupo de Minas de Merzu S.A. y detalle de labores de Mina Adela (MA) y Mina Santa Primitiva (SP).

79 Véase las fichas de indicio en el Anexo 1.

Recursos minerales de cobre y su explotación prehistórica en el sudeste peninsular
El valle del Guadalentín.

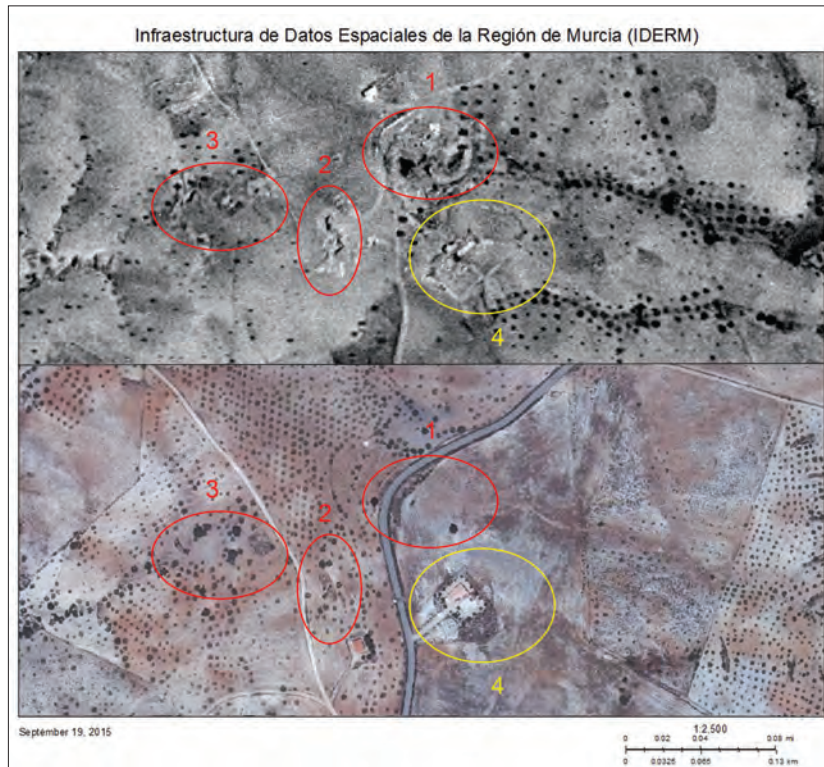


Figura 3.30. Vista de la colmatación de las labores de la mina Adela a partir de la comparación de las ortofotografías de 1956 y 2013. 1: Cantera; 2: rafa que conserva el frente de ataque; 3: grupo de pequeñas calicatas prospectivas; 4: zona de procesado de mineral o almacenamiento.

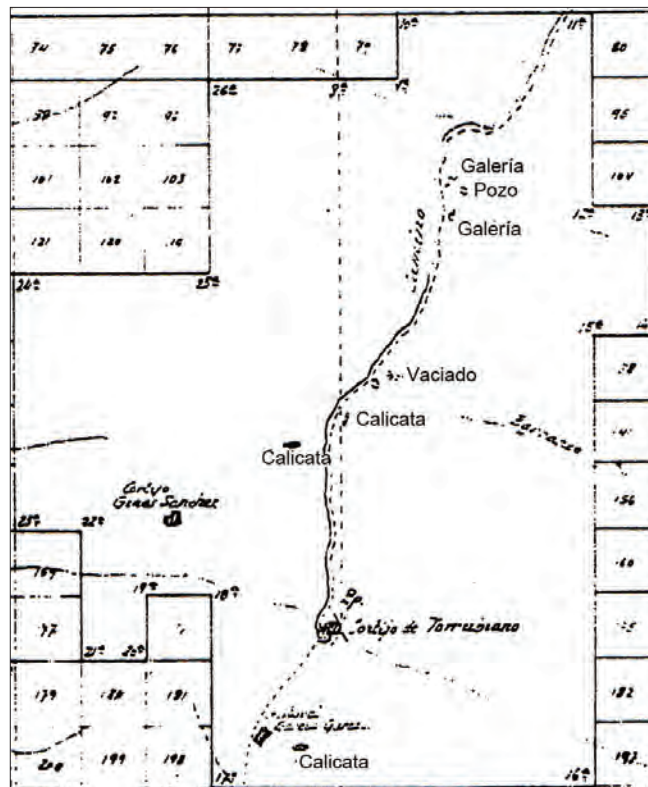


Figura 3.31. Plano del Permiso de investigación de mineral solicitado por B. García Ruiz en 1977 (Modificado de García Ruíz, 2001, p. 150)

lar a favor del contacto, subhorizontal. La mineralización y explotación principal habría sido la bolsada en los esquistos identificada con el número 1 en la figura 3.30.

Las labores correspondientes a la **Mina Santa Primitiva** (Fig. 3.29: SP) ocupan un espacio de cultivo donde se conserva el boquete de unos 35m x 35 m con el frente de la cantera hacia al oeste. Aún pueden verse algunos indicios de vetas en las rocas del lado oeste. En el extremo norte y junto al camino de acceso hay una construcción cuadrangular de pequeño tamaño que cubre un pozo de mina. Junto al pozo, en un pequeño repechón que separa el camino de acceso a los campos y la cantera de la propia mina se observaron varias escorias cobrizas de aspecto vitrificado y muy poroso⁸⁰. El tipo de escorias y su composición son consistentes con una cronología reciente, probablemente vinculadas a ensayos de ley del mineral a pie de mina. La escombrera de los trabajos ha sido aplanada y dispersada entre los campos cercanos con el fin de nivelar el terreno para aprovechamiento agrícola. En el plano de labores de los años 70 (Fig. 3.31), se indica la presencia de dos galerías en los alrededores del pozo, una en el interior de la cantera y la otra entre 10 y 20 metros al norte. Ninguna de las galerías se observa en la actualidad por los rellenos agrícolas del terreno.

En la **Mina Adela** (Fig. 3.29: MA) podemos distinguir, en base al plano de labores y a la ortofotografía aérea de los años 50 tres zonas de explotación (Fig. 3.30). La primera zona la ocupa una cantera que recientemente se ha colmatado en su totalidad por tierras agrícolas (Fig. 3.30:4 y fig. 3.32). A cien metros al oeste de la carretera se han identificado dos rafas que en total suman 30 metros de largo (N332°) por 15 de ancho y que en origen debían ser una sola. No quedan restos de mineral en el frente de extracción (Fig. 3.33). Entre estas rafas y la cantera colmatada hay una dispersión importante de malaquita e impregnaciones cupríferas en cuarcitas y pizarras. Sesenta metros al noroeste encontramos otro grupo de pequeñas labores prácticamente desaparecido bajo los cultivos. Se identifican dos pequeñas catas con impregnaciones de malaquita por los alrededores. Estas catas son de poco menos de dos metros de longitud.

En ambas minas, encontramos en superficie carbonatos de cobre (Fig. 3.34a y c) y algunos ejemplares interesantes con pintas de calcopirita (Fig. 3.34b) y cuprita (Fig. 3.34d). A ellos se les puede añadir el cobre nativo que cita B. Ruiz. También aparecen minerales ferrocupríferos, con pirita y goethita entremezcladas con el cobre (Fig. 3.34f).

Aunque las actuales prospecciones no han conseguido documentar evidencias de laboreo prehistórico contamos con el testimonio de B. García Ruiz (2001, pp.147-8) quien las prospectó y empezó su explotación en 1945, para después arrendarlas a la Sociedad Merzu S.A., propietaria de la cercana función de cáscara de cobre. La información que ofrece B. García Ruiz es inestimable en cuanto afirma la existencia de evidencias de explotación antiguas:

80 Escorias similares se han observado también en Cerro Minado (ID92) y en la Casa de Don Jimeno (ID57). En esta última en gran cantidad.



Figura 3.32. Aspecto actual del grupo 1 de la Mina Adela, totalmente cubierto por tierra.



Figura 3.33. Frente de extracción del Grupo 2 de la Mina Adela, con la base cubierta por tierra aportada.

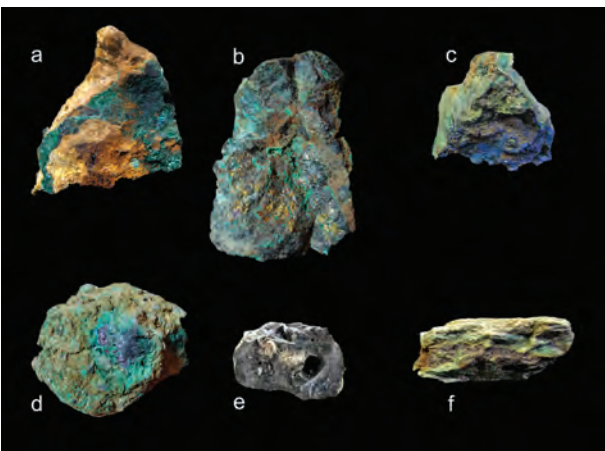


Figura 3.34. Minerales de la Mina Adela (izquierda y centro arriba) y minerales (derecha) y escoria (centro abajo) de la Mina Santa Primitiva. La escoria presenta un brillo alto para poder apreciar su morfología, el color original es negro. Los números aparecen referidos en el texto (Autor fotografías b y d Matías Raja Baño).

“En Nogalte se explotan las minas “Santa Primitiva”, “Adela” y alguna otra, a las que se accede por un camino hacia el SO desde la Venta de La Petra km.95 de la carretera de Puerto Lumbreras a Vélez Rubio, de donde distan las minas unos 3 km. Al principio se encuentra “Santa Primitiva” cuya labor principal es una roza antigua que arma en calizas muy impregnadas de malaquitas y azuritas y a continuación la zona de la mina “Adela” nueva y otras viejas labores desde el cortijo de Torrubino hacia el N por donde están más centralizados los trabajos. Se explota una bolsa localizada debajo del terreno de labor y de ganza pizarrosa muy impregnada de los carbonatos cobrizos y aprovechamiento de ley del 2 al 3 %. Se encuentran indicios de pequeñas labores antiquísimas e incluso el esqueleto de un ser humano en una de estas y en la masa mineralizada que explotan algunos nódulos dispersos de cobre nativo.” (García Ruíz 2001, p.147)

La presencia de restos humanos en contextos mineros no es infrecuente, especialmente en explotaciones romanas (Siret 2001, p.297). En las minas romanas acostumbra a aparecer abundante material diagnóstico de esta cronología, algo de lo que no tenemos noticias aquí. La parquedad del registro material que citan los descubridores, junto al resto de elementos considerados puede sugerir una cronología prehistórica.

Durante el Neolítico y Calcolítico asistimos a un período en que el enterramiento en explotaciones mineras no es infrecuente (De Blas 2010). Una de las características de estos enterramientos es que los esqueletos son reconocibles y no aparecen deshechos por derrumbes del techo de la mina⁸¹. Este parece ser el caso que nos ocupa al citar esqueleto y no cráneo o huesos, si bien la ambigüedad de la descripción no permite asegurarlo. En la zona del valle del Guadalentín, el único momento en que se está enterrando en cuevas⁸² es el Calcolítico. De ser cierto el razonamiento expuesto, nos aporta la referencia cronológica ante quem más probable para los minados de las Minas de Merzu S.A. Dado que la metalurgia del cobre, y en consecuencia su minería, no se dan en la zona del Guadalentín hasta bien entrado el III milenio⁸³ y que los enterramientos en cuevas podrían perdurar hasta el cambio al II milenio, se restringe la probabilidad a un margen amplio de 800 años, entre el 2800-2000 cal BC⁸⁴.

Aunque no se pueda confirmar por la destrucción del registro arqueológico original hay diferentes elementos que hacen probable su explotación prehistórica. La cantidad de labores y sus dimensiones la convierten en las más destacadas de La Torrecilla, la facilidad de acceso, la presencia de cobre nativo junto a minerales cupríferos y ferrocupríferos de buena calidad y, finalmente, la noticia del hallazgo de un esqueleto humano, posiblemente depositado, en una de las galerías.

3.2.4.5. Composición química de los minerales

El conjunto analizado de minerales de La Torrecilla comprende las minas Adela, Santa Primitiva, Rambla Roja y Cortijo de los Tostones (Tab. 3.7). Del resto de indicios prospectados no se han podido obtener muestras de suficiente calidad para su análisis.

De Rambla Roja se han analizado tres muestras de calcopirita irisadas de la labor 1 (RR01 y RR02), una muestra masiva de la veta de calcopirita de la labor 5 (RR06) y un fragmento de carbonatos de cobre diseminados en cuarzo (RR03). Excepto la veta de calcopirita el resto muestran concentraciones de cobre muy bajas debido a la dificultad de separarlos del cuarzo en que se encuentran. En el caso de RR06 el análisis refleja los propios de la calcopirita. El hierro es el único elemento que acompaña el cobre como componente principal tanto en las calcopiritas como en el carbonato de cobre. Como impureza general aparece únicamente el cinc, mientras que una de las calcopiritas tiene valores muy elevados de plomo que la hacen única.

Del Cortijo de los Tostones se han analizado dos muestras procedentes de la escombrera de la labor 3. Ambas muestran contenidos globales de cobre bastante bajos, pero

81 Para más referencias véase el apartado 4.4.4.

82 Debe entenderse la mina en galería como una forma de cueva.

83 Véase apartado 5.2.

84 Un margen menos amplio, aconsejaría situar estas prácticas entre el 2600-2200 cal ANE, más en consonancia con el inicio de El Argar y el abandono de los enterramientos en cueva.

*Recursos minerales de cobre y su explotación prehistórica en el sudeste peninsular
El valle del Guadalentín.*

especialmente TT01, donde se configura como mineral accesorio del hierro. El rastro de impurezas delata un mineral más complejo del que a priori podríamos suponer. Ambas muestras tienen valores de antimonio y plomo muy elevados, mientras que también el níquel, en valores muy inferiores, aparece como impureza frecuente.

Se han analizado mediante pFRX cinco muestras procedentes de la Mina Adela y Santa Primitiva, cuatro de minerales y la última de una escoria junto al pozo de Santa Primitiva (Fig.3.34e). Dejando de lado la escoria, los minerales muestran valores variables de cobre que puede llegar al 69 % de CuO. El hierro solo presenta valores considerables en una de las muestras, que puede considerarse un mineral polimetálico de cobre y hierro. En cuanto al arsénico, aparece en trazas en solo dos de los minerales y en valores muy bajos.

Todos los minerales presentan concentraciones de impurezas muy bajas, normalmente cerca de los límites de detección del equipo. Los elementos ligeros procedentes de la ganga están dominados por SiO₂ y solo en un caso observamos contenidos remarcables en Al₂O₃ junto al SiO₂.

En cuanto a la escoria de la mina Santa Primitiva presenta valores significativamente más elevados de CaO y K₂O evidenciando que se trata de una escoria de reducción. Sorprende la gran cantidad de óxido de cobre para ser una escoria reciente (5 % CuO). A nivel de trazas se muestra consistente con los minerales locales.

3.2.4.6. Síntesis Arqueológica

El registro arqueológico de la zona de La Torrecilla está, como la propia sierra, presidido por la ciudad de Lorca. El actual casco urbano cuenta con un núcleo de población permanente desde el Neolítico hasta la actualidad. A tenor de las excavaciones realizadas

Técnica	Serie pFRX	Id	Mina	Contexto	(N)	Fe ₂ O ₃	CuO	As ₂ O ₃	S	SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	BaO	Suma (total)
pFRX	1	MA	Mina Adela	Escombrera	2	8.7	40.1	0.1	< LOD	8.4	2.20	0.80	< LOD	59
pFRX	1	SP	Mina Santa Primitiva	Escombrera	2	14.6	29.4	0.2	1.0	3.1	< LOD	0.40	< LOD	48
pFRX	1	SP03	Mina Santa Primitiva	Escoria	1	30.4	5.0	0.1	< LOD	6.5	< LOD	2.30	< LOD	44
pFRX	4	RR	Rambla Roja	Aflorante	2	9.6	14.4	0.0	2.5	17.1	< LOD	< LOD	< LOD	45
pFRX	4	RR03	Rambla Roja	Cantera hundida	1	4.4	11.3	< LOD	< LOD	17.3	0.72	< LOD	< LOD	34
pFRX	4	RR06	Rambla Roja	Galería	1	27.3	38.8	< LOD	10.7	4.9	< LOD	< LOD	< LOD	82
pFRX	4	RR06	Rambla Roja	prospectiva	4	12.7	19.7	0	5.2	14.1	0.7	< LOD	< LOD	51.5
pFRX	4	TT	Cortijo de Tostones	Todo	2	35.1	16.9	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	0.04*	59.8
pFRX	4	TT	Cortijo de Tostones	Escombrera	2	35.1	16.9	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	0.04*	59.8
Técnica	Serie pFRX	Id	Mina	Contexto	(N)	Zn	Ni	Co	Sb	Hg	Bi	Ag	Pb	Suma IMP
PIXE	1	MA	Mina Adela	Escombrera	2	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	0.00	< LOD	< LOD	0.00
pFRX	1	SP	Mina Santa Primitiva	Escombrera	2	< LOD	< LOD	0.05*	< LOD	< LOD	0.01*	< LOD	0.01*	0.04
pFRX	1	SP03	Mina Santa Primitiva	Escoria	1	0.02	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	0.01	< LOD	< LOD	0.02
pFRX	4	RR	Rambla Roja	Aflorante	2	0.54	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	1.06	1.60
pFRX	4	RR03	Rambla Roja	Cantera hundida	1	0.11	0.05	0.09	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	0.01	0.27
pFRX	4	RR06	Rambla Roja	Galería	1	0.14	< LOD	0.02	< LOD	< LOD	0.01	< LOD	0.02	0.2
pFRX	4	RR06	Rambla Roja	prospectiva	4	0.33	0.05	0.06	< LOD	< LOD	0.01	< LOD	0.54	0.92
pFRX	4	TT	Cortijo de Tostones	Todo	4	0.33	0.05	0.06	< LOD	< LOD	0.01	< LOD	0.54	0.92
pFRX	4	TT	Cortijo de Tostones	Escombrera	2	0.01	0.12	< LOD	2.73	< LOD	< LOD	< LOD	4.91	7.78

Tabla 3.7. Medias de los análisis químicos sobre minerales de la sierra de La Torrecilla (*Solo detectado en un análisis. Se representa el valor de ese análisis y no el promedio).

hasta la fecha, tanto la ocupación calcolítica como la argárica describen núcleos poblacionales muy importantes.

La ciudad de Lorca controla los dos principales ejes de comunicación del Guadalentín durante la Prehistoria: El formado por la depresión prelitoral del Guadalentín-Segura; y el que comunica con este por el norte, siguiendo el curso del Río Guadalentín. Por otro lado, el propio río y su aportación hídrica permiten unas condiciones agrícolas excepcionales que dan lugar a la Huerta de Lorca. Por todo ello no es de extrañar que desde el Calcolítico, la ciudad de Lorca constituya uno de los centros poblacionales más importantes del Sudeste. En los niveles calcolíticos es frecuente la aparición de escorias y minerales, aunque siempre en poca cantidad y muy afectadas por la corrosión del río.

Más allá del casco urbano lorquino, el flanco meridional de la Torrecilla refleja una ocupación calcolítica muy escasa y por el contrario una ocupación argárica muy intensa. Ambas se concentran en las cercanías de Puerto Lumbreras y Lorca. Cerca del primero podemos citar la Loma del Tío Ginés, el Cabezo del Puerto II, el Cementerio Viejo o el Cerro de La Cruz. Cerca de Lorca encontramos el poblado en llano de Los Cipreses, que a excepción de la propia Lorca es el único que ha sido excavado con metodología arqueológica.

Por el norte, la presencia calcolítica en los márgenes del Río Corneros es intensa. Su ocupación parece disminuir significativamente durante El Argar, quizás por un desplazamiento de la población hacia el valle del Guadalentín y el campo de Lorca, adosándose a las estribaciones meridionales de la sierra. En el interior y en el paso de Puerto Lumbreras a Vélez-Rubio encontramos algunos asentamientos aislados⁸⁵ como El Cortijo de las Victorias en Zarzalico o el Castellar en Béjar y, posiblemente, el megalito de la Casa Grande en Jarales. Una ocupación aislada en el interior que continúa durante El Argar, con los asentamientos de El Talayón en Jarales, Barranco del Asno en Peñas de Béjar o Venta la Petra en Nogalte.

El dominio calcolítico parece extenderse por el río Guadalentín entre el embalse de Puentes y Lorca. De toda la ocupación destaca, para nuestro interés, el asentamiento de Agua Amarga. La presencia de abundante metalurgia extractiva en él incentiva el interés en los indicios minerales de la Torrecilla.

3.2.5. Sierra de Almagro y Cerro Minado

La presencia de Cerro Minado supone que presente una estructura algo diferente a la seguida en el resto de unidades de prospección. Durante la primera parte se mantiene la presentación genérica de la sierra de Almagro como se ha hecho anteriormente, pero a partir del punto de la minería del cobre, nos centraremos exclusivamente en Cerro

85 Aunque esta parquedad de registros se deba con toda probabilidad al despoblamiento moderno de toda esta zona y a la falta de documentación.

Minado. La importancia de la mina y la información disponible en torno a ello permiten y obligan a una inspección mucho más profunda y extensa.

3.2.5.1. Geografía

Geográficamente, la sierra de Almagro constituye el límite meridional de la falla de Alhama. Situada en la provincia de Almería, ejerce de frontera natural entre la extensa depresión prelitoral murciana y la Cuenca de Vera. El conjunto de la sierra de Almagro, con sus 15 kilómetros de longitud de este a oeste y los 12 de norte a sur se nos presenta como una sucesión de cerros cada vez más accidentados desde la periferia a su centro, con una altura media cercana a los 550 m.s.n.m. (Fig. 3.35). El pico del Cucharón, situado en la parte central de la sierra de Almagro, es con 714 m.s.n.m. el más alto. 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 Quintero et al. 1993a) o Fuente Álamo (Schubart et al. 2000). Su posición estratégica permitía la comunicación entre la depresión de Vera y el sur peninsular con el Levante, pero también con el valle del alto río Almanzora que enlaza con la Hoya de Guadix-Baza y las tierras del Guadalquivir.

La confluencia de la rambla de la Guzmaina y la del Saltador, junto a la actual villa de Huércal-Overa, forma una cuña por la que esta última se adentra y atraviesa de norte a sur la sierra hasta su desemboque en el río Almanzora. 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.

3.2.5.2. Geología

Geológicamente está dominada por el Complejo Alpujárride, siendo los afloramientos Nevado-Filábrides y Maláguides muy esporádicos y de exigua extensión.

El Alpujárride, queda dividido en dos unidades tectónicas. La unidad Tres Pacos, que engloba las antiguas unidades Ballabona, Almagro y Cucharón, convirtiéndolas en una sola unidad estratigráficamente superpuesta (García Tortosa et al. 2002), y la Unidad Variegato, equivalente a la Unidad Partalao de la hoja 996 de la edición Magna del Mapa Geológico de España⁸⁶ (Fig. 3.36). El cabalgamiento de la Unidad Variegato sobre la Unidad Tres Pacos se conserva al sur y al oeste.

La unidad Tres Pacos presenta una posición tectónica inferior dentro del Alpujárride,

⁸⁶ En la explicación de esta hoja se cita la unidad Variegato en la primera descripción de las unidades tectónicas de la Sierra de Almagro, pero después, en el estudio del Complejo Alpujárride sustituyen, sin previo aviso, la unidad Variegato por la unidad Partalao (Voermans et al. 1978). La correlación entre ambas queda explicada en Booth-Rea (2001: 113-114).

*Recursos minerales de cobre y su explotación prehistórica en el sudeste peninsular
El valle del Guadalentín.*

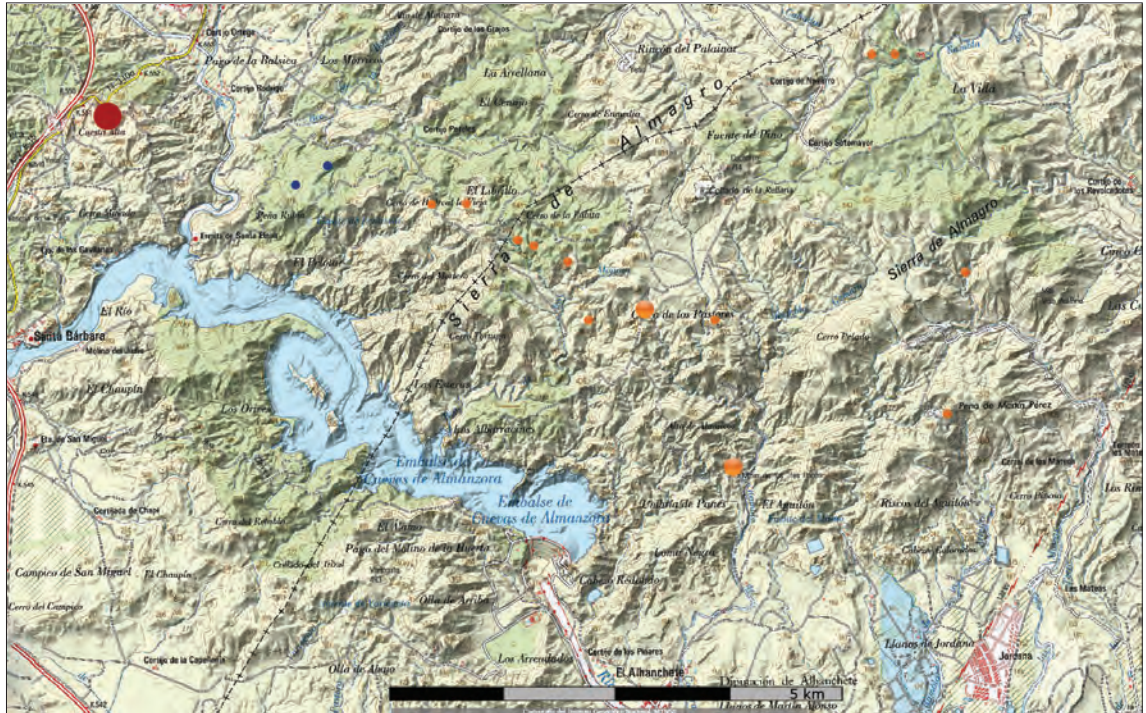


Figura 3.35. Mapa topográfico con relieve de la sierra de Almagro (Iberpíx) con demarcación de los indicios metalogenéticos de cobre y hierro (elaboración propia). Cerro Minado es el gran punto rojo de la esquina superior izquierda.

pues su base está en contacto con las unidades superiores del Nevado-Filábride. La presencia de términos inferiores pre-triásicos de la unidad Tres Pacos solo se documenta en tres puntos. Éstos coinciden en una litología de esquistos oscuros de apariencia Paleozoica. Este nivel, afectado por un despegue tectónico, delimita el inicio de los pisos superiores.

Los niveles triásicos se componen por tres formaciones, una inferior detrítica, y dos carbonatadas. La formación detrítica se constituye a muro por cuarcitas blancas a beige con un techo de filitas intercaladas con cuarcitas. En el techo también encontramos yesos asociados a cuarcitas y calcoesquistos. En el contacto entre la formación detrítica y la formación carbonatada inferior

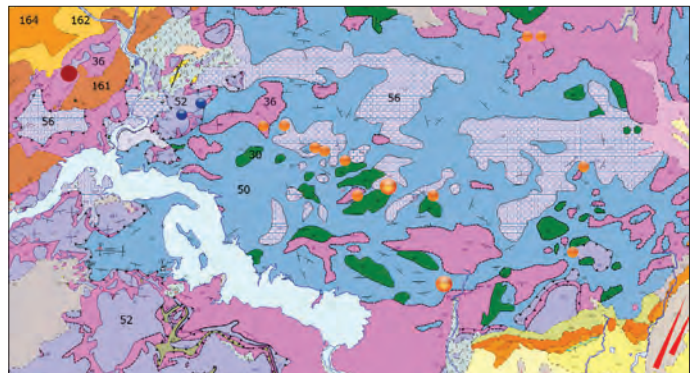


Figura 3.36. Mapa geológico GEODE (1:50.000) con la situación de los indicios metalogenéticos de cobre y plomo. La numeración se corresponde con los pisos litológicos definidos en el texto.

se intercalan numerosas intrusiones subvolcánicas con sills de rocas metabásicas (GEODE Z2100 n=30). La formación carbonatada inferior presenta dos pisos litológicos. Un miembro calizo dominado por dolomías oscuras, diabasas y calizas con niveles de calcoesquistos en la base. En el techo un miembro calizo-margoso con una alternancia de calcoesquistos, margocalizas y calizas. Finalmente la formación carbonatada su-

perior se divide en cuatro miembros. En ellos cobran protagonismo las dolomías, pero siguen presentándose, mediante cambios de facies oblicuos, metapelitas, filitas, cuarcitas, calcoesquistos y yesos (GEODE Z2100 n=56).

La unidad Variegato o Partalao, que cabalga sobre la anterior al sur y oeste, ha sufrido un fuerte acortamiento vertical (Booth-Rea 2001, p.119). Vuelve a presentar una base de micaesquistos oscuros de posible filiación Paleozoica. Sobre ella se asientan los niveles permo-triásicos. La base de estos niveles se compone por una formación de filitas y cuarcitas, de menos de cuarenta metros de espesor (GEODE Z2100 n=36). Le monta una formación carbonatada representada por calcoesquistos en la base y calizas grisáceas tableadas coronadas por dolomías oscuras estratificadas del triásico medio (GEODE Z2100 n=52). En este último piso aparecen las mineralizaciones de cobre y cobalto más interesantes de toda la sierra de Almagro y, posiblemente, de toda la Cuenca del Guadalentín y Vera.

Los depósitos neógenos más importantes de La sierra de Almagro los encontramos al oeste de la Unidad Variegato (GEODE Z2100 n=161-162-164), en las inmediaciones de las filitas y cuarcitas permo-triásicas y recubriendo a éstas (Booth-Rea 2001).

3.2.5.3. Metalogenia y minería

La minería en la sierra de Almagro ha sido intensa, especialmente en lo que afecta al hierro, aunque sin llegar a los niveles de sierra Almagrera, Cartagena o Lomo de Bas.

La mina más conocida de toda la sierra es Los Tres Pacos, estudiada por Guardiola y Sierra (Voermans et al. 1980, p.55) y prospectada por Montero (Montero Ruiz 1994b, pp.93-4). Éste último analizó algunas malaquitas y calcopiritas en contacto con yeso y cuarzo. De los resultados destacan la ausencia de arsénico y la fuerte presencia de hierro y níquel. A lo largo de la serranía se reparten hasta 15 indicios de minerales de hierro, a la que sumamos el Coto San Enrique o concesión San Rafael en las inmediaciones de Cerro Minado, que veremos más adelante. El ITGE (ITGE 1975) documenta para esta concesión una pequeña galería de menos de 8 metros con algo de escombrera.

El cobre, en forma de carbonatos, se presenta como mineral secundario en seis de las quince minas de hierro de la sierra. Todas ellas se encuentran agrupadas en un eje SE-NW, que se inicia en la mina que da nombre a la Unidad Tres Pacos. La mineralización se desarrolla en los niveles triásicos calizo-dolomíticos de dicha unidad. En las rocas carbonatadas mineralizadas puede encontrarse siderita, ankerita, magnetita, pirita, malaquita, hematites y limonita mientras que en las pizarras predominan la pirita, calcopirita y bornita (Voermans et al. 1980, p.56). En las inmediaciones destaca la importante presencia de intrusiones subvolcánicas de metabasitas, lo que refleja la importancia del volcanismo neógeno en la formación de las mineralizaciones.

Tres son los indicios de plomo identificados por el IGME en la sierra de Almagro. Dos

de ellos, reflejados en la figura 3.36, se encuentran en la Peña Rubia, distando entre sí poco menos de dos kilómetros (SW-NE). El tercero se explotó en los límites septentrionales de la cadena montañosa, junto al límite municipal entre Huércal-Overa y Cuevas de Almanzora. A 250 metros de este punto aparece el único indicio de estroncio de la zona, que completa el registro metalogenético de este apartado.

3.2.5.4. Cerro Minado (ID88)⁸⁷ y la minería del cobre

Introducción

En el margen oeste de la rambla de El Saltador, se encuentra la mina conocida como **Cerro Minado (ID88)**, la única en toda la sierra en que el cobre es el elemento dominante. Se sitúa en el límite occidental de la sierra de Almagro, a 2 kilómetros al sur-sudoeste de Huércal-Overa y a 2,5 kilómetros al norte de la Ermita de Santa Bárbara.

Como sucedía con el Cerro de la Mina de Orihuela, también aquí encontramos algunas confusiones en torno a la toponimia del sitio. En la primera referencia a las labores de las 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, p.290), el cerro queda nombrado como Cuesta Alta. Esta toponimia ha permanecido, pero con el tiempo ha pasado a denominar el conjunto del paraje de la zona, no exclusivamente el cerro como da a entender este primer registro. Por el contrario, debido a las labores mineras, el cerro ha pasado a conocerse como Cerro Minado, como tal ya aparece en las denuncias de principios del siglo XX y así se conoce en la memoria colectiva actual. A causa de esta doble toponimia los mapas topográficos del IGN han incorporado erróneamente el topónimo Cerro Minado a 1 km al sur de su verdadero emplazamiento, mientras que Cuesta Alta mantiene la posición correcta, generando algunas confusiones entre los investigadores respecto al nombre más adecuado⁸⁸.

La solución actual a esta paradoja se apoya en complementar todos los datos para evitar confusiones. Así lo encontramos en los registros actuales del IGME (IGME0996006) o en las bases de datos online MINDAT⁸⁹.

Personalmente, y en las líneas que siguen, adoptaré el término Cerro Minado para referirme al cerro donde se asientan el grueso de las labores, mientras que las otras no-

87 Desde que empezamos este trabajo y de forma paralela al descubrimiento de los artefactos mineros prehistóricos en Cerro Minado, he participado en la publicación de varios artículos que han seguido sus propios ritmos y dinámicas. En ellos se puede consultar la información específica sobre la mineralogía del depósito mineral (Favreau et al. 2013), o de los percutores macrolíticos (Delgado Raack et al. 2014; Escanilla Artigas y Delgado Raack 2015).

88 [FMF - Foro de Mineralogía Formativa : Ver tema - Zona Mindat - Cerro Minado/Cuesta Alta - Huércal Overa - Almería](#)

89 [Dana classification mineral list for La Cena del Depósito concession, Cerro Minado Mines, Cuesta Alta, Huércal-Overa, Almería, Andalusia, Spain](#) en www.mindat.org/locdana-65989.html

menclaturas serán reservadas en los casos en que se tenga que especificar el nombre de la concesión, coto minero o paraje.

Además del cobre, en Cerro Minado también se ha intentado explotar económicamente la eritrina para extraer cobalto (Rubio Navas 2003, pp.170-1). Del filón principal de Cerro Minado se nutren las concesiones de La Cena del Depósito y El Recuerdo de mi Padre. Ambas son colindantes y fueron explotadas por los mismos propietarios. La Cena del Depósito es la concesión principal y engloba la mayor parte del cerro. El Recuerdo de mi Padre aparece en los registros del ITGE (1975) como Cuesta Alta, si bien este nombre se lo dieron por el paraje en que se sitúa. Pese a que en principio la mineralización es la misma, e incluso Minera Delca S.A. se había propuesto su explotación al mismo nivel que La Cena del Depósito (AHPA_registro 24128_hoja 132) en ella solo encontramos una galería de unos 10 metros de longitud con algo de escombrera. Los minerales documentados son covellina, malaquita y azurita (ITGE 1975)

Geología

Cuando Minera Delca S.A. compró la explotación de La Cena del Depósito encargó un completo estudio geológico y metalogenético a la empresa nacional ADARO, que en los años 70 del siglo XX se encargaba de la elaboración de la Mapa Metalogenético de la península ibérica. No disponemos del estudio completo, en el que se detallan las diferentes labores preexistentes en el cerro, pero sí contamos con varios resúmenes del Director Facultativo de Minera DELCA S.A., Antonio Tijeras, donde describe la geología y metalogenia del Cerro Minado (AHPA: expediente del registro minero 24.128, hojas 132-140). Los datos contenidos en este resumen se completan con el informe de metalogenia del IGME y de las fichas correspondientes a La Cena del Depósito, Cuesta Alta y San Rafael del proyecto de exploración geológico-minera de la reserva de Cuevas de Almanzora-Lubrín⁹⁰ (ITGE 1975).

La serie litológica del Cerro Minado está compuesta por cuatro pisos, coincidentes con la litología de los niveles triásicos de la Unidad Variegato: (1) Una base de filitas de varias tonalidades oscuras, en la que se intercalan bancos discontinuos de cuarcitas. (2) Un piso discordante de cuarcitas, compuesto por cuarcitas y filitas de tonos claros alternadas. Es en las cuarcitas de este piso de unos diez metros de potencia donde se encuentran las primeras manifestaciones de cobre. Hacia el techo de esta segunda serie encontramos (2bis) una intercalación de dolomías fuertemente alteradas por fenómenos hidrotermales.

El techo se compone de una formación carbonatada de dolomías y calizas magnesianas con un espesor de entre treinta y cuarenta metros. Es en esta formación donde se

90 En este proyecto también se llevaron a cabo análisis de composición elemental 5 muestras de la concesión "La Cena del Depósito".

encuentran las evidencias de una mineralización más intensa. La base del techo (3) se constituye a partir de un paquete de dolomías alteradas semejantes a las observadas en el piso de cuarcitas con (4) un paquete con intercalación de calcoesquistos, también con indicios de mineralización de cobre, que cierra la serie.

Estructuralmente presenta un pliegue sinclinal que afecta a las dolomías mineralizadas con eje N 15° E y buzamiento hacia al sur de 20° a 30°. Dos series de fracturas afectan todo el conjunto calizo-dolomítico. La primera serie, con dirección N 290° corta todo el cerro con un movimiento de desgarre y señala el comienzo de la zona más intensamente brechificada y, en consecuencia, mineralizada. La segunda serie, con dirección N 330°, se puede observar al fondo de la cantera de la cima, plegando las filitas intercaladas entre los dos conjuntos dolomíticos y con un desplazamiento mínimo de diez metros. Esta segunda falla es anterior a la primera, siendo desplazada por esta.

Metalogenia

La mineralización que presenta Cerro Minado es estratiforme y epigenética, alojándose las soluciones hidrotermales ascendentes con metales primarios de cobre y cobalto en una densa red de fisuras, consecuencia de la brechificación de las dolomías. La propia brechificación ha facilitado que el mineral sufra una intensa etapa oxidante. Las vetas de minerales secundarios de cobre pueden alcanzar varios centímetros de grosor, aunque lo más habitual está en torno al medio centímetro. El tramo mineralizado tiene una corrida de 150 metros dirección 50° norte y está asociada a la base del tramo carbonatado de dolomías-calizas. También se halla mineralizado el piso de las filitas cuarcitas, aunque más pobre que el tramo anterior. Finalmente, también se mineralizan las dolomías cavernosas, con dolomías rosadas y rojizas muy recristalizadas, y con un gran número de minerales de origen secundario en las fracturas.

Hasta mediados de los setenta se citaban en Cerro Minado unas 18 especies minerales (ITGE 1975). El interés de coleccionistas de minerales por las raras formaciones que presenta ha propiciado que el número de especies minerales actualmente identificadas ronde las cien. La rareza de algunas especies, ocasiona que Cerro Minado sea el único sitio de la Península donde aparecen (Gröbner y Fernández Pérez 2006; Viñals et al. 2010; Bertrán-Oller et al. 2012; Favreau et al. 2013). Con todo, solo los minerales de cobre y cobalto han tenido una explotación económica.

Minería

Los permisos de investigación y explotaciones mineras en Cerro Minado se han sucedido con relativa continuidad a lo largo de los últimos tres siglos, tanto en el propio cerro como en su entorno inmediato. Algunos de los permisos de exploración concedidos engloban el paraje de la Sierrecica y llegan hasta el pueblo de Santa Bárbara, a 3 km al sur.

Fecha	Tipo	Registro	Nombre concesión	Interesado
13/10/1878	Denuncia	10579	<i>Exagerada</i>	Ramón Nunné Pujadas
13/10/1878	Denuncia	2381	<i>Por si acaso</i>	Herederos de Don Juan Antonio Orozco
20/01/1881	Demarcación	11993	<i>Tecla</i>	Ramón Orozco Segura
12/09/1881	Registrable por abandono	11993	<i>Por si acaso</i>	Decreto Gubarnamental

Tabla 3.8. Registros publicados en La Crónica Meridional de Almería entre 1878 y 1881 para la explotación minera en Cerro Minado.

Las concesiones de los años 70 y 80 del s. XIX (Tabla 3.8), aparentan aquellas denuncias especulativas que tanto afloraron en el Sudeste a raíz de la fiebre minera despertada por el Filón Jaroso. Muchas de éstas denuncias caducaron a los pocos años por desidia e inactividad, sobre todo en las que, como el caso de Cerro Minado estaban relativamente alejadas de los grandes cotos plumíferos que movían al capital de la época. Recordemos que no será hasta los albores del siglo XX cuando la enajenación del plomo argentífero se apacigüe y se emprendan labores más planificadas (en algunos casos), económicamente hablando, en las que el hierro será la principal sustancia beneficiada.

La mayoría de concesiones y permisos que aparecen en las tablas no significaron ningún tipo de labor minera. En otros casos se trata de permisos de exploración en los que se realizaron pequeñas catas sin rendimiento. De todas las concesiones nombradas en la tabla 3.9, únicamente la Cena del Depósito puede considerarse una explotación minera de importancia económica. Hay una concesión anterior a ésta, de principios de 1800, llamada San Pedro (AHPA_registro 24128_hoja 132) sobre la que probablemente se asiente la Cena del Depósito.

En un clima minero en el que empresas extranjeras introdujeron métodos y técnicas que permitían una mayor eficiencia en la extracción de mineral se llevó a cabo la explotación de mayor envergadura del Cerro Minado. Se trata de la primera concesión de La Cena del Depósito, de doce pertenencias, concedida a J.A. Giménez Blesa vecino de Huércal-Overa el 18 de julio de 1900. Pese a que en ningún punto del expediente se notifica que la mina sería explotada por capital extranjero, así lo afirma el viajero inglés F.A. Calvert en la descripción de su visita al Cerro Minado (Calvert 1903, pp.319-26). Posiblemente el representante en España de esta compañía sea J.A. Giménez Blusa quién tenía, según el registro oficial, la propiedad de las pertenencias mineras. El literato no cita en ningún caso el nombre de los propietarios ni del representante español de la mina, por lo que cualquier verificación resultaría enormemente compleja.

La descripción y las fotografías realizadas por F.A. Calvert son fundamentales para conocer la explotación de inicios de siglo. Documentan que durante los primeros años de actividad de la Cena del Depósito se abrieron dos canteras a cielo abierto que destruyeron la mayoría de explotaciones previas. Según el plano de labores conservado de

*Recursos minerales de cobre y su explotación prehistórica en el sudeste peninsular
El valle del Guadalentín.*

Nombre concesión	Registro	Solicitud	Tipo	Demarcación	Concesión	Caducidad	Pertenencias	Interesado	Mineral	Paraje	Fuente
La Cena del Depósito	24128	19/07/1899			18/07/1900		12	J.A. Giménez Blesa	Cobre	Cuesta Alta	
San Enrique	24645	27/02/1900	Solicitud concesión			1908	144	Manuel Rodríguez Wandosell	Hierro	Cerro Minado	FMF-AHPA
El Recuerdo de mi Padre	27907	10/11/1902			18/08/1905		12	J.A. Giménez Blesa	Cobre	Cuesta Alta y Sierrecica	
El Cura Miguel		17/03/1915	Solicitud concesión				40	Vicente Lamas Sastre		Cerro Minado	Cron. Mer.
Javierín	39028/ 39928	03/05/1955			22/10/1959	14/07/1962	72/60	Manuel Pérez Ruiz	Cobre	Cerro Minado	BOPA*
Los dos Emillios	39066	17/02/1956	Solicitud Investigación	08/10/1956	16/02/1957		20	Emilio Mulero Navarro	Cobre	Overa-Santa Bárbara	BOPA**
Chupi	39294	27/06/1958		24/10/1958	27/06/1958	18/08/1960	16	Manuel Pérez Ruiz	Cobre/ Cobalto	Cerro Alto	BOPA***
San Rafael	39706	30/09/1971	Permiso de investigación				92	Manuel Pérez Ruiz	Hierro	Cuesta Alta y Sierrecica	
La Cena del Depósito	24128		Solicitud consolidación								FMF-AHPA
El Recuerdo de mi Padre	27907	29/05/1974	concesión por 90 años					Manuel Pérez Ruiz	Cobre		
La Cena del Depósito	24128	31/12/1974	Cambio de dominio de las concesiones								
El Recuerdo de mi Padre	27907							De Manuel Pérez Ruiz a Minera Delca S.A.	Cobre		FMF-AHPA
La Cena del Depósito	24128	08/04/1975	Autorización cambio de dominio								
El Recuerdo de mi Padre	27907										
La Cena del Depósito	24128	17/04/1975	Transmisión cambio de dominio					De Manuel Pérez Ruiz a Minera Delca S.A.	Cobre		FMF-AHPA
El Recuerdo de mi Padre	27907										
El Recuerdo de mi Padre	27907	07/11/1988	Concesión caducada					Renuncia Minera Delca S.A			
La Cena del Depósito	24128	25/03/1990						No consolidación derecho Minero	Cobre		FMF-AHPA

Tabla 3.9. Registros mineros del Paraje de Cuesta Alta recopilados del Archivo Histórico Provincial de Almería (AHPA), del Registro de Concesiones Mineras de la provincia de Almería (BOPA) y del Foro de Mineralogía Formativa (FMF) (*BOPA_17_06_1955/05_11_1959/30_07_1962; **BOPA_14_03_1956/28_09_1956/15_03_1957; ***BOPA_14_07_1958/15_10_1958/05_09_1960).

principios de siglo (Fig. 3.37)⁹¹, estas dos canteras se orientaban en un eje sur-norte, siguiendo el filón principal y provocando el aspecto bicéfalo actual de la cúspide de Cerro Minado.

No es fácil situar la cantera Barris (Fig. 3.38) ilustrada por F.A. Calvert (1903, p.320), debido a la alteración posterior de todo el cerro y las imprecisiones del plano de labores⁹². Anteriormente hemos mencionado su correspondencia con la cantera este (Favreau et al. 2013) pero los planos de labores indican la inexistencia de esta cantera a principios de siglo. Ello sugiere que tiene que corresponderse con una de las

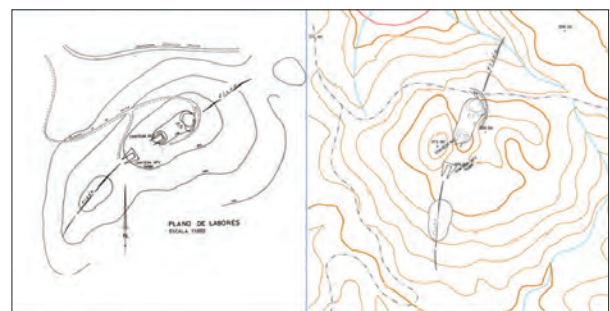


Figura 3.37. Plano de Labores de Minera Delca S.A. sobre los mapas topográficos de principios de siglo (izquierda) y su posición en el mapa topográfico actual (fuente CARTOMUR). Nótese la enorme transformación que ha sufrido el Cerro. La escala en ambas imágenes es la misma.

91 La orientación de estos planos varía porque en la realización del primero se utilizó el norte magnético y no el verdadero, la diferencia entre ambos es de 14°10'. Pese a ello, la diferencia en la orientación de las canteras es del doble porque no se tuvo en cuenta ese error al dibujarlas.

92 Aunque se ha intentado su correcta orientación y escala con diferentes mapas topográficos históricos y actuales, los puntos de referencia supuestamente inalterados (camino de la mina y carretera Huércal-Overa) no se muestran coincidentes.

dos canteras que salen allí representadas. Actualmente la cantera número 1 está cubierta de estériles y es difícil identificar sus dimensiones reales (Fig. 3.39), probablemente se corresponda con la cantera Barris. La cantera 2 no presenta mucho mejor aspecto ya que a diferencia del plano, ahora atraviesa la cima del Cerro de sur a norte completamente. Esta diferencia puede corresponderse con las labores de Minera Delca S.A. durante la segunda mitad del s. XX.

A finales de los años cincuenta se vuelve a despertar el interés por el Cerro Minado y, con el nombre de Chupi, se concede un permiso de exploración a M. Pérez Ruiz, de Lorca que aprovecha la misma demarcación que la Cena del Depósito. Este vecino de Lorca se hizo en los mismos años con las concesiones Javierín, que reemplazaba a El Recuerdo de mi Padre y el permiso de exploración San Rafael⁹³ (Tab. 3.9). Algunos años después, esta misma persona solicita la propiedad durante 90 años de las explotaciones, pero volviendo a utilizar los nombres de principios de siglo. El último movimiento relevante en Cerro Minado es el traspaso de M. Pérez Ruiz a Minera Delca S.A. de todas las concesiones que tenía.

A priori la actividad de Minera Delca S.A. en Cerro Minado fue poco importante. Sabemos que removieron unas 500 toneladas de mineral, la mayor parte procedente del desmonterado de escombreras de las dos canteras. Este mineral fue tratado en una planta móvil de concentrado.

En el proyecto de explotación presentado por esta empresa, se contemplaba la (re)explotación de las canteras e instalación de una planta de concentrados definitiva. Ninguna de las dos propuestas se terminó ejecutando, por lo que la concesión fue cancelada en 1988 (AHPA, expediente del registro minero 24.128, hoja 162). No obstante, la importante deformación del cerro observada a través de los planos de labores indica que la remoción de tierras podría haber sido mucho más importante de lo indicado.

Por otro lado, es posible que se llevaran a cabo otras actividades que contribuyeran significativamente a esta deformación. Independientemente de la explotación de cobre, el origen de la cantera Este se vincula con la extracción de dolomías para el relleno de carreteras (Domergue 1987, num. AL6; Bertrán-Oller et al. 2012)⁹⁴. No obstante, los niveles de esas dolomías están igualmente mineralizados abundando la azurita, la calcopirita y la eritrina. En caso de ser cierta esta hipótesis, los estériles que cubren toda la ladera este podrían proceder de las dos canteras originales (Fig. 3.40).

93 El cambio de nombre fue temporal y se debió a que en los archivos de la delegación de hacienda de la Provincia de Almería habían perdido la carpeta con el expediente (AHPA: Referencia documento 268/957.E.O.)

94 El uso de dolomías de Cerro Minado para la construcción de carreteras aparece documentado por primera vez en una denuncia de 1900, del apoderado de la concesión al Gobernador de la Provincia, en la que se queja de que los braceros que están construyendo la carretera de Huércal-Overa están usando piedras beneficiables de la concesión (AHPA, expediente del registro minero 24.128: hoja 162).



Figura 3.38. Imagen de la cantera "Barris" tomada por F.A. Calvert en su visita a las minas de Cerro Minado (1903: 320).



Figura 3.39. Vista desde el Sur de la sección de las canteras de la cima de la mina. En primer término observamos una depresión cubierta de estériles que podría corresponderse con la Cantera Barris de la figura anterior. Por encima y atravesando la cúspide del Cerro vemos la sección de la Cantera 2 del plano de labores.



Figura 3.40. El Cerro Minado visto desde el Este. En primer plano la gran escombrera de la ladera Este, con la cantera Este al que resalta por las tonalidades de filitas y dolomías. Al fondo la cresta que se yergue sobre la cantera de la cima.

Referencias documentales a la antigüedad de la explotación de Cerro Minado

La documentación sobre Cerro Minado también nos aporta datos relevantes para inferir algunas cuestiones sobre su explotación desde la prehistoria al mundo romano. Cronológicamente, la primera referencia a labores antiguas la encontramos en F.A. Calvert (1903). Este viajero inglés sugiere que los inicios de la explotación de la mina se deben a los fenicios⁹⁵ sin aportar ningún tipo de detalle sobre estas evidencias. Más seguro se muestra (pero sigue sin aportar detalles) al relacionar gran número de galerías totalmente colmatadas de la ladera sur a la explotación romana (Calvert 1903, p.320).

En el momento de su visita, los primeros trabajos que se habían realizado era destaponar y limpiar esas galerías antiguas, que seguían la veta tal como se presentaba. La limpieza constató que los antiguos mineros y mineras habían dejado aún bastante mineral para explotar. Algunas de estas galerías penetraban hasta los 55 metros de profundidad

⁹⁵ Recordemos que en este momento la presencia de los fenicios se vinculaba al origen de la minería en la península ibérica (Siret 1995).

desde la cima. Proseguir con estos trabajos entrañaba grandes riesgos por la naturaleza cavernosa y diaclasada de la roca, a la vez que obligaba a grandes inversiones para la sustentación del techo. Finalmente se decidió adoptar el sistema de cantera, destruyendo por el camino la mayoría de evidencias de la explotación antigua. En la exploración de los niveles inferiores mineralizados se llegó a realizar un pozo de 100 metros de profundidad cuya explotación se desestimó por su inseguridad.

La galería más importante de las descubiertas durante el desescombrado de principios de siglo fue la galería Napoleón. En su tramo final la veta alcanzaba una anchura de casi un metro con contenidos en cobre del 17,17 al 78,69 % y con la presencia de cobre nativo (Calvert 1903, p.323). No sabemos si la gran sala con columna de sostenimiento central también se ubicaba en la Galería Napoleón, sin embargo merece la pena recuperar la descripción que el autor hace de ella:

“Me enseñó una enorme caverna cuya cubierta está sostenida por una sola columna de mineral que los picapedreros romanos habían dejado para ese fin. Los mineros que estaban despejando las galerías primero pensaron que esta cámara circular era un acceso a la veta pero en realidad es una caverna en la roca de caja, en cuyo techo se pueden ver casi todas las variedades de mineral de cobre. El espectáculo es de una belleza sorprendente y para el geólogo presenta un rasgo de inusual interés. Yo he examinado muchas cuevas en minas, pero este ejemplo en particular, que ha sido bautizado como «la Catedral», supera con creces en belleza natural cualquier otra de su tipo que yo haya visto” (López Burgos 2005, p.259).

Pese al énfasis y al entusiasmo del autor sobre la riqueza de Cerro Minado, no aporta ningún dato arqueológico que permita afirmar la explotación prehistórica o incluso romana de la mina. Todo lo que nos ofrece son conjeturas, y las galerías que describe podrían, a nuestros ojos, ser las galerías de la explotación de principios de siglo XVIII que se cita en el Registro de Minas de la Corona de Castilla (González 1832, p.290).

Finalmente, cabe mencionar que la riqueza de las escombreras a principios de siglo era tal, que los empresarios ingleses consideraban rentable su explotación, aún sin realizar trabajos de extracción. Los minerales ensayados daban una riqueza de entre el 5 y el 10 % en ley media de cobre⁹⁶. Sin duda, este dato nos sirve para evaluar la riqueza de los minerales explotados con anterioridad.

Es en otro autor de la misma época, Enrique García Asensio (1910, pp.193-4), Juez de Primera Instancia e instrucción y Cronista de la Villa de Huércal-Overa, donde encontramos los testimonios de esta explotación.

⁹⁶ A modo de comparación los minerales de la Mina Adela y Santa Primitiva tenían entre un 2-3% de ley media (García Ruíz 2001).

En su capítulo sobre los griegos⁹⁷ en Huércal-Overa, cita la presencia de astas de ciervo o venado, utilizadas como puntales en las entibaciones. Éstas se hallaban en las galerías antiguas limpiadas al inicio del laboreo de principios de siglo XX, que también describía F.A. Calvert. De ser cierta esta información es muy posible que se tratara de picos en asta prehistóricos reaprovechados en labores antiguas para otra función muy distinta de la original.

Otro dato indirecto lo aporta Domergue en su catálogo de minas antiguas en la península ibérica (1987). De Cerro Minado, con el código AL6, nos dice que los trabajos antiguos han desaparecido casi por completo por los trabajos de cantería moderna. Sin embargo, atribuye a Cerro Minado varias mazas de minero en diorita con ranura, que él personalmente no vio ya que la información se la cedió P. Jacquin, ingeniero geólogo de la S.M.M.P. de España (Domergue 1987: 14).

Descripción Labores y registro arqueológico

Cerro Minado se encuentra salpicado de labores de diferentes épocas, muchas veces difíciles de determinar, que se entrecruzan, se cortan y se mezclan. Las más recientes son también las más destructivas. La cantera por un lado destruye, pero el gran volumen de estériles que genera también sepulta todo lo que le rodea.

En el croquis de la figura 3.41 podemos apreciar la distribución de las diferentes canteras y sus respectivas escombreras. Son pocos los puntos donde aflora la roca y su fisonomía original ha desaparecido excepto en la zona oeste-noroeste de la cantera norte. Las escombreras cubren una gran superficie. Excepto el acceso a la cantera, toda la ladera este del cerro está colmatada de estériles. Más allá de las numeradas en el croquis que son las de mayor entidad, un número considerable de pequeñas y medianas escombreras salpican toda la ladera sur. Las labores de las que proceden están casi todas ocultas. Tanto en la cima como en la ladera oeste aún se conservan un número interesante de socavones y galerías que ya han sido ilustradas en detalle en G. Favreau y colaboradores (2013, fig.31-55). Esta publicación muestra la evolución que ha sufrido el cerro en los últimos años debido a la búsqueda incontrolada de minerales.

Entre las escasas labores que se muestran indemnes está el socavón principal, por el que se sacaba el mineral de las labores en profundidad. La actividad desarrollada

97 A parte del dato que exponemos en el texto, cabe remarcar que también atribuye la estatua de Hércules Farnesio y de una moneda del emperador Crispo, dibujada por Botella (1846), a la mina La Sima de la Sierra de Almagro; que asocia a una antigua mina que se observa en el Cerro del Saltador. Sin embargo, Botella asocia el Hércules Farnesio a la Mina Esperanza de Mazarrón y esta es la versión más aceptada actualmente (Antolinos 2006). Otros autores como Esquerra del Bayo (1840) y Madoz (1845) siguiendo a este último, lo ubican junto a una moneda de Crispo en la mina La Sima, igual que Asensio, pero de Sierra Almagrera. En todo caso estamos convencidos que ni el Hércules, ni la moneda proceden de Sierra de Almagro. Se puede constatar que hay una confusión en la fuente del historiador local entre Sierra Almagrera y de Almagro.

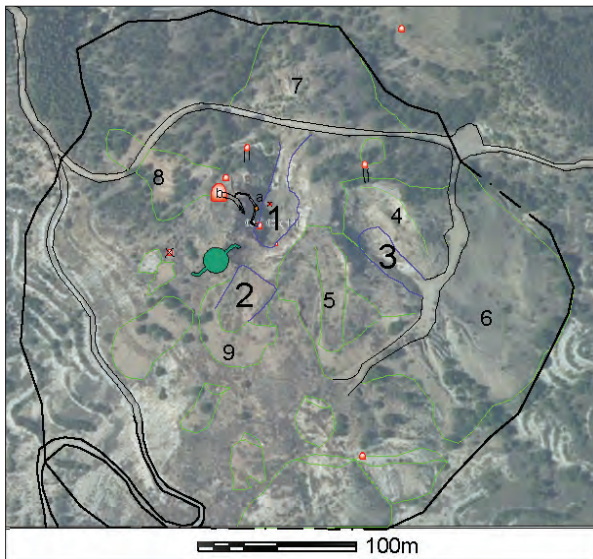


Figura 3.41. Croquis de los principales elementos que configuran Cerro Minado en la actualidad. 1: cantera cima; 2: cantera sur; 3: cantera este; 4: escombrera norte de la cantera este; 5: escombrera sur de la cantera este; 6: escombrera este; 7: escombrera norte; 8: escombrera oeste; 9: escombrera sur; a: tramo de galería prehistórica; b: socavón principal.

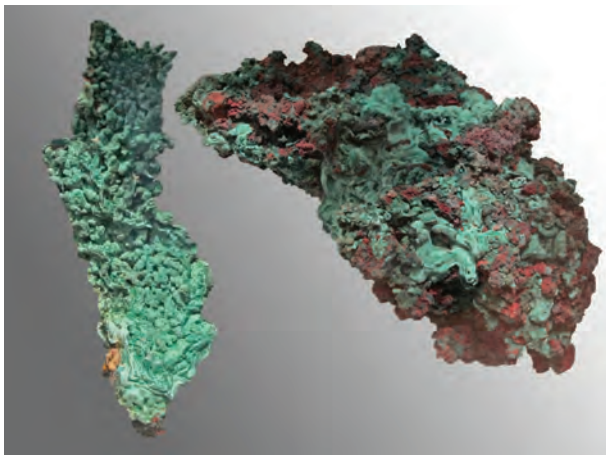


Figura 3.42. Cuprita carbonatada en superficie a malaquita procedente de la cantera de la cima de Cerro Minado. Ambos fragmentos tienen un tamaño superior a los 25 cm (Colección particular).



Figura 3.43. Tramo de galería de aspecto prehistórica cuyo techo muestra las formas típicas asociadas a un ataque por fuego.

a través de él generó la escombrera oeste. El socavón conserva un recorrido importante que no se pudo completar por falta de seguridad. Después de unos 50 metros horizontales, empieza a descender con una inclinación aproximadamente entre el 10 y 20 % entre las dolomías cavernosas. Esta área conserva algunas impregnaciones de mineral en las paredes.

Antes del descenso, a los 20 metros de su entrada, se abre una galería a la izquierda que tras un tramo de cierta dificultad por la colmatación del suelo, comunica con un agujero abierto por los coleccionistas en la parte central de la cantera norte. Los tramos brechificados de las dolomías conservaban⁹⁸ los mejores ejemplares de cuprita, casi siempre transformada a malaquita en una ganga de arcillas férricas que se deshace al tacto (Fig. 3.42). También es en este punto donde se encontró uno de los dos picos recuperados en el interior de las labores (Delgado Raack et al. 2014, p.21). Aquí la galería se interrumpe al estar colmatada de estériles. El recorrido se completa desde otro acceso en la cantera norte. Es precisamente al final de esta otra galería, justo antes de llegar a la colmatación con el acceso por el oeste, donde se conserva lo que interpretamos como un tramo de galería prehistórica.

En el área señalizada como “a” en el croquis de la figura 3.41, se forma una cámara de 1,5 metros de ancho, por 3 m de largo cuyo techo muestra la posible factura de un ataque con fuego

98 Todo ello ha sido picado insistentemente y hoy el área puede considerarse prácticamente agotada.

(Fig. 3.43). La colmatación del suelo es importante, dejando menos de un metro de altura y a su derecha muestra un muro de mampostería para el sostenimiento del techo. El cambio es aún más importante en cuanto el tramo inmediatamente anterior sí muestra la morfología y dimensiones de una galería moderna que atraviesa la roca estéril hasta el punto mineralizado. La mineralización se presenta en forma de vetas de malaquita arsenical entre una ganga arcillosa rica en hierro (Fig. 3.44). A los pies de esta veta se halló el otro pico en metagabro encontrado en el interior de Cerro Minado (Fig. 3.45: MI-7).



Figura 3.44. Veta centimétrica de malaquita en arcilla, justo en el acceso a la cámara de la fig. 4.95.

Más allá de este tramo de galería prehistórica Cerro Minado se ha mostrado pródigo en percutores macrolíticos. Unos artefactos, que hasta la fecha resultaban prácticamente inéditos en los registros mineros prehistóricos del sudeste peninsular⁹⁹.

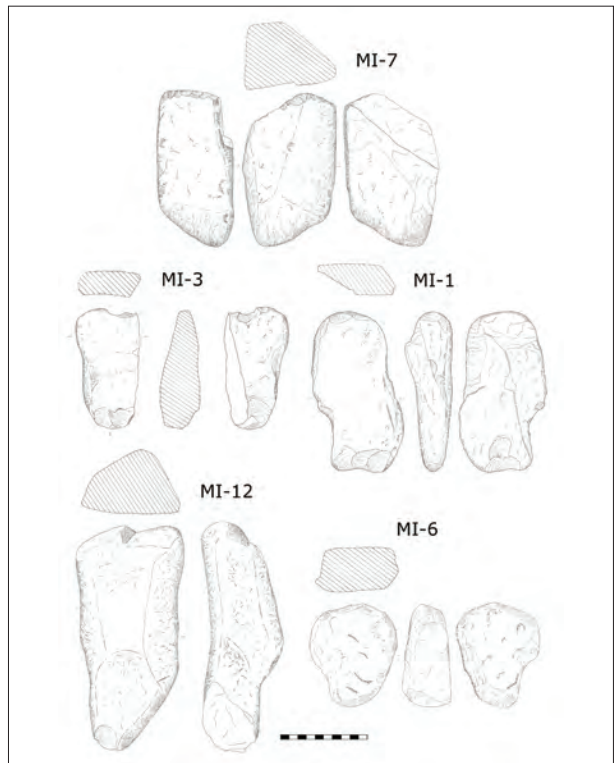


Figura 3.45. Selección de picos (MI-7, MI-3, MI-12) y percutores (MI-1, MI6) hallados en Cerro Minado (Delgado Raack et al., 2014, fig. 5 y 6)

Su localización se reparte en buena parte del cerro, aunque predominan más en la escombrera norte y sur de la cantera este. También se han encontrado algunos en la gran escombrera que descende por toda la ladera este. Uno de estos percutores se encontró como material constructivo de una ruina por encima de la escombrera este de la que sólo se conserva el muro norte. Esta ruina ya aparece marcada en los planos de labores de minera Delca S.A. en los años 70, por que debe corresponderse como míni-

⁹⁹ A parte de los percutores que hemos podido documentar en nuestras prospecciones, tenemos noticia de la existencia de 4 o 5 que fueron recogidos con anterioridad y que no hemos podido incluir en el estudio. Uno de ellos, puede verse en G. Favreau y colaboradores (2013)

mo con las labores de principios de siglo y anterior a las canteras.

La caracterización tecnológica de este tipo de artefactos ha sido objeto de un trabajo específico (Delgado Raack et al. 2014). Entre los principales resultados de este estudio podemos sintetizar¹⁰⁰:

- » Qué efectivamente se utilizaron en el arranque y triturado de mineral de cobre.
- » En todos los casos se empleó como materia prima metagabro ligeramente metamórfico procedente de depósitos aluviales locales (<10 km). Se detecta una selección esmerada de la litología y su origen.
- » Se trata de soportes con formas muy variadas con contornos ovalados, triangulares y trapezoidales y con secciones igualmente variables por lo que no hay una selección minuciosa de la forma.
- » El peso varía de 900 a 3800 g, siendo el peso medio de los picos 1800 g y el de los percutores 1400 g. Los percentiles del total de ítems completos sitúan su peso entre 1,2 y 2,1 kg con una distribución normal de la muestra¹⁰¹. En consecuencia podemos decir que existe una selección del peso del útil.
- » Dominan los picos (N24) sobre los percutores (N6).
- » Los soportes presentan muy poca o nula preparación previa. Únicamente, en algunos casos se ha podido documentar la presencia de entalles. No hay diferencia en la presencia de preparación previa entre picos o percutores.
- » Un número significativo de ítems (N7) no presenta marcas de uso, por lo que hay una acumulación de reserva de materia prima para un uso posterior. Esta práctica es consistente con una recurrencia de la explotación por parte de la misma comunidad o una gestión colectiva del recurso.
- » Las principales marcas afectan la morfología original del clasto y proceden de su uso en el arranque del mineral. Dominan las fracturas concoidales y escalonadas debido a impactos de gran intensidad sobre una materia de contacto dura. Únicamente tres artefactos presentan fosillas, que podrían asociarse al triturado del mineral o al impacto de los percutores sobre picos que actuarían de cuñas. Hay un uso indiscriminado de uno o los dos extremos como frentes de percusión.

Actualmente, y una vez concluidas las prospecciones se han conseguido identificar más de 60 ítems percusivos de los que un total de 38 conservan evidencias de haber sido

100 Estos resultados se corresponden al momento de efectuar el estudio tecnológico en el que el número de ítems era de 44, de los que 30 podían considerarse artefacto, siete no presentaban trazas de uso y 7 se corresponden a fragmentos en que no se conserva la superficie activa.

101 P (normal)= 0,1497 de los 24 ítems que conservan su peso completo.

utilizados.

Además de los picos y percutores, en Cerro Minado ha sido posible registrar otros tipos de objetos arqueológicos¹⁰². Todos ellos se encuentran en la zona este, bien en la escombrera norte de la cantera este o en las inmediaciones del camino que conduce hasta esta cantera. En el primero de estos lugares, se encuentran un grupo de lajas de arenisca¹⁰³ (Fig. 3.46) de dimensiones similares entre sí, con unos 8 centímetros de altura y con signos de haber sido trabajadas. A falta de un estudio tecnológico, su funcionalidad y cronología es difícil de precisar aunque algunos ejemplares similares de Cabezo Juré han sido asociados a la forja (Nocete Calvo 2004, fig.14-24).

Mucho más clara es la funcionalidad del molino/mortero (Fig. 3.47) con depresión central alargada en ambas caras. Se encontró en las inmediaciones del camino hacia la cantera este. Conserva solo la mitad de su longitud y sus dimensiones son 27 cm de largo por 27 cm de ancho y 10 cm de alzado. Toda la depresión central muestra pequeñas fracturas y fosas que evidencian golpes cortos y repetitivos vinculándolo al triturado del mineral. Volvemos a encontrar un ejemplar similar en Cabezo Juré (Nocete Calvo 2004, fig.12.4) y otro idéntico en la mina de Cwmystwyth en Coppa Hill (Timberlake 2003; Timberlake y Craddock 2013). En ambos casos su funcionalidad se asocia a



Figura 3.46. Lajas de arenisca junto a la cantera este de Cerro Minado.



Figura 3.47. Vista superior y frontal del molino/mortero encontrado en la escombrera norte de la cantera Este. Junto a la pista de acceso a la misma. En la sección se observa perfectamente la concavidad de ambas caras.

102 De los ítems que se mencionan a continuación únicamente se recogieron algunas muestras de escoria para su análisis.

103 Litología no confirmada.

la molienda del mineral o escorias¹⁰⁴.

Muy cerca del molino se encontró un fragmento de cerámica a mano. Se trata de una base con arranque de pared correspondiente a una fuente abierta, muy común durante todo el Calcolítico en el Sudeste. Otro fragmento de cerámica a mano, en este caso informe, se localizó en una pequeña terrera que corta el acceso rodado a la cantera este.

En el límite nordeste del cerro, cerca del camino, se encontraron varias escorias, muy cristalizadas y de aspecto moderno. Presentan una fuerte vitrificación de la matriz. Su composición (CM02) revela que en efecto se trata de escorias de ensayo modernas, de base Si-Al-Fe-Ca con 1 % de cobre y ausencia de arsénico. Las únicas impurezas detectadas son trazas de cinc y bismuto.

Se ha obtenido una fecha de $3905 \pm 21 \text{BP}$ ¹⁰⁵ (2464-2349 cal ANE)¹⁰⁶ de un carbón de *Pistacia sp.* procedente de un perfil de estériles de la cantera este (Fig. 3.48) (Delgado Raack et al. 2014, fig.30). Se seleccionó este fragmento de carbón porque aparecieron varios percutores macrolíticos en el mismo nivel del perfil, lo que nos hizo suponer que se trataba de una escombrera primitiva removida durante el s. XX. La datación se muestra coherente con el resto de elementos del registro arqueológico y nos permite situar las labores mineras y

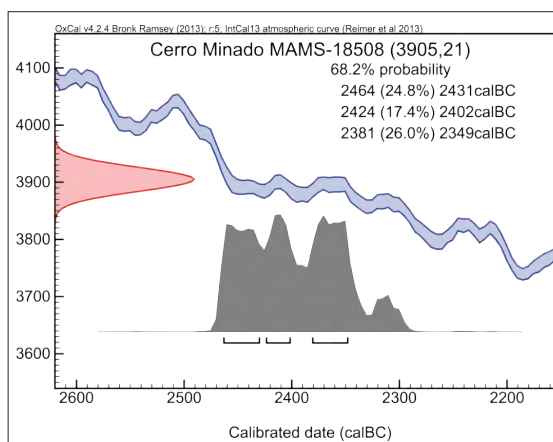


Figura 3.48. Calibración a 1 sigma de la datación del carbón de *Pistacia sp.* de Cerro Minado.

el instrumental macrolítico estudiado en sincronía con la fase campaniforme y con la ocupación de asentamientos como Almizaraque, Las Pilas o Campos, en la vecina depresión de Vera (Castro et al. 1996a) y Puente de Santa Bárbara a escasa distancia del propio Cerro Minado (González Quintero et al. 1993a, pp.21-30). Pese a las informaciones de E. García Asensio y F.A. Calvert no ha aparecido ningún elemento que permita constatar la explotación de mineral durante la Edad del Hierro o en época romana.

Especies Minerales

De entre los minerales que pudieron atraer el interés de los mineros prehistóricos podemos citar cobre nativo, cuprita, malaquita, conicalcita, olivenita, clinoclasa, tenorita, tennantita, calcopirita o bornita (Favreau et al. 2013).

La lista de minerales presentes en Cerro Minado es mucho más extensa y la distribución

104 Para más información véase apartado 4.4.2.

105 MAMS-18508

106 Calibración a 1 sigma. OxCal v4.2 (Bronk Ramsey 2013); IntCal13 (Reimer et al. 2013)

actual de recurrencia no se corresponde en absoluto con el panorama que presentaría el cerro originalmente. Hallazgos puntuales en las paredes de la cantera norte nos indican que el mineral de cobre más abundante en origen sería la cuprita pseudomórfica de malaquita (Fig. 3.49: CM07). Este es el mineral que se ha encontrado en las cercanías del tramo de galería prehistórica y es posible que fuera uno de los principales objetivos de los mineros prehistóricos. Algunas vetas de malaquita y cuprita como las de las dolomías cavernosas de la cima están encajadas en óxidos de hierro pulverulento que pudieron ser aprovechados como colorantes. Junto a ellas, también aparecen arseniatos (Fig. 3.49: CM14) y minerales mixtos con carbonatos y arseniatos (Fig. 3.49: CM17, CM18). No obstante en algunos puntos de Cerro Minado también aparece mineral primario. En la actual cantera este es común la presencia de calcopirita poco alterada a carbonatos de cobre. En la rambla que nace en la ladera este del cerro también hemos encontrado tennantitas de tamaño considerable que sugieren filones de varios centímetros de espesor (Fig. 3.49: CM06).

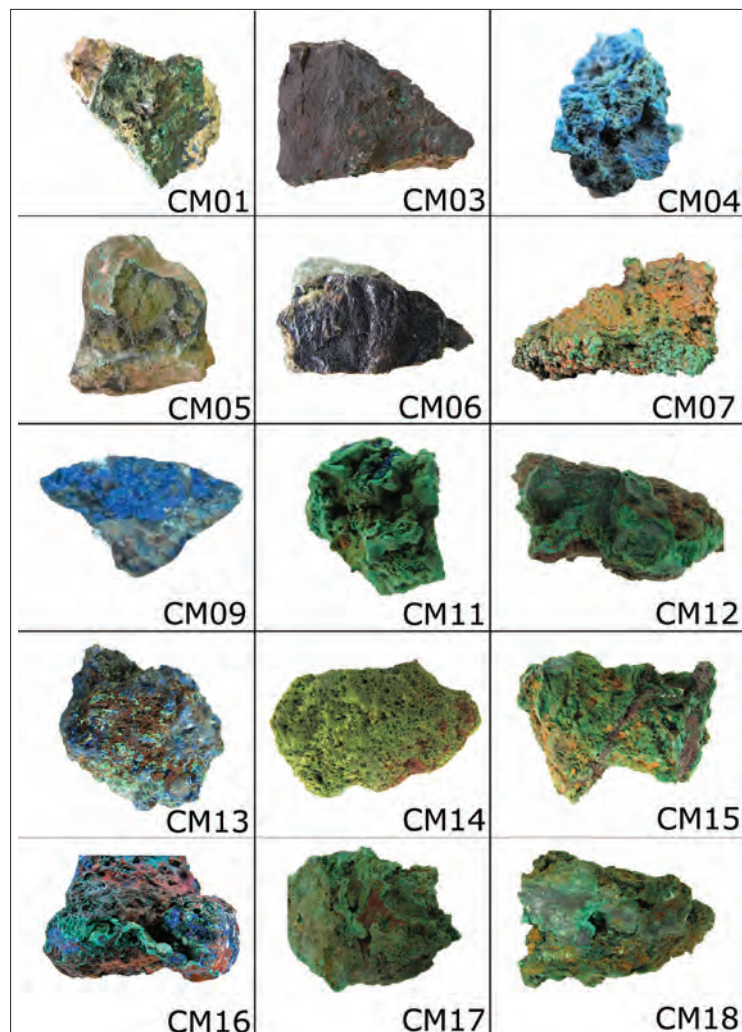


Figura 3.49. Muestras minerales analizadas de Cerro Minado. Las letras en cursiva indican la Clase de mineral según el texto del capítulo 6. CM09 queda excluido de esta clasificación.

3.2.5.5. Composición química de los minerales

Una secuencia de análisis anterior a la nuestra es la presentada por I. Montero en su Tesis Doctoral (Montero Ruiz 1991, pp.151-3). De los resultados destaca la elevada presencia de arsénico en todas las muestras con medias de 9,46 % para la escombrera este, 22,23 % para la primera galería y 7,36 % para la segunda galería muestreada por el autor (Tab.3.10). El hierro también es habitual aunque en menor cantidad (del 2 al 5 % de media) y una mayor desviación estándar. El cobalto y el níquel, son las impurezas más recurrentes, mientras que la plata y el cinc aparecen como trazas.

<i>Globales</i>	<i>Fe</i>	<i>Ni</i>	<i>Cu</i>	<i>Zn</i>	<i>As</i>	<i>Ag</i>	<i>Sn</i>	<i>Sb</i>	<i>Pb</i>	<i>Co</i>
Media	3.69	0.94	81.94	0.24	12.08	0.103	0.08	0.543	TR	0.68
Desviación estándar	3.88	0.62	12.98	0.17	12.07	0.129	0.08	0.588		
<i>Escombrera Este</i>										
Media	4.17	0.94	83.97	0.31	9.46	0.061	0.04	0.581	TR	0.77
Desviación estándar	5.13	0.50	8.50	0.19	6.54	0.054	0.06	0.686		
<i>Galería 1</i>										
Media	4.18	1.10	71.12	0.19	22.25	0.057	0.12	0.697	ND	0.75
Desviación estándar	3.64	0.71	19.29	0.17	19.25	0.050	0.06	0.679		
<i>Galería 2</i>										
Media	2.69	0.80	87.97	0.19	7.36	0.194	0.11	0.370	ND	0.50
Desviación estándar	1.75	0.73	5.05	0.14	3.76	0.191	0.07	0.333		

Tabla 3.10. Estadísticas descriptivas de los análisis de minerales de Cerro Minado presentados por Montero (1991: 15-153). Los valores de media de cobalto, al no estar cuantificados en origen, deben leerse como presencia o ausencia, siendo 1 que está presente en todos los casos y 0 su opuesto.

A parte de los análisis presentados por I. Montero también contamos con un pequeño muestreo analizado por el IGME a petición de la empresa IBERGESA (ITGE 1975). De los cuatro análisis que se efectuaron de muestras de Cerro Minado, únicamente uno corresponde a un mineral de cobre, en este caso azurita y malaquita (muestra nº4). Los resultados del análisis son un 7,72 % de cobre, 0,15 % de cobalto y 0,27 % de níquel.

También se realizaron dos análisis de isótopos de plomo¹⁰⁷ dentro del Proyecto Gatas (Stos-Gale et al. 1999) (Tab. 3.11).

En las conclusiones de ese estudio se advertía de la conveniencia de muestrear mejor el campo isotópico de Cerro Minado pues algunos objetos argáricos podían proceder de esta

Núm. Muestra	208/206 Pb	207/206 Pb	206/204 Pb
SP55	2,07580	0,84074	18,629
SP57	2,07859	0,84289	18,576

Tabla 3.11. Resultados de isótopos de plomo de dos muestras de Cerro Minado (Stos-Gale, Hunt y Gale 1994)

mina y aparecía relativamente separada del resto de campos isotópicos muestreados. En la misma línea se expresan estudios más recientes al comparar la composición isotópica de Cerro Minado con el resto de composiciones conocidas. Al menos tres objetos argáricos, un hacha plana de Fuente Álamo, un puñal de tres remaches de La Bastida y una espada de cinco remaches de El Argar se acercan al campo isotópico actual de Ce-

107 Recientemente se han realizado tres análisis más que permanecen inéditos y que apuntarían a que Cerro Minado tiene ratios radiogénicas de isótopos de plomo (R. Risch com. pers.).

ro Minado. Cercanos a la composición isotópica de Cerro Minado encontramos varias muestras de minerales y un resto de fundición de Almizaraque (Montero Ruiz y Murillo Barroso 2010, fig.6).

Para este trabajo hemos realizado 26 análisis de composición en pFRX (N18) y PIXE (N7) sobre 17 muestras minerales (CM01 y CM03 a CM18) (Tab. 3.12), a las que se les suma el análisis de una escoria moderna (CM02). También se ha realizado micro-DRX sobre cuatro de las muestras minerales (CM01, CM04, CM06, CM07)¹⁰⁸.

Se han duplicado siete análisis en PIXE dado el interés en poder tener una representación adecuada de los elementos ligeros. En el caso de Cerro Minado estos están completamente dominados por el calcio, que siempre está presente. En los minerales más pobres en cobre el calcio es el elemento principal. Además, en una de las muestras hay una presencia importante de MgO (CM05) indicando una ganga de calizas magnesianas¹⁰⁹.

Los análisis químicos de minerales muestran una variabilidad elevada, y esperada a partir de la diversidad mineralógica. En todos ellos la presencia de arsénico es importante. Composicionalmente tenemos minerales de cobre muy puros en las cupritas pseudomorfas de malaquita (CM04, CM07, CM11, CM12, CM15). A este tipo de minerales podemos sumarle algunas muestras que muestran un enriquecimiento en arsénico de hasta el 10 % (CM01; CM17 y CM18), consecuencia de procesos de enriquecimiento de la escombrera.

Otro tipo de minerales detectado químicamente son los arseniatos (CM05; CM08; CM13, CM14) y los minerales primarios de base Cu-As-S (CM06; CM10). Los primeros aparecen en las escombreras este y norte, mientras que la tennantita ha sido localizada en el cauce de una vaguada que nace en la ladera este de Cerro Minado. En todos los casos los contenidos de hierro son superiores a los carbonatos puros, con concentraciones variables del 5 al 30 %.

En la zona baja de la ladera sur encontramos un enriquecimiento en hierro de los minerales. El mineral analizado de esta zona (CM03) muestra un enriquecimiento en hierro (33 % Fe₂O₃) y en sulfuro (5,8 % S), mientras que el empobrecimiento en arsénico es importante (1,5 % As₂O₃).

La presencia de sulfuro se da en casi todos los minerales, determinando en cierto modo minerales polimetálicos complejos. La concentración en este elemento de los minerales de base carbonatada oscila entre el 0,1 y el 3 %.

La principal impureza detectada en los minerales analizados es el cinc. Su concentra-

108 Ver Anexo 4.

109 Los valores de MgO no se expresan en la tabla 3.12. Para ver los resultados completos consultar el Anexo 4.

*Recursos minerales de cobre y su explotación prehistórica en el sudeste peninsular
El valle del Guadalentín.*

ción es variable y en ocasiones está por debajo del níquel, la segunda impureza en importancia. El cobalto también varía considerablemente según la muestra sugiriendo varios patrones diferentes. La plata se presenta en concentraciones por encima del 0,1 % en casos aislados, formando composiciones anómalas¹¹⁰ pero lo más común es que esté por debajo de estos valores. Esto también sucede excepcionalmente con el antimonio ya que algunos minerales presentan únicamente concentraciones relevantes de antimonio. 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.

Los análisis de micro-DRX (CM01, CM04, CM06, CM07), han permitido constatar la gran riqueza mineralógica de Cerro Minado y el dominio de minerales polimetálicos. En CM06 se detecta presencia de tennantita. CM02 confirma la presencia de minerales polimetálicos entre los que se incluyen malaquita, brochantita, cuprita y tenorita. Los dos análisis de óxidos y carbonatos CM04 y CM07 dan como resultado malaquita, azurita y cuprita. En CM07 se detecta calcopirita, que estaría de forma residual en el mineral

Técnica	Serie pFRX	Id	Mina	Contexto	(N)	Fe ₂ O ₃	CuO	As ₂ O ₃	S	SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	BaO	Suma (total)
pFRX	3	CM12	Cerro Minado	Cantera Cima	1	1.1	97.6	1.3	0.8	< LOD	< LOD	0.18	< LOD	102.0
pFRX	1	CM01	Cerro Minado	Cantera Este	1	1.9	72.6	10.4	1.1	0.6	< LOD	10.20	< LOD	97.0
pFRX	1	CM	Cerro Minado	Escombrera Este	3	5.0	44.6	14.1	0.9	0.7	< LOD	14.30	< LOD	81.1
pFRX	3	CM	Cerro Minado	Escombrera Norte	3	2.7	84.7	8.2	0.2	0.1	< LOD	1.10	< LOD	97.8
pFRX	3	CM14	Cerro Minado	Escombrera Norte	1	18.5	44.6	34.8	0.1	0.5	0.15	0.60	< LOD	100.0
pFRX	1	CM03	Cerro Minado	Piedemonte. Esc. SE	1	33.4	55.1	3.9	5.8	0.9	< LOD	1.02	< LOD	100
pFRX	3	CM	Cerro Minado	Escombrera Oeste	2	3	73.9	10.2	0.4	2.1	0.9	1.6	< LOD	91.7
pFRX	3	CM11	Cerro Minado	Final Socavón	1	0.6	95.1	0.9	< LOD	< LOD	< LOD	0.91	< LOD	98.8
pFRX	1	CM07	Cerro Minado	Galería prehistórica	1	3.1	91.4	0.5	0.4	0.7	< LOD	2.9	< LOD	99.2
pFRX	1	CM02***	Cerro Minado	Escoria moderna	1	19	1.1	< LOD	< LOD	34.1	36.9	9.4	< LOD	100
pFRX	1	CM05	Cerro Minado	Rambla	1	3.3	22.5	20.2	0.5	0.9	< LOD	20.42	< LOD	71
pFRX	2	CM****	Cerro Minado	Rambla	2	8.5	41.4	35.4	12.6	< LOD	< LOD	1.3	< LOD	100
Técnica	Serie pFRX	Id	Mina	Contexto	(N)	Zn	Ni	Co	Sb	Hg	Bi	Ag	Pb	Suma IMP
pFRX	3	CM12	Cerro Minado	Cantera Cima	1	0.08	0.05	0.05	0.02	0.05	0.01	0.08	0.02	0.36
pFRX	1	CM01	Cerro Minado	Cantera Este	1	< LOD	0.73	0.21	0.01	0.02	< LOD	0.02	< LOD	0.99
pFRX	1	CM	Cerro Minado	Escombrera Este	3	0.34	0.52	0.36	0.09	0.15	0.08	0.03	0.02*	1.59
pFRX	3	CM	Cerro Minado	Escombrera Norte	3	0.25	0.14	0.10	0.04	0.05	0.02	0.14	< LOD	0.74
pFRX	3	CM14**	Cerro Minado	Escombrera Norte	1	0.12	< LOD	< LOD	0.59	< LOD	< LOD	0.15	< LOD	0.90
pFRX	1	CM03	Cerro Minado	Piedemonte. Esc. SE	1	0.06	0.02	< LOD	0.06	0.02	0.03	0.01	0.04	0.24
pFRX	3	CM	Cerro Minado	Escombrera Oeste	2	1.01	0.09	0.09	0.04	0.23	0.04*	0.05	< LOD	1.51
pFRX	3	CM11	Cerro Minado	Final Socavón	1	0.95	0.24	0.09	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	1.28
pFRX	1	CM07	Cerro Minado	Galería prehistórica	1	< LOD	0.07	0.06	0.03	< LOD	0.01	0.06	< LOD	0.23
pFRX	1	CM02***	Cerro Minado	Escoria moderna	1	0.02	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	0.01	< LOD	< LOD	0.03
pFRX	1	CM05	Cerro Minado	Rambla	1	0.54	1.14	0.99	0.18	0.03	0.03	< LOD	0.02	2.93
pFRX	2	CM****	Cerro Minado	Rambla	2	0.58	0.05	0.03*	0.23	0.09	0.04	0.02	< LOD	1.04

Tabla 3.12. Medias de los análisis químicos sobre minerales de Cerro Minado (*Solo detectado en un análisis. Se representa el valor de ese análisis y no el promedio; ** Se presenta por separado al ser un mineral totalmente diferente de las muestras de la Escombrera Norte; *** Se ha normalizado el resultado de la escoria al 100%; **** Estos análisis se corresponden con sulfuro masivo cuyo total superaba el 100%. Se han normalizado los resultados para su presentación en esta tabla).

110 En cuanto a la exactitud de los valores de cobalto y plata en pFRX para los análisis de Cerro Minado, únicamente se ha observado un comportamiento atípico en la concentración de plata de CM03. Las diferencias en el resto de muestras duplicadas entran dentro de los márgenes de error aceptados en el apartado 2.2.2.

como sugieren los análisis químicos.

3.2.5.6. Síntesis arqueológica¹¹¹

La sierra de Almagro se configura como un importante punto de unión entre la depresión de Vera y el valle del Guadalentín. Aun así, la densidad del registro arqueológico en sus flancos es inferior a lo que veíamos en las sierras más septentrionales. Es altamente significativo que pese a la labor de L. Siret en los alrededores de Cuevas del Almanzora y las prospecciones más recientes de varios equipos de investigación (Camalich Massieu et al. 1987; Delibes et al. 1996; Camalich Massieu y Martín Socas 1999), la sierra de Almagro siempre haya quedado al margen de nuevos descubrimientos de los ya enunciados a principios de siglo por los hermanos Siret (Siret y Siret 1890b; Deramaix 1992; Siret 2001).

La ocupación prehistórica en los bordes septentrionales de la sierra de Almagro pertenece exclusivamente al Calcolítico. El registro que disponemos¹¹² muestra una concentración de hallazgos mal conocidos en los márgenes de los cursos de ramblas y barrancos, como los Cabecicos y el Alto del Alcauzón (Pellicer y Acosta 1974; Fontenla Ballesta 2000)¹¹³. En la confluencia entre la rambla del Saltador y la rambla de la Guzmaina, es donde esta ocupación se hace más intensa con varios hallazgos aislados en lo que parece una importante zona de hábitat con enterramientos cercanos. Todo ello en el mismo cerro en cuya cúspide se eleva la torre medieval que vigila la localidad (García Asensio 1910).

Otra concentración de poblamiento prehistórica la encontramos en los márgenes orientales de la sierra, donde el río Almanzora penetra en la sierra y le da el nombre de Bocas del Almanzora. Siempre en el margen derecho del río, se ha documentado el abrigo de El Peñascal, en un cerro amesetado frente a la Ermita de Santa Bárbara, y el abrigo de Overa a 500 metros al sudoeste. La información disponible de ambos es ambigua y nos remite a un Neolítico Final o Calcolítico Inicial (González Quintero et al. 1993b; Fontenla Ballesta 2000).

El poblado fortificado del Puente de Santa Bárbara (González Quintero et al. 1993a) merece especial atención por su relevancia arqueometalúrgica. Ocupaba un cerro amesetado de aproximadamente 1 ha de extensión, que fue parcialmente arrasado por la Autovía A-7 y anteriormente por la carretera nacional que unía Murcia y Almería. El tipo

111 Dado que los yacimientos de la depresión de Vera no han sido prospectados y no se incluyen en el capítulo 5, esta síntesis intenta completar la información metalúrgica de los asentamientos que se citan.

112 A parte de la bibliografía citada también se han consultado las Bases de datos del patrimonio cultural del Instituto Andaluz del Patrimonio Histórico (www.iaph.es).

113 También nombrado como Alcauzón.

de aparejo de una fortificación que contaba con bastiones, lo vinculan, como Zájara¹¹⁴ y Campos, a momentos avanzados del Calcolítico (Camalich Massieu y Martín Socas 1999, p.153). La presencia de cerámica campaniforme nos permite establecer una correspondencia con la segunda mitad del III milenio cal ANE. El poblado fue excavado parcialmente de urgencia ante su inminente destrucción y presentaba un número significativo de residuos metalúrgicos en superficie. El registro metalúrgico apareció de forma sistemática en varios de los cortes realizados y en diferentes áreas del asentamiento. Entre los materiales se incluían abundantes minerales, vasijas de reducción, escorias y crisoles. Ello llevó a los excavadores a plantear que en él “*se había desarrollado básicamente una actividad económica destinada al tratamiento del mineral de cobre*” (González Quintero et al. 1993a, p.24). Un mineral, básicamente malaquita y azurita, que según los propios autores procedería de Cerro Minado, situado a 3 km al nordeste¹¹⁵.

Si el poblamiento Calcolítico se asienta en los mismos márgenes del río Almanzora, durante El Argar se desplaza hacia el interior, en el cerro de San Miguel (Lull 1983, p.244). Este cambio denota, como viene siendo habitual, un sacrificio a la comunicación frente a la seguridad que proporciona un cerro más escarpado y con mayor dominio visual.

La tercera agrupación de poblamiento, es la que encontramos en la salida del río Almanzora de la sierra de Almagro. Otra vez la concentración más importante es la calcolítica con un importante sustrato neolítico, como en Tres Cabezos (Siret y Siret 1890b) o Comara, sin presencia de metalurgia en ninguno de los dos. El poblamiento Calcolítico se intensifica a partir de Cuevas del Almanzora hasta la antigua desembocadura del río, delimitada por los yacimientos de Punta de Palomares, Nati o Almizaraque (Delibes et al. 1996). Entre ambos puntos sobresalen por su relevancia metalúrgica los poblados del calcolíticos de Zájara y Campos, si bien ninguno de los dos puede compararse con Almizaraque (Delibes de Castro et al. 1989). El registro es dispar en los tres poblados. En Zájara únicamente tenemos documentadas 60 gotas de fundición en una pequeña cubeta, datada entre ca. 2500-2200 cal ANE, y sin otros elementos que permitan sugerir una producción in situ (Camalich Massieu y Martín Socas 1999, p.267). En Campos el registro metalúrgico incluye minerales de cobre en la Casa C y minerales y vasijas con escorias adheridas en el punto “f” del plano I de la lámina 9 del álbum de los hermanos Siret (1890, fig.77 y 79)¹¹⁶. Finalmente, Almizaraque, situado a unos 20 km de Cerro Minado y a 10 km del borde de la sierra de Almagro, presenta el registro arqueometalúrgico más completo de la zona (Delibes de Castro et al. 1989; Montero Ruiz 1994; Müller et al. 2004). A tenor de las excavaciones arqueológicas la producción metalúrgica

114 De Zájara existen tres dataciones radiocarbónicas con un margen de error muy amplio (Camalich Massieu y Martín Socas 1999, p.92) que no obstante nos permiten situar la ocupación entre el 2500 y el 2000 cal ANE.

115 Una afirmación aún pendiente de confirmar dada la ausencia de análisis sobre los restos metalúrgicos.

116 Aunque no se especifica en el texto, en la lámina 10 y con el número 17, aparece dibujado un fragmento de cobre fundido (Siret y Siret 1887b).

se prolonga durante todas las fases del asentamiento (Delibes et al. 1996) si bien la producción de residuos es bastante escasa y dominan los minerales y las vasijas de reducción. Igualmente la presencia de artefactos metálicos es muy superior a los registros de yacimientos como el Puente de Santa Bárbara o Campos evidenciando un carácter diferencial respecto a éstos.

La ocupación argárica en esta zona vuelve a presentar diferencias significativas respecto a la calcolítica (Lull et al. 2015). El poblado más importante y conocido es Fuente Álamo (Siret y Siret 1890b; Arteaga et al. 2000), alejado a 3 km al norte del río Almanzora. Su posición, como San Miguel, responde más a un orden de defensa y protección que a la comunicación. Escondido en las estribaciones sudoccidentales de la sierra de Almagro, controla todo el Bajo Almanzora y el paso hacia la fachada litoral y prelitoral murciana. También encontramos otros asentamientos muy cercanos al curso del río, como Mina Iberia y Mina Alianza, en Herrerías, Hoya del Algarrobo o Cortijo Soler (Camalich Mas-sieu et al. 1987; Delibes et al. 1996). Pese a destacados hallazgos en Herrerías (Siret 1913; Brandherm 2000), todos ellos podrían asociarse con pequeños asentamientos en llano como los documentados en el Campo de Lorca (Ayala Juan 1991).

3.2.6. Sierra de Enmedio

3.2.6.1. Geografía

La sierra de Enmedio es una pequeña estribación que se yergue en medio de la depresión prelitoral de Murcia, separando la sierra de Las Estancias de la sierra de la Carrasquilla. Presenta una orientación SSW-NNE con una longitud de 11,5 km y una anchura media de 2,5 kilómetros. La diferencia de cota respecto al llano es de 250 a 300 metros, sobresaliendo los picos de Medro (855 m.s.n.m.) y el Cabezo de las Norias (822 m.s.n.m.). La Rambla de Nogalte delimita y lame la vertiente septentrional de la sierra. Por el sur la bordea la Rambla de la Hoya, que cambia el nombre por el de Rambla de los Navas y después por el de Rambla de las Norias, vertiendo su cauce en la Rambla de Salas. Este sistema hídrico termina en el río Almanzora cerca de su desembocadura, en Villaricos (Fig. 3.50).

En cuanto a los núcleos de población vinculados a la sierra y especialmente a su minería tenemos Las Norias (Huércal-Overa, Almería) al sudoeste y Almendricos (Lorca, Murcia) y su vecindad de El Rincón en la margen sudeste de su cuerpo central. Puerto Lumbreras se encuentra a solo 4 kilómetros al norte y es el núcleo poblacional más importante de las cercanías. La parte septentrional de la sierra de Enmedio pertenece a este último municipio, mientras que la meridional y de mayor importancia minera queda dentro del municipio de Lorca, en la diputación de Almendricos.

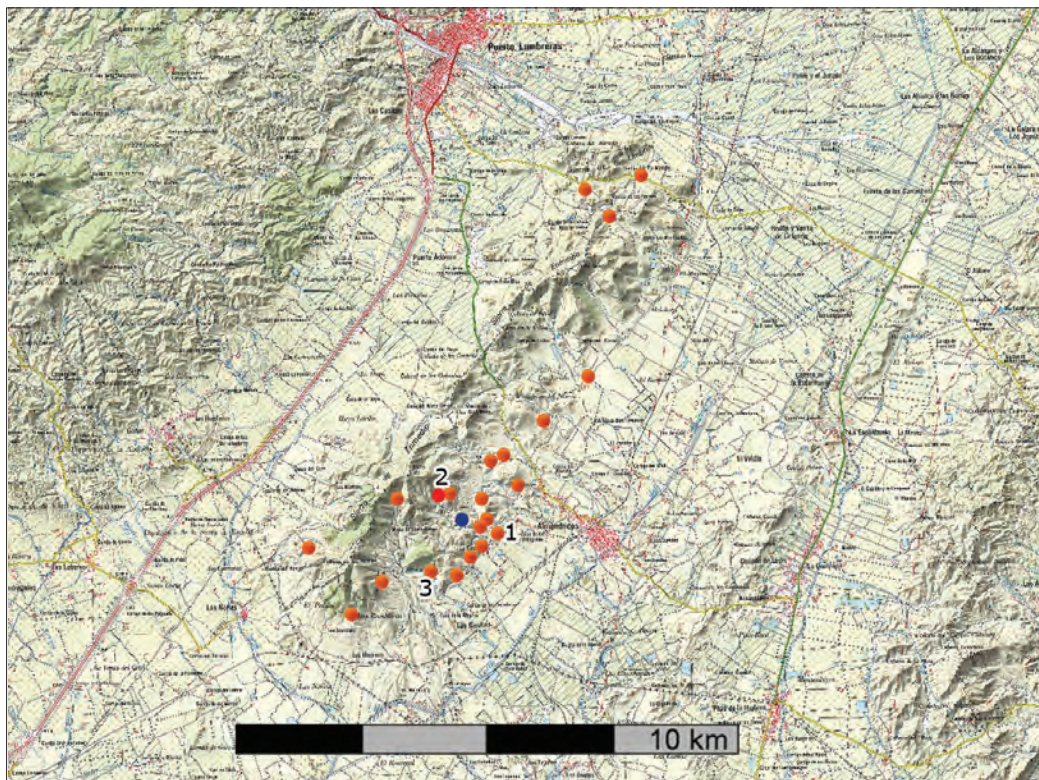


Figura 3.50. Mapa topográfico con relieve de la sierra de Enmedio (Iberpix) con demarcación de los indicios metalogenéticos de cobre (rojo), plomo (azul) y hierro (naranja) (elaboración propia a partir de GEOVEO). Se han prospectado los indicios 1- Casa de los Peregrinos; 2-Mina La Diosa y Vértice Mecho, 3-Mina Santa Isabel.

3.2.6.2. Geología

Geológicamente casi toda la sierra pertenece al Alpujárride, estando adscrita a las Unidades Intermedias o Ballabona-Cucharón en los mapas geológicos de los años 70 (Espinosa et al. 1972). En mapas más recientes (IGME 1993) toda la sierra ya se asocia con la Unidad Inferior del Complejo Alpujárride, que en el extremo septentrional presenta varios cabalgamientos de conglomerados de cuarzo, areniscas y arcillas rojizas del triásico Maláguide (Fig. 3.51).

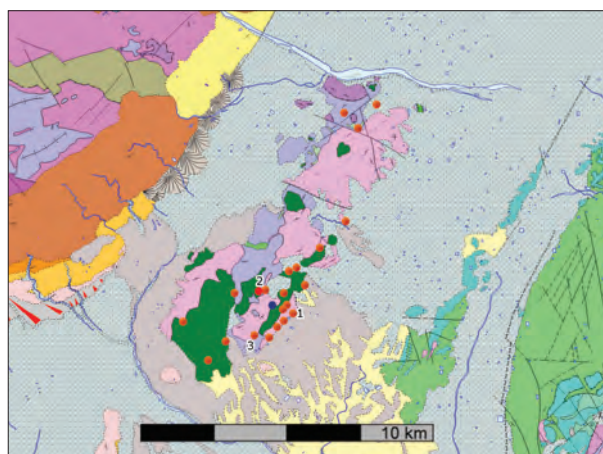


Figura 3.51. Mapa geológico GEODE (1:50.000) con la situación de los indicios metalogenéticos de cobre, plomo y hierro. La numeración se corresponde con los pisos litológicos descritos en el texto.

El cuerpo principal de la sierra de Enmedio está ocupado por un piso inferior de pizarras y/o filitas gris oscuro que se va haciendo más cuarcítica con intercalaciones de areniscas, metaconglomerados y calizas de espesor centimétrico (GEODE Z2100 n=38). Por encima de este aparece el tramo carbonatado (GEODE Z2100 n=52) que comienza con calizas tableadas y calcoesquistos amarillos. Hacia el techo, estas calizas se presentan muy recristalizadas y en tonos

cremas y blancos. Es en este tramo carbonatado donde se producen la mayor parte de mineralizaciones de la sierra. Grandes afloramientos de metabasitas (GEODE Z2100 n=30) (Espinosa et al. 1972; Marín Lechado et al. 2008), asociadas a los cuerpos mineralizados, rompen la continuidad entre el tramo de filitas y el tramo carbonatado. No es posible asegurar un origen ígneo del cuerpo mineralizado aún y la asociación entre las metabasitas y los depósitos de minerales (IGME 2000). Además, también aparecen aisladamente algunos pequeños afloramientos evaporíticos asociados tanto al Paleozoico Nevado-Filábride, como a los pisos triásicos del Alpujárride.

3.2.6.3. Minería y Metalogenia

Pese a su exigua extensión, la sierra de Enmedio, junto con Lomo de Bas, cuenta con la tradición minera más importante de la comarca de Lorquina (Fig. 3.51). Una minería dedicada en gran medida a la extracción de hematites moreno y limonita que fue el eje vital de los vecinos de Almendricos durante la primera mitad del siglo XX (García Ruíz 2001).

Se trata de mineralizaciones masivas irregulares de disposición estratiforme (IGME 2000, p.60), que encajan en forma de bolsadas y capas en las calizas recristalizadas, siempre asociándose a las masas de metabasitas (Manteca et al. 2005, p.123). Las mineralizaciones de la sierra tienen morfología estratiforme. A pesar de ello, están sujetas a removilizaciones posteriores de dos tipos. Por un lado, las acciones hidrotermales, posiblemente vinculadas a las rocas subvolcánicas identificadas por la generación de baritina y siderita en geodas (IGME 1970, p.29). Por el otro, un metamorfismo de especial relevancia en la base de la zona mineralizada.

En cuanto a las labores mineras, encuentran su despegue hacia 1895 si bien, ya a finales de los cincuenta, y especialmente en los 70 del siglo XIX, toda la sierra está demarcada. La explotación rentable del hierro no se producirá hasta que se conjuren dos factores. En primer lugar se dio el cambio de ciclo por el que la minería de hierro hizo el sorpasso a la del plomo gracias a un alza de los precios. Después vino la instalación de la línea férrea de la compañía The Great Southern of Spain Railway C^o Ltd. Esta última permitía la salida de los minerales hacia el puerto de Águilas con un coste menos oneroso que los tradicionales convoyes de carretas (García Ruíz 2001, p.42). Entre 1895 y 1915 se extrajeron 750.000 toneladas de mineral con un 45 % de hierro (Gris Martínez 2011, p.264). Esta cantidad se incrementa hasta 1,5 millones de toneladas en el Anteproyecto de investigación de minerales de hierro en las provincias de Murcia y Albacete, suponiéndole unas reservas mínimas de 6 millones de toneladas (IGME 1970, p.34). Hacia 1900 había una docena de minas en producción, que sumaban unas 3.000 toneladas mensuales de media (Manteca et al. 2005, p.123). La mayoría de labores se concentraron en el cuadrante sudoeste, en las cercanías de Almendricos. A mediados de siglo XX, hubo otro intento de explotación del hierro de la sierra de la mano de B. García Ruíz. Una explotación que se suspendió justo antes de su arranque ante la bajada del precio del mineral y la inviabilidad de su explotación. Durante ese breve lapso

de tiempo también se explotaron algunas bolsas de cobre, también de la mano de B. García Ruiz (2001), personaje consustancial a Almendricos y la sierra de Enmedio de la segunda mitad del siglo XX.

En cuanto al plomo, actualmente el IGME señala un solo indicio de Pb-Zn-Ag al norte de los Geas pero sabemos que, como mínimo, se hicieron siete registros a mediados de siglo XIX (García Ruíz 2001, p.41) coincidiendo con la fiebre del Jaroso, y con ella desaparecieron.

Finalmente es importante remarcar la presencia irregular de barita en los depósitos de hierro y cobre de la sierra, entre ellos en Segunda Santa Isabel. La presencia de este mineral puede servir de indicador en el estudio químico del capítulo 6.

3.2.6.4. Minas de Cobre

Las prospecciones de la sierra de Enmedio han cubierto poca superficie dada la cantidad de labores y la dispersión de afloramientos superficiales que se encuentran. Consideramos los resultados que presentamos como prospectivos en cuanto nos aportan elementos de relevancia que desarrollar.

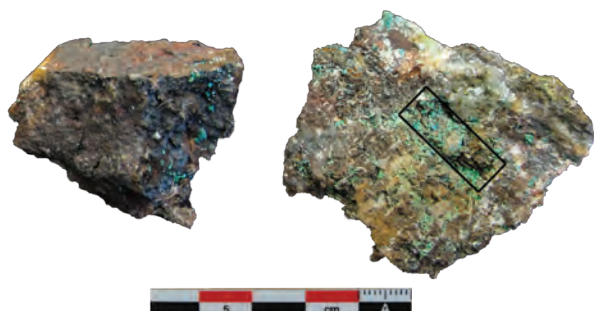
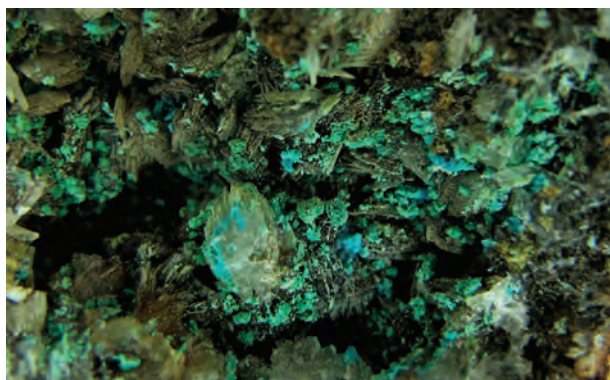


Figura 3.52. Los dos minerales analizados de la Mina La Diosa (abajo) y ampliación del recuadro del de la izquierda (arriba). Se puede observar los cristales de crisocola (turquesa) y malaquita (verde) creciendo entre cristales de barita.

Se han prospectado los indicios **SE del Vértice Mecho y Mina La Diosa (ID83), la Casa de los Peregrinos (ID84) y la Mina Santa Isabel (ID85)**¹¹⁷. Además de estas tres explotaciones, el IGME también cita varias labores superficiales al norte del Pozo de los Geas en las que aparece azurita como mineral accesorio.

Mina La Diosa (ID83) es el claro paradigma del tipo de explotación que imperó en la sierra de Enmedio durante el siglo XIX. Conocida como 'sacagenerista', consistía en pagar al obrero por tonelada de mineral, sin ningún tipo de control, regulación o inversión en la mina. Por consiguiente, en la actualidad se puede observar una amalgama de todo tipo de labores, combinadas entre sí o aisladas, que se corresponden a un solo momento de explotación.

117 Es la misma que en el siglo XX se registrará como Segunda Santa Isabel.

En la Mina La Diosa se han prospectado dos explotaciones con cobre. En ambas aparece en la base de las calizas recristalizadas de la formación carbonatada como mineral secundario del hierro.

La primera labor se identifica por un socavón de unos 20 metros, abierto en la orilla de una vaguada con un desnivel casi vertical. Al entrar se forma una pequeña sala de morfología irregular fruto del arranque de la bolsa mineralizada de hierro. Cerca de la entrada, en la pared norte, es donde aparecen minerales pobres de crisocola y malaquita cristalizados en geodas de baritas (Fig. 3.52). Al exterior, en su cobertura, hay pequeñas rafas y calicateos que también presentan mineral de cobre, especialmente en impregnaciones.

La **Cresta del Vértice Mecho** está muy cerca del socavón prospectado. Aquí afloran un amplio grupo de pequeños filoncillos de cobre trabajados mediante calicatas, covachas, rafas y un pozo de sección rectangular de 1 x 1,5 m y entre 15 y 20 m de profundidad. Los principales minerales son carbonatos de cobre como malaquita y azurita, sin presencia de arseniatos como en el socavón prospectado.

En la **Casa de los Peregrinos (ID84)** la información del IGME (Marín Lechado et al. 2008) cita varias trincheras donde el cobre aparece de forma accesoria. Durante las prospecciones no se ha registrado su presencia pese a localizar dos de las trincheras descritas junto a pequeños calicateos cercanos. En cambio, sí se han encontrado algunos minerales de cobre en grandes bloques calcáreos en una planta anexa de trituración de rocas metabásicas. Ésta explota una cantera cercana, situada al noreste pero externa a las labores prospectadas. El mineral que hemos podido observar aquí es malaquita con calcopirita, asociada a barita en matriz de oligisto.

La mina de **Santa Isabel (ID89)** (Fig. 3.53 y 3.54) es una de las minas de cobre de mayor envergadura de Murcia y merece un examen más detenido. En ella, la explotación de esta sustancia no se desarrolló hasta mediados del siglo XX, siendo explotada con anterioridad por el

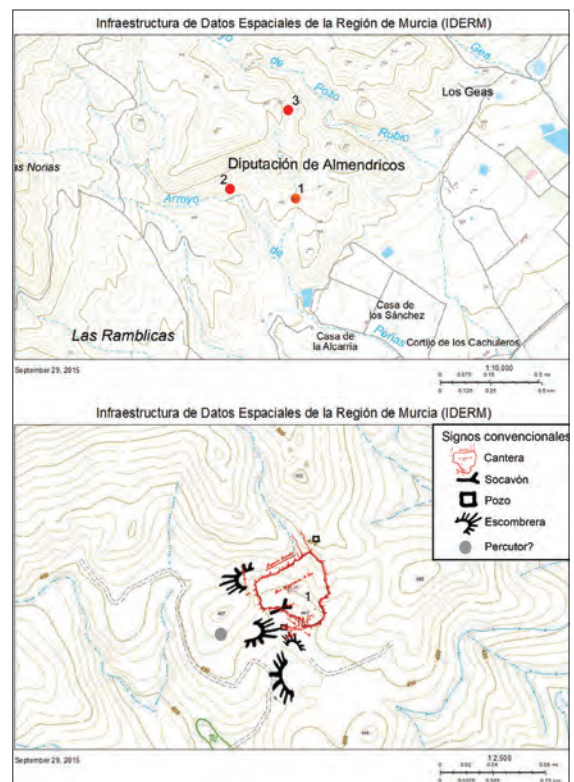


Figura 3.53. Localización (arriba) y labores prospectadas (abajo) de la mina Santa Isabel. 1) Grupo de labores de la cantera; 2) Afloramientos de cobre a 500 metros al Oeste de 1; 3) Afloramientos de cobre a 500 metros al Norte de 1. El dibujo de la cantera (abajo) es la adaptación del plano de labores de 1957 (García Ruíz, 2001, p. 273)

Recursos minerales de cobre y su explotación prehistórica en el sudeste peninsular
El valle del Guadalentín.



Figura 3.54. Vista general de la cantera y las escombreras de la Mina Santa Isabel.

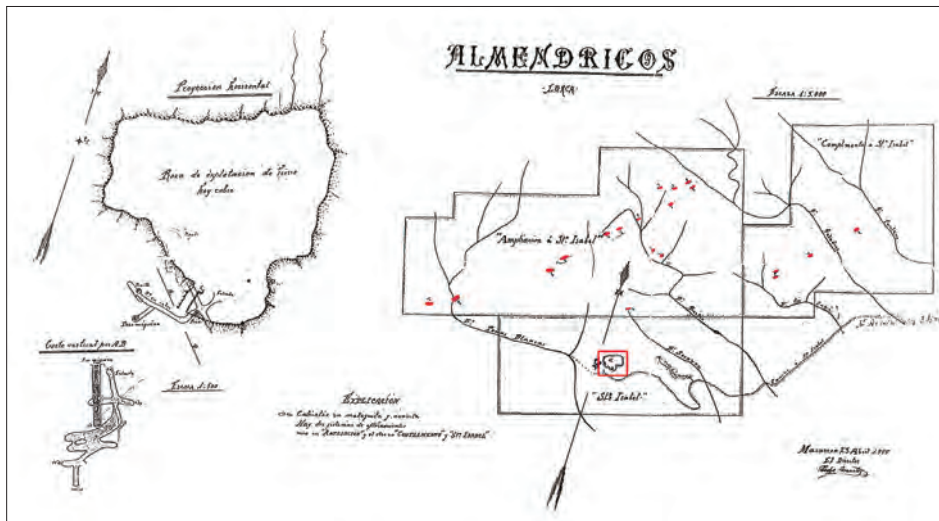


Figura 3.55. Plano de labores de 1945 con indicación de las calicatas de cobre (puntos rojos) y detalle (ampliación del rectángulo) de la zona de la cantera (a partir de B. García Ruíz 2001).



Figura 3.56. Anverso (izquierda) y reverso (derecha) del posible percutor o triturador en cuarcita de las inmediaciones de la mina Santa Isabel.

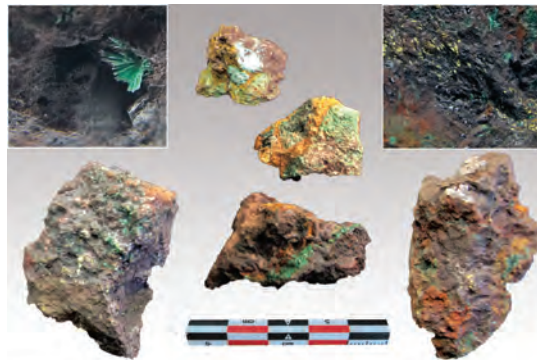


Figura 3.57. Minerales de cobre y hierro analizados de la Mina Santa Isabel (SI01 a SI05). Esquina superior izquierda detalle de cristalización de malaquita. Esquina superior derecha, pintas de calcopirita.

hierro. Se localiza junto al arroyo de Peñas Blancas, muy cerca de la cortijada de Los Geas, en el cuadrante suroccidental de la sierra de Enmedio. El depósito mineral aflora en una anticlinal de las calizas del triásico Alpujárride. En consecuencia las calizas profundizan junto al depósito metalogenético. Además, se han producido importantes removilizaciones en fracturas dando origen a rellenos importantes. En origen la cobertera presentaba una montera de óxidos de hierro, siendo esta el origen de la explotación y

su huella más característica. La presencia de cobre, habitual en superficie, se enriquece en cantidad y calidad en profundidad (García Ruíz 2001, p.135). En las fotografías de los vuelos de 1945¹¹⁸ se aprecian tres grandes labores activas en superficie, a las que se suman un número indeterminado de pequeñas calicatas donde afloran carbonatos de cobre y que también fueron prospectadas y cartografiadas en los años 50 del siglo XX. Estas calicatas se distribuyen en un radio de 500 metros entre el oeste y el norte de la cantera (Fig. 3.55).

Las prospecciones arqueológicas de la mina se centraron en el área inmediata a la cantera. A 120 metros al sudoeste de su punto central se localizó un soporte macrolítico en cuarcita (Fig. 3.56). Se trata de un clasto de cuarcita de 17 cm de largo por 15,3 de ancho y siete centímetros de altura con vetas laterales de cuarzo. En la esquina superior derecha del anverso se observa una fractura escalonada asociada a huella de trabajo, dado que el mismo punto del reverso está intacto. En la cara inferior del anverso también se observan pequeñas extracciones longitudinales, paralelas al eje largo de la cara inferior. El reverso se conserva prácticamente intacto, con una superficie plana en toda su extensión¹¹⁹. Por sus características tecnológicas no es posible incluir este ítem como percutor macrolítico, ya que no presenta evidencias de uso con nos permitan asociarlo a la minería del cobre. En cambio, si observamos la litología de la zona, el piso de cuarcitas aflora a más de 500 metros al norte y casi a un kilómetro al oeste de donde fue hallado el ítem. En consecuencia su presencia en ese punto tiene que deberse a un transporte antrópico. La ausencia de otras evidencias, y de una funcionalidad específica, no permiten confirmar la extracción prehistórica de minerales de cobre. En una situación parecida a la del Cabezo de la Fuente (Santomera, Murcia), necesitamos más evidencias para contrastar la explotación prehistórica de la mina Santa Isabel.

Los minerales de cobre siempre aparecen junto al hierro, formando un mineral ferrocuprífero (Fig. 3.57). Se distingue porque se forman pequeñas carbonataciones de malaquita, tanto diseminadas en superficie, como formando pequeñas vetas milimétricas que en ocasiones se presentan muy cristalizadas en fracturas y geodas. También aparecen de forma habitual granos centimétricos de calcopirita, incrustados en la veta de hierro. Por B. García Ruiz (2001, p.135) sabemos que la calcopirita proceder de las labores en profundidad, ya que en superficie únicamente aparecían formaciones carbonatadas en forma de impregnaciones y rellenos de fracturas.

Para cerrar este apartado cabe decir que pese no detectar evidencias irrefutables de explotación minera prehistórica, se cumplen factores a su favor. Es relevante la abundancia de mineral de calidad. Un mineral que sería fácil de extraer al estar encajados en calizas blandas y casquetes de óxidos de hierro meteorizados. La zona de mayor potencial minero es la cantera de Santa Isabel, pero dada la destrucción completa de

118 (<http://iderm.imida.es/cartomur/>)

119 La caracterización tecnológica ha sido realizada por Selina Delgado-Raack.

su superficie original se hace necesaria una prospección completa de las pequeñas extracciones de alrededor.

3.2.6.5. Composición química de los minerales

Se han realizado dos análisis del socavón de la mina La Diosa y cinco de minerales de escombrera de Santa Isabel (Tab. 3.13). Los primeros (MD01 y MD02) presentan un cobre residual con fuertes concentraciones en hierro y barita. Destacan las impurezas de arsénico, que normalizando al 100 % junto al cobre, toman valores de entre el cinco y diez por ciento. En valores muy cercanos también se sitúan las impurezas de antimonio y algo por debajo el cinc y el plomo.

Los análisis de la Mina Santa Isabel (SI01 a SI05) muestran por lo general unos contenidos en cobre elevados, que pueden oscilar después de la concentración manual entre el 20 y el 50 % en CuO. Los contenidos en hierro son igual de importantes con valores entre el 12 y el 70 % de Fe₂O₃. El hierro y el cobre conforman la sustancia base en las muestras con mayor concentración metálica, mientras que en las impregnaciones con más ganga también aparece CaO. Las impurezas difieren de la Mina La Diosa en cuanto solo son remarcables las del plomo. De las cinco muestras analizadas únicamente en una se ha detectado arsénico, coincidiendo con concentraciones más elevadas de antimonio y plomo. Las muestras de Santa Isabel que hemos podido analizar proceden de dos escombreras diferentes, pero no se observaron tramos superficiales mineralizados, lo que nos impide conocer la riqueza en superficie del mineral.

Técnica	Serie pFRX	Id	Mina	Contexto	(N)	Fe ₂ O ₃	CuO	As ₂ O ₃	S	SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	BaO	Suma (total)
pFRX	4	MD	La Diosa	Interior Filón	2	40.1	8.8	0.7	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	16.30	67
pFRX	1	SI	Santa Isabel	Escombrera	5	37.7	33.3	0.3*	0.3	0.3	<LOD	10.1	<LOD	82
Técnica	Serie pFRX	Id	Mina	Contexto	(N)	Zn	Ni	Co	Sb	Hg	Bi	Ag	Pb	Suma IMP
pFRX	4	MD	La Diosa	Interior Filón	2	0.2	0.0	<LOD	0.7	<LOD	0.04	<LOD	0.18	1
pFRX	4	SI	Santa Isabel	Escombrera	5	0.04*	0.02*	<LOD	0.13	0.02	0.03	0.01*	0.13	0.29

Tabla 3.12. Medias de los análisis químicos sobre minerales de la sierra de Enmedio (* Solo detectado en un análisis. Se representa el valor de ese análisis y no el promedio).

3.2.6.6. Síntesis Arqueológica

La sierra de Enmedio presenta varios asentamientos prehistóricos interesantes, aunque la presencia de metalurgia extractiva no ha sido detectada en ninguno. El único asentamiento Calcolítico identificado en las inmediaciones es el Llano del Madroño, donde en prospección se encontró, entre diferentes materiales de probable filiación calcolítica, una punta peduncular de tipo Palmela (Gómez Martínez y Gómez Martínez 2006, p.254). Este asentamiento en llano se halla en la sierra de la Umbría, al extremo nordeste de la sierra de Enmedio, por lo que se aleja de los depósitos minerales más interesantes.

El registro de asentamientos argáricos es mucho más importante. Excepto el Rincón de Almendricos, que sería el más próximo a los grandes depósitos como Santa Isabel, el resto se asienta en la zona norte de la sierra. En este extremo, se ocupa la vertiente occidental con La Islica y la zona central con el poblado en altura de Cañada de Alba. En las estribaciones orientales encontramos el Armao de Arriba y el Armao de Abajo, todos en Puerto Lumbreras. Entre la sierra de Enmedio y el núcleo de la Campana tenemos una concentración de yacimientos argáricos identificados por M.M. Ayala durante sus prospecciones (Ayala Juan 1991). Al sur se han documentado el Cerro del Moro y el Cabezo de las Piedras, al nordeste el asentamiento en llano del Cabezo Lirón y, al noroeste, el Cerro Negro de la Campana y el Collado Lirón (Ayala Juan 1991; Gómez Martínez y Gómez Martínez 2006).

De todos ellos, la única referencia a que podría vincularse con la metalurgia extractiva o la minería prehistórica es un fragmento de malaquita de la Cañada de Alba (Gómez Martínez y Gómez Martínez 2006, p.317)¹²⁰. Al tratarse de prospecciones superficiales en un asentamiento que ha sufrido numerosas excavaciones y visitas¹²¹, no se puede descartar una contaminación reciente.

3.2.7. Sierra de Almenara

3.2.7.1. Geografía

Se usa el genérico de Almenara para englobar un conjunto de sierras que conforman un bloque orográfico conocido como Arco de Águilas, del que la sierra de Almenara es su entidad de mayor envergadura. La elevación del conjunto se remonta al Plioceno Superior (Bardaji Azcárate et al. 2010, p.92) siguiendo el patrón de las Cordilleras Béticas con su característica forma de arco con orientación SW-NE (Fig. 3.58). El arco exterior, de mayores dimensiones, se constituye principalmente a partir de la sierra de Carrasquilla y la sierra de Almenara. En su extremo norte encontramos la sierra del Águila y, en el sur, la sucesión de las sierras del Aguilón y los Pinos, lindando ya con sierra Almagrera. Las sierras interiores, excepto Las Moreras, reproducen parcialmente los ejes principales. De norte a sur encontramos la ya citada de Las Moreras, Lomo de Bas y Los Mayorales. Su longitud, de 50 km, se define por la distancia que separan Mazarrón de El Largo, sus extremos NE y SW, respectivamente. La anchura central en el eje SE-NW se puede trazar entre Calnegre y Purias, lo que supone 22 Km. Toda la zona, incluida la línea de costa entre Bolnuevo a El Largo, suma casi 700 Km², un espacio donde se desarrolló una intensa actividad minera.

120 Véase apartado 5.2.

121 Según J.A. y J.G. Gómez Martínez (2006: 505) el yacimiento de Cañada de Alba se corresponde con Las Pocicas, el Cerro de las Yeseras, el Cabezo de la Yesera y La Cañada Honda. En él han excavado L. Siret (Montero 1994: 201), el Conde de la Vega de Sella junto a F. de Motos y E. Jiménez Navarro junto a J. Cuadrado Ruiz.

*Recursos minerales de cobre y su explotación prehistórica en el sudeste peninsular
El valle del Guadalentín.*

La principal elevación es el El Talayón con 879 metros de altura (sierra Almenara). La cresta que desde este punto nos conduce al Talayón de Chuecos, al sudeste, se establece como su espina dorsal al contener las mayores elevaciones de toda la sierra. Entre cerros y sierras se articula toda una red de pequeños valles de arrastre fluvial con microclimas específicos. Pero son las ramblas, alojadas en fracturas neógenas, las que delimitan espacios, definen los pasos, y en gran medida, configuran el paisaje de Almenara. Por un lado están las ramblas con eje norte-sur, como las del Puntarrón, Pastrana, Ramonete, Garrobillo o Minglano y, por el otro, las ramblas con eje oeste a

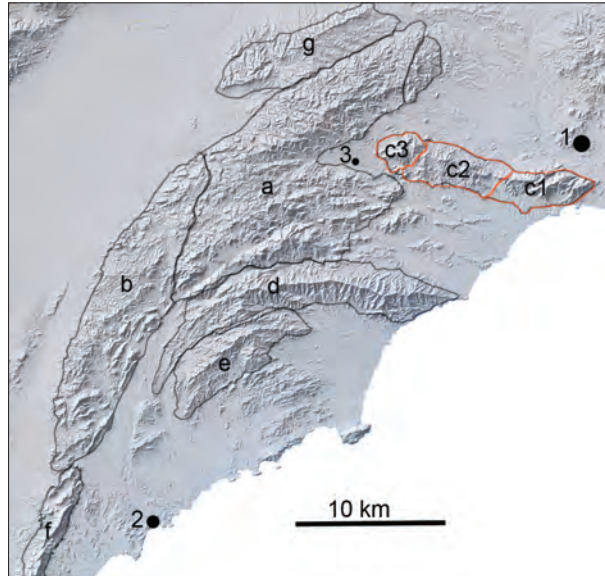


Figura 3.58: Delimitación de las Sierras en las que se ha dividido el macizo. En rojo la zona rica en arsénico. a: Sierra de Almenara; b: Sierra de la Carrasquilla; c: Sierra de las Moreras (rojo: zona rica en arsénico) con c1: Sierra de las Moreras; c2: Sierra de las Herrerías y c3: Sierra del Cuco; d: Lomo de Bas; e: Sierra de los Mayorales; f: Loma de las Aguaderas. Se representan los principales núcleos de población mencionados en el texto con 1: Mazarrón; 2: Águilas; 3: Morata.

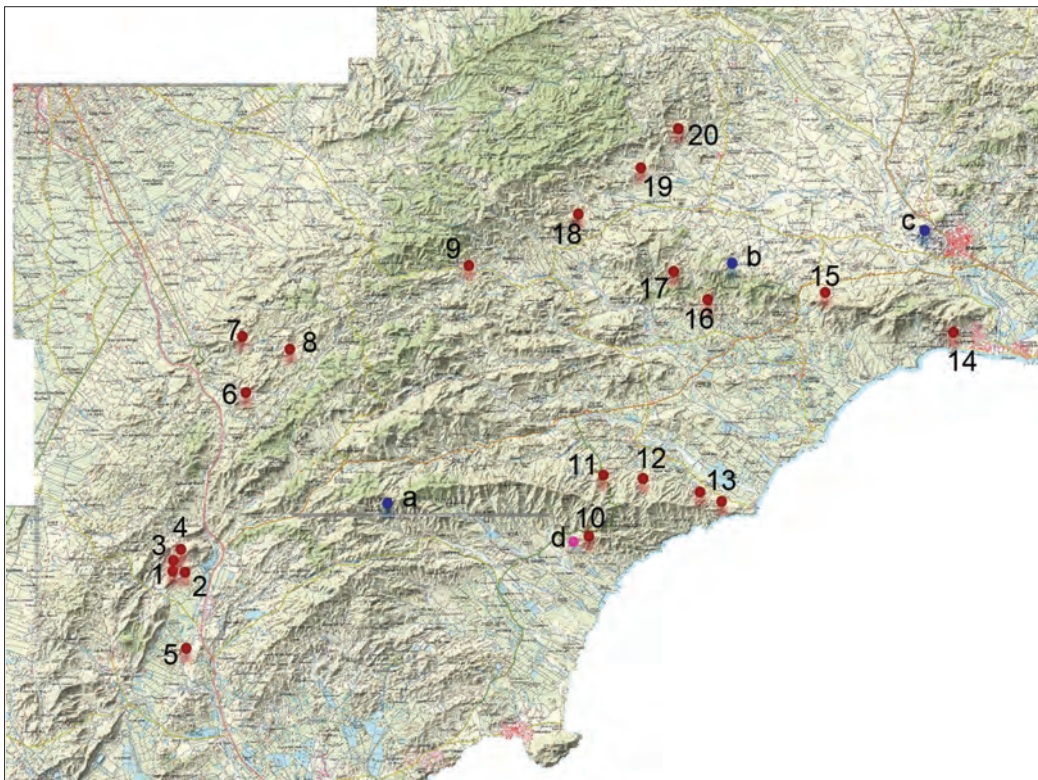


Figura 3.59. Mapa de Relieve con indicación de los indicios prospectados con 1: Rambla de Los Bolos; 2: SSW del Cabezo del Escribano; 3: Mina Cuatro Amigos; 4: La Cerrichera; 5: Minas de Trinidad y Santa Ana; 6: Casa de Don Jimeno; 7: El Molino de Sierra de Carrasquilla; 8: Mina Las Tres Niñas; 9: Mina Artero; 10: La Cuproja; 11: Umbría del Ramonete; 12: SW de la Casa del Moro; 13: Grupo Las Planas; 14: Bolnuevo; 15: N. del Rosario; 16: Calicata Dolores; 17: Barranco Malcamino; 18: Barranco La Sima; 19: Las Crisolejas; 20: S del Vértice del Águila. También se indican las minas de plomo más relevantes con a: Cuesta de Gos; b: Coto Fortuna; c: Cerro de San Cristóbal y Los Perules; y la mina de estaño de El Cantal.

este, como las de Los Manqueses, Talayón o Miñarro. Ellas marcan y separan las diferentes unidades geográficas del territorio.

El poblamiento se concentra, con Mazarrón y Águilas, en sus extremos. Los núcleos pequeños como Morata, Ugéjar, Ramonete (Lorca) o La Atalaya (Mazarrón) sobreviven del recuerdo de la minería pasada y de una agricultura intensiva de invernadero concentrada en los núcleos costeros.

Dadas las dimensiones del territorio en cuestión, las prospecciones se han restringido a aquellos depósitos donde el cobre tiende a ser la sustancia principal o aparecen bajo formas carbonatadas (Fig. 3.59). Las fichas del IGME citan la calcopirita en muchos indicios de tipo BPG. Ello es indicativo de que este se encuentra en profundidad en una paragénesis que conocemos de las memorias mineras del siglo XIX y, en consecuencia, de poca utilidad para nuestro estudio.

3.2.7.2. Geología

Toda la zona es de especial complejidad geológica debido a que se encuentra en el corredor de cizalla de las Béticas Orientales. Además, ha concentrado una actividad magmática importante durante el cuaternario, especialmente en su zona nordeste (Mazarrón y Las Moreras), con la que se relaciona la presencia de los indicios metalogenéticos más destacados. La adscripción geológica de algunos puntos, como en Lomo de Bas, presentan divergencias en torno a su atribución al Complejo Alpujárride o al Nevado-Filábride (Bardaji Azcárate et al. 2010).

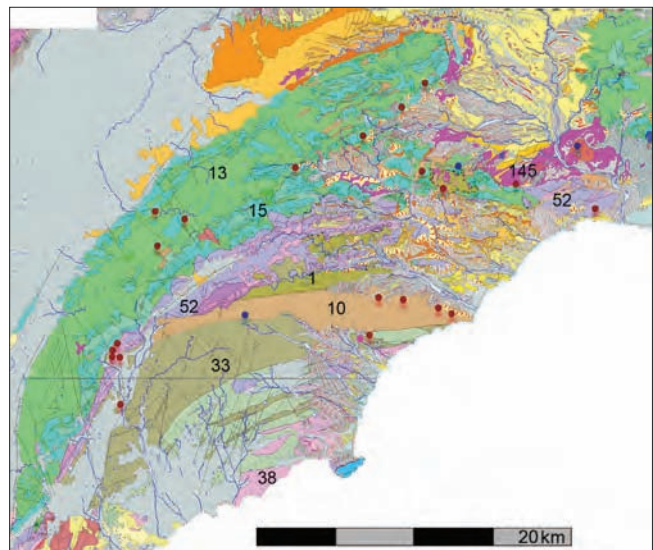


Figura 3.60. Mapa geológico (GEODE 1:50.000) de la zona de Almenara con indicación de las formaciones más relevantes mencionadas en el texto. La numeración se corresponde con el texto.

A nivel tectónico, la representación más importante se corresponde al Complejo Nevado-Filábride, del que están representados sus dos mantos. Los niveles paleozoicos del Manto del Veleta aparecen en Lomo de Bas y en la sierra de las Herrerías, esta última dentro de la sierra de Las Moreras. También la zona del Coto Fortuna se adscribe a estos niveles, surgiendo como una pequeña isla entre materiales del Manto del Mulhacén, a modo de ventana tectónica con afloramientos volcánicos.

La litología del Manto del Veleta tiene dos formaciones relevantes. La primera (GEODE Z2100 n=10) está formada por una alternancia entre cuarzosquistos marrones, es-

quistos grises y niveles de poca potencia de cuarcitas con tonalidades beige o gris. Son abundantes los indicios metalogenéticos en esta unidad. En Lomo de Bas tenemos importantes mineralizaciones de hierro al este, cerca de Calnegre, que puede ir acompañado de cobre en la Casa del Moro, La Umbría de Ramonete o en menor medida en los indicios de Las Planas y Cerro de la Panadera. Hacia al oeste de esta formación abundan los famosos depósitos BPG de la Cuesta de Gos, comparables a los de Cartagena, y que durante mediados del siglo XIX supusieron las principales actividades mineras de la zona. Como ya se ha dicho, en los tramos inferiores de estas mineralizaciones se encuentran sulfuros de cobre y no es extraña la presencia de minerales de estaño, tal como sucede en Cartagena (Fig. 3.60).

El segundo nivel del Manto del Veleta se constituye por esquistos de grano fino con coloraciones del gris plateado al casi negro (GEODE Z2100 n=1). A diferencia de los cuarzoquistos, aquí apenas encontramos mineralizaciones, únicamente en las zonas de actividad volcánica de la sierra de las Moreras pero siempre asociadas al contacto con los cuarzoquistos de la formación anterior.

Las formaciones del Manto del Mulhacén son las que ocupan una mayor extensión, dominando prácticamente toda la sierra de Carrasquilla y de Almenara. Los afloramientos de este manto son importantes en la zona de Las Moreras y continúan hacia la sierra del Algarrobo, al otro lado de Mazarrón. Tiene dos unidades, Superior e Inferior, que básicamente comparten la secuencia litológica. La formación más importante son los esquistos verdes con cloritoide (GEODE Z2100 n=13) que domina toda las sierras de Almenara, Carrasquilla y la sierra del Algarrobo que veremos después. Superpuesta a ella tenemos una formación carbonatada de mármoles con niveles de calcoesquistos, micaesquistos, cuarzoquistos y anfibolitas (GEODE Z2100 n=15). La presencia de minerales metálicos entre los materiales del Manto del Mulhacén no es desdeñable, con tendencia a concentrarse en los materiales carbonatados. Aquí aparecen algunas minas de cobre como Las Crisolejas, Mina Artero, Las Tres Niñas, todas ellas descritas como de morfología filoniana de impregnación. La presencia de arseniatos en Las Crisolejas y su ausencia en las minas más occidentales se vincularía a los procesos epigenéticos neógenos.

El Complejo Alpujárride queda representado por tres unidades principales. De abajo arriba son la Unidad Peñas Blancas, La Unidad de Cabo Tiñoso y la Unidad de Ramonete. Todas ellas, como es habitual en el conjunto Alpujárride, presentan un grupo detrítico inferior y un grupo carbonatado superior. A ellas debe sumarse la Unidad Cantal, únicamente representada por un miembro inferior de cuarzoquistos grisáceos y cuarcitas beige-rojizas con granates (GEODE Z2100 n=34) y otro superior de esquistos con estaurólita (GEODE Z2100 n=33). En este tramo Paleozoico es donde encontramos algunas minas interesantes como las de la Cuproja, y toda la zona del Cantal, con presencia de estaño. También aquí encontramos un importante número de minas de hierro y plomo que pueden estar acompañadas de cobre, siguiendo la misma distribución que

ya hemos visto en las cuarcitas del Manto del Veleta con las que están en contacto al norte.

Los niveles triásicos Alpujárrides aparecen por lo general muy adelgazados debido a la actividad tectónica. La única mineralización de cobre claramente sobre estos niveles es la de Bolnuevo que aflora en el contacto entre la formación de filitas del Triásico-Inferior y la formación carbonatada del triásico Medio-Superior. En la zona de las Aguaderas las mineralizaciones de cobre aparecen en estrechas franjas de contacto entre los niveles paleozoicos del Nevado-Filábride y los triásicos Alpujárrides.

Además de estos niveles que conforman la mayor parte del basamento, hay una actividad volcánica muy relacionada con los accidentes tectónicos. El grupo de rocas volcánicas mejor representado es el dacítico, así como andesitas calcoalcalinas potásicas del Tortonense Superior. Sus características indican que proceden de la fusión de rocas metasedimentarias. La mineralogía original de estas rocas volcánicas ha sido afectada por procesos hidrotermales intensos influenciando en la formación de los depósitos de minerales metálicos (Bardaji Azcárate et al. 2010, p.61-62 y 137)

Junto a estos afloramientos es donde encontramos las mineralizaciones de BPG más importantes como el Coto Fortuna, Pedreras Viejas, el Cabezo de San Cristóbal y el Cabezo de los Perules. Este tipo de rocas volcánicas también se han observado en zonas no aflorantes como en Lomo de Bas, por lo que también pueden relacionarse estas mineralizaciones con la actividad volcánica Tortonense (Espinosa et al. 1972) y los procesos hidrotermales posteriores.

En cuanto al cobre, podemos relacionar con esta actividad volcánica indicios como los de la Mina Dolores, o el Barranco de Malcamino, caracterizados por una fuerte presencia de arsénico tanto en los compuestos férricos como cupríferos. Es posible que otras mineralizaciones arsenicales como en Las Crisolejas o Bolnuevo en los extremos norte y sur de la sierra de Las Moreras, aún y estar alejados de los afloramientos de rocas volcánicas, estén afectados por estos procesos neógenos.

En los casos mejor conocidos, los de las minas BPG, la mineralización se corresponde a sistemas de filones o stockworks que alcanzan entre los 400 y los 650 metros de profundidad, como en el Cabezo de San Cristóbal, Coto Fortuna y El Pozo de Santa Rosa (Sierra de las Herrerías). Los filones contienen paragénesis de galena, pirita, calcopirita y sulfatos, en ocasiones con la ya citada presencia de estaño y, también, cinabrio.

3.2.7.3. Minería y Metalogenia

Ya hemos visto como la minería en Lomo de Bas y en general en la zona de Mazarrón fue, junto a Cartagena, el principal motor minero de Murcia. El desarrollo de esta minería va parejo al de sierra Almagrera y en un principio se centró en la explotación de los depósitos BPG (Blenda-Pirita-Galena) que se presentan concentrados en las inmedia-

ciones de Tébar, la Cuesta de Gos y en las cercanías del propio Mazarrón. Fue durante estos primeros años de explotación cuando se intentó beneficiar sin éxito el estaño de la Cuesta de Gos.

Posteriormente vendría la explotación de hierro que, a diferencia del plomo, se concentró en la explotación a cielo abierto. Esta minería ha dejado un importante rastro visual bajo la forma de grandes trincheras y canteras que delatan, más allá de las escombrecas, la actividad minera en el paisaje. Los grandes cotos mineros de hierro se distribuyen por toda en la sierra de La Carrasquilla y al norte de la sierra de Las Moreras, en la sierra del Cuco. También Lomo de Bas tuvo importantes explotaciones de hierro, concentradas entre las ramblas de Pastrana y Ramonete. Se pueden citar las Minas Franco-Hispana e Italiana al norte de Parazuelos como labores de más entidad¹²².

Asimismo es interesante la investigación de la metalogenia del estaño en la zona del Cantal y Lomo de Bas. Toda la zona fue declarada Reserva de Estaño a favor del Estado (IGME 1984b) tras la realización del Mapa Metalogenético de España (Sierra et al. 1980). Las investigaciones tenían por objetivo delimitar la zona de mayor concentración de estaño de toda la zona Lomo de Bas y la cuenca del Garrobillo, con los aportes de las ramblas del Garrobillo y de Pinares. Durante el estudio se observó que más que en las grandes mineralizaciones de BPG, la mayor concentración de estaño se cerca del núcleo del Cantal, con dos minas que intentaron explotarse con poco éxito a lo largo del s. XX, la Mina El Cantal y la Mina la Cobriza. En ninguna de las dos se consiguió obtener estaño rentable económicamente y las labores siempre fueron abandonadas a las pocas semanas de trabajo. De ellas, el socavón de la Cobriza, también conocida como Cuproja, es la que presenta una mayor concentración de estaño pese a una mineralización poco potente. El estaño se presenta aquí bajo la forma de cristales aislados de casiterita, aunque a veces se corresponde a una variedad xiloide solo visible al microscopio. La casiterita xiloide es la más habitual en el resto de mineralizaciones de Lomo de Bas y también de Cartagena. En las mineralizaciones de El Cantal, el estaño aparece como secundario del hierro y asociado a jarosita, malaquita y a rocas como la milonita. Del cobre, los estudios del IGME del todo en uno del filón presentaban una concentración del 0,05 %. Las concentraciones de cobre conseguidas en nuestro trabajo, aunque algo mayores por la concentración manual, siguen siendo muy pobres. Por su parte, en estos análisis el estaño no supera las 400 ppm.

Desde los análisis de los Siret de minerales de Parazuelos donde detectó trazas de estaño (Siret y Siret 1890a), se ha sugerido la posibilidad de conseguir bronce naturales bajos en estaño a partir de los minerales de Lomo de Bas (Lull 1983, p.440). A tenor del tipo de mineralización que encontramos y su paragénesis independiente del cobre, es prácticamente imposible que se pudieran conseguir aleaciones de este tipo con los minerales de Lomo de Bas. Además, solo en un indicio se presenta como cristales reco-

122 Minas prospectadas en su momento por C. Domergue (1987) a mediados del s. XX.

nocibles de casiterita, mezclado con minerales complejos de hierro y no con cobre como elemento base. Por ello debemos considerar que los minerales cupríferos de Lomo de Bas, aún y tener trazas de estaño, no permitirían la producción de bronce naturales. En los análisis de L. Siret sobre artefactos de Parazuelos solo un análisis detectó pequeños indicios de estaño en consonancia con los minerales y escorias que se encontraron en el sitio (Siret y Siret 1890a).

3.2.7.4. Minas de Cobre

Debido a su nuclearidad respecto a la Bastida y a su importante historia minera la sierra de Almenara ha sido la zona más prospectada. A parte de los 20 indicios de cobre que se describen en las fichas, también se han visitado otras minas como el Coto Fortuna, con presencia de carbonatos de cobre en uno de sus socavones, las minas de hierro de El Rosario o las de estaño de El Cantal¹²³. La presentación de las prospecciones seguirá un eje SW-NE, como el propio arco que marca la sierra. Se empezará por las minas más meridionales de Tébar y seguiremos con los indicios de la Carrasquilla. Después trataremos las explotaciones de Lomo de Bas y Las Moreras y cerraremos el apartado con los indicios más septentrionales de Almenara.

Carrasquilla

Al oeste y sudoeste del Cabezo del Escribano, (Tébar, Águilas) tenemos una zona con una intensa minería contemporánea de extracción de plomo donde varios indicios presentan a la vez minerales accesorios de cobre. A diferencia de los depósitos BPG de Lomo de Bas, en este caso se cita la presencia de carbonatos de cobre junto a hidróxidos de hierro, lo que justificaba su prospección. El tramo mineralizado encaja en la zona de contacto entre los micaesquistos y los esquistos grafitosos nevado-filábrides. La explotación más importante, correspondiente con la **Mina Cuatro Amigos (ID25)** está en la falla N150 que afecta al cabalgamiento entre los pisos nevado-filábrides y las filitas y cuarcitas alpujárrides.

La **Mina Cuatro Amigos (ID25)** hace referencia a un grupo de pozos, casas de minas y socavones que se dispersan a lo largo de una vaguada hasta el vecino cabezo de la Horma. Toda la zona está llena de minados y estériles, haciendo muy difícil el reconocimiento de labores. Además, las escombreras asociadas presentan el mineral muy lavado y triturado por lo que es raro poder encontrar ejemplares de buena calidad. El único punto donde se han podido reconocer minerales de cobre es en las escombreras asociadas a un pozo, por lo que éste debe proceder de cotas profundas. En las demás, algunos pequeños nódulos de galena entre los estériles de esquisto. El IGME asocia el cobre a la mineralización BPG general de la mina. Todos los minerales de cobre recogidos

123 Las minas de la Cuesta de Gos fueron prospectadas con anterioridad por el Proyecto Bastida (Goldenberg y Hanning 2009)

dos se corresponden con una mineralización de Cu-Fe en el que el plomo solo aparece en trazas.

Otro sector prospectado ha sido el complejo minero conocido como **Rambla de Los Bolos (ID75)**. Del conjunto de labores, la más ostensible es un frente de cantera que se supone debió seguir en forma de socavón. Ahora está colapsado de derrumbes y no se aprecia la entrada. También aquí el mineral es muy escaso. Únicamente se consiguió recuperar carbonatos de cobre impregnando óxidos de hierro en la escombrera de una casa de tratamiento de mineral, en la parte baja de esta explotación y junto al pozo principal.

Del último indicio prospectado aquí, **S-SW Cabezo del Escribano (ID77)**, no se consiguió identificar mineral de cobre. Se trata de un socavón hundido cuyas escombreras han sido removidas por la construcción de una gran balsa de riego.

A 3 Km al sur del Cabezo del Escribano encontramos la mina **Trinidad y Santa Ana (ID78)**, en el Cabezo Minado de Charcón. Se trata de un pequeño cabezo aislado en la confluencia entre las ramblas de Los Bolos y El Charcón. Las labores que lo horadan ya fueron prospectadas por C. Domergue (1987, p.57), quien identificó una explotación romana para la plata que alcanzó cotas de 100 metros de profundidad. En sus laderas se abren varias rafas profundas que continúan hacia el interior. En este caso el único mineral de cobre identificado por el IGME es la calcopirita, pero su explotación antigua dotaba de interés el enclave. Como sucede en la mayoría de minados de gran calibre, los estériles estaban tratados con sulfuros y fue imposible identificar minerales de cobre. Tampoco hallamos indicios de un posible aprovechamiento pre-romano.

A dos kilómetros al oeste del castillo de Tébar y aún sierra de La Carrasquilla se encuentra el paraje de **La Cerrichera**¹²⁴ (**ID82**). En él se ha documentado una calicata prospectiva en una ladera con fuerte pendiente¹²⁵. La calicata tiene forma cuadrangular y mide 4 m de largo por 3 m de ancho y poco más de dos metros de altura máxima. Se interrumpe bruscamente en el cambio de litología de los mármoles a los esquistos, que marcan el fin del tramo mineralizado de impregnaciones de malaquita y óxidos de hierro sobre mármoles brechificados. El indicio fue descubierto durante las prospecciones arqueológicas de urgencia vinculadas a la Finca Hispania (Pujante et al. 2005) y junto a él apareció un fragmento informe de cerámica prehistórica¹²⁶. Durante nuestra exploración

124 Según B. García Ruiz, quien solicitó una explotación de barita con el nombre de "El Sol" en la zona (2001: 191), cerricera es el antiguo nombre que se le daba a la baritina.

125 La existencia de este indicio fue conocida gracias al interés de Ana Pujante, a quien agradezco que me facilitará la información para su localización.

126 Aquí hay una contradicción en el texto del informe. Mientras en el texto del informe se especifica que la cerámica se encontró en las inmediaciones del indicio, las coordenadas que se aportan de ambos los sitúan a más de 600 metros de distancia. Hemos podido comprobar que las coordenadas de la mina son correctas, por lo que probablemente se trate de un error tipográfico en las coordenadas de la cerámica.

se han observado minerales dispersos del mismo tipo en varios puntos de la ladera sin labores asociadas. Tanto el mineral de la calicata como los que aparecen dispersos se presentan como impregnaciones muy diseminadas y de bajo rendimiento lo que explicaría el rápido abandono de la calicata. La ausencia de cualquier evidencia de minería prehistórica junto con la pobreza general de la mineralización desaconseja vincular la cerámica prehistórica a la explotación de cobre.



Figura 3.61. Escorias metalúrgicas junto a las labores de la Casa Don Jimeno.

En el paraje de la **Casa de Don Jimeno (ID72)** las labores se encuentran en una pequeña depresión entre dos cerros de la vertiente noroeste del Alto de las Quimeras que asoma a la subida al Puerto de Purias. La mineralización se presenta en una isla de mármoles paleozoicos rodeada de micaesquistos con feldespatos. Es el mismo contexto geológico de la Cerrichera y también se repite en otras minas de La Carrasquilla como Las Tres Niñas y el Molino de Carrasquilla. Toda la zona ha sido explotada intensamente durante el s. XX para hierro, con minas como Vulcano¹²⁷ a 1,2 km al nordeste o la Mina de las Quimeras, a poco menos de 1 km. al este.

Se han identificado tres pequeñas labores cercanas entre sí. La primera es un frente de cantera parcialmente hundido y actualmente muy cubierto de vegetación que dificulta la observación. Otro punto de extracción de mineral viene definido por un socavón hundido en cuyo alrededor encontramos un importante número de escorias de apariencia reciente que se diseminan por la fuerte pendiente. Este abundante registro de escorias contrasta con la poca presencia de minerales. Los planos de fractura de las escorias presentan una textura masiva con granos de milimétricos de sílice sin fundir (Fig. 3.61). El último punto donde se han detectado el arranque de mineral es un socavón totalmente colmatado y afectado por la roturación de la zona de acceso. Queda algo de escombrera pero ha sido removida en labores agrícolas. La presencia de minerales en superficie es muy escasa y, como en el resto de puntos, tampoco se han localizado minerales en posición primaria.

En las vertientes meridionales del Cerro del Portajo, junto a la Casa de Reverte se ha prospectado el indicio de **El Molino (ID46)**. Se presentan también aquí varios aflora-

127 Durante la explotación de la Mina Vulcano se encontró lo que podría ser un enterramiento calcolítico en cueva (Pato y Peña 1918). La descripción del hallazgo se realiza en la síntesis arqueológica de este apartado.

mientos de cobre secundarios de una mineralización principal de hierro bien representada en la inmediata mina de El Portajo. La explotación de los afloramientos de cobre es muy residual y consiste en dos pequeñas trincheras, muy colmatadas de sedimento, de las que nos es posible conocer su morfología original. Asociados a la trinchera se localizaron varios bloques con flores dispersas de malaquita recubriendo cristales de calcopirita. La matriz general del bloque es siderita (Fig. 3.62). Tam-



Figura 3.62. Flores de malaquita recreciendo sobre cristales de calcopirita en una matriz de siderita.

bién encontramos minerales de cobre, en este caso crisocola, malaquita y azurita en un aprisco cortado por el camino de acceso a la mina de El Portajo. El mineral aparece de forma dispersa, ya sea en impregnaciones o en vetas milimétricas entre los mármoles tableados. No es posible determinar labores asociadas a la mineralización pero en la zona del afloramiento no supera los cinco metros de longitud.



Figura 3.63. Posible localización de la zona con escorias antiguas a partir de la restitución de la toponimia antigua utilizada de P. González en 1944 (Fuente del mapa: IDERM).

Cierra el grupo de la Carrasquilla la **Mina de las Tres Niñas o La Carrasquilla (ID52)** (Goldenberg y Hanning 2009). Junto con Santa Isabel, posiblemente fue la mina de cobre de Murcia más trabajada durante la segunda mitad del s. XX. La mina nos es bien conocida gracias al informe P. González de 1944 publicado por B. García Ruiz (2001). De dicho informe se extrae que las labores visibles antes de empezar la nueva explotación se caracterizaban por ser angostas y con mucha inclinación. Según el autor fueron realizadas a principios de siglo, aunque no es posible verificarlo. También reseña la presencia de escorias con pintas de cobre en el collado entre el Cabezo de las Minas y el Cabezo de las Cuevas, inmediatamente al sur, y lo relaciona con una explotación antiquísima ante la ausencia de estructuras conservadas. Una situación parecida a la que acabamos de describir para la Casa Don Jimeno y que también hemos visto en Santa Primitiva y Cerro Minado.

Durante las prospecciones se tuvo especial atención a la zona donde cita el hallazgo de las escorias sin poder detectarlas (Fig. 3.63). Hay un importante número de labores, que

incluyen calicatas, socavones con galerías, pozos y pequeñas canteras, concentradas en 3 zonas. En varios puntos los trabajos agrícolas de los últimos años han seccionado tramos mineralizados o dispersado las escombreras. La explotación más visible es el socavón en la parte baja del cerro del s. XX. Había bastantes expectativas en una posible explotación prehistórica de esta mina por la cantidad e intensidad de la explotación moderna, pero los minerales, entre los que se cita azurita, malaquita, bornita y calcopirita son muy pobres y aparecen casi siempre como impregnaciones en pizarras. Sabemos que hay un tramo mineralizado con calcopirita que los mineros de la segunda mitad del s. XX dejaron de lado al centrarse exclusivamente en los esquistos impregnados de carbonatos. Esta calcopirita aflora en algunos puntos y se muestra como pequeños filoncillos entre en los esquistos. Es de destacar que pese a la abundancia de mineral ha sido imposible encontrar un fragmento de buena calidad o que mostrara una concentración interesante. En ninguna de las prospecciones del indicio se ha conseguido identificar elementos que sugieran una posible explotación prehistórica.

La **Mina Artero o Mina Juanito (ID51)** se encuentra junto a la rambla de Los Manqueses y la carretera de Morata a Lorca. Dada su situación y a la construcción de un restaurante y al cultivo de las terrazas inferiores la explotación se presenta muy alterada. Su explotación empezó a mediados del s. XIX ya que la encontramos en el libro de demarcaciones de 1861, mencionada como Mina La Valiente y la Buenaventura en el paraje de Artero (Morata). En ella se describe un pozo vertical de 12 m en un criadero cobrizo, con una vena singular entre capas de arcillas y ganga pizarrosa con carbonatos y óxidos de cobre. También F. Botella (1868) nos habla de la mina Providencia en Morata, cerca de una erupción diorítica, donde el cobre aparece “*en estado nativo y filamentos muy delicados*”. No obstante, igual que en Las Tres Niñas, su explotación se desarrolló con mayor intensidad durante la segunda mitad del s., también de la mano de B. García Ruiz.

Actualmente se ha construido un restaurante y un espacio ajardinado junto al socavón principal y su acceso se encuentra completamente colmatado. Ni en la su entrada, ni en las inmediaciones del socavón se encuentra mineral, conservándose solo bloques impregnados utilizados como mampostería en los muretes del ajardinamiento. También aparece mineral en los campos de almendros inmediatos, junto a la rambla, fruto de la dispersión de las escombreras. Los minerales aparecen dispersos y normalmente de pequeño tamaño pero con una concentración de cobre que puede ser muy elevada. Algunas fuentes señalan la mayor riqueza del



Figura 3.64. Zona de la entrada del socavón de La Cobriza (ID64). En este punto es donde las investigaciones del IGME localizaron las mayores concentraciones de estaño.

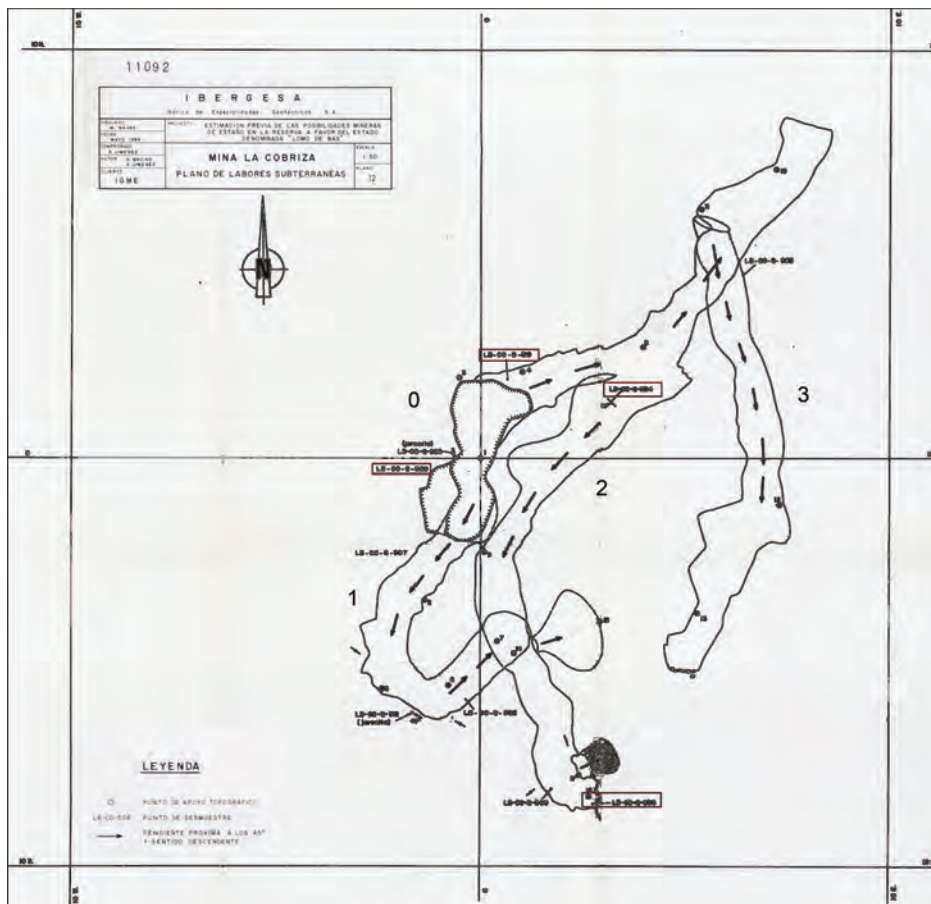


Figura 3.65. Plano de labores de la Mina La Cobriza según el IGME (IGME 1984).

mineral de la Mina Artero que en Las Tres Niñas o del resto de minas de La Carrasquilla (García Ruiz 2001: 146). La ficha de campo del IGME para el Mapa Metalogénico de España (Sierra et al. 1980) señala la presencia cinco pozos de poca profundidad y una explotación de hierro a cielo abierto de 30 m de longitud. Se ha prospectado ésta última zona sin encontrar mineral de cobre. En cuanto a los pozos, el acceso se encuentra cerrado por una propiedad privada.

Lomo de Bas

Ya hemos hablado de las mineralizaciones estanníferas del Cantal y Lomo de Bas. En cuanto al cobre, sólo aparece relacionado en la mina de **La Cuproja o La Cobriza (ID64)**. La mineralización, filoniana, se forma en dos sistemas de fracturas entre los micaesquistos y cuarcitas de la base del Complejo Alpujárride. Hay varias labores visibles en superficie. La principal es un socavón vinculado a los intentos de explotación de estaño durante el siglo XX (Fig. 3.64). En el interior se desarrollan 3 galerías todas con inclinación aproximada de 45° y un desarrollo total de 50 m (Fig. 3.65). La escombrera de este socavón es la que presenta mayor cantidad de mineral cuprífero, preferentemente impregnaciones de malaquita. Junto al socavón también hay una calicata de planta irregular con tendencia ovoide, de 9 por 3 m e impregnaciones de malaquita

en la pared este. Finalmente también se abrió una trinchera de 60 m en un plano de fractura para el beneficio de hierro y sin apenas minerales de cobre en su escombrera. Los minerales de cobre de La Cobriza son muy pobres, principalmente impregnaciones y diseminaciones de carbonatos de cobre que nunca llegan a formar un verdadero filón. Como veremos después, su concentración manual no permite obtener concentraciones interesantes de mineral.

El indicio de **Umbría del Ramonete o Los Paredones (ID63)** se encuentra a media ladera de un cerro alargado en la falda septentrional del Lomo de Bas, cerca de la carretera que lleva de Ramonete a El Cantar. Se trata de un conjunto de pequeñas labores prospectivas que dada la poca entidad de la mineralización de cobre, estarían enfocadas a la explotación de óxidos de hierro. Toda la zona presenta numerosos calicateos en relación a líneas de fractura que en la zona tienen a seguir dos ejes aproximados, uno entre N°140 y N°100 y, el otro, entre N°220 y N°240. La mineralización se forma en la serie metamórfica de cuarcitas feldespáticas del Manto del Veleta. El cobre tiende a formarse como impregnaciones del hierro o como pequeñas láminas milimétricas. Las labores identificadas son dos pequeños socavones contiguos cuyo origen es una única calicata. El socavón este tiene una longitud de unos 15 m con una pequeña cámara absidal al final llena de sedimento. El situado al NE está completamente colapsado pero presenta impregnaciones de carbonatos/arseniato de cobre en las paredes de la entrada. La escombrera de ambos socavones es de poca entidad aunque contiene bastante mineral de cobre. La explotación principal se corresponde con la del hierro de principios de siglo, por ello el mineral de cobre era abandonado a pie de mina. En la cresta rocosa de la misma ladera aparecen impregnaciones de óxidos de hierro y posibles calicateos, sin que se haya podido apreciar la presencia de cobre. Este afloramiento es interesante porque muestra una composición química diferenciada de las cercanas minas de La Cuproja o SW Casa de los Moros. En este caso se trata de minerales secundarios enriquecidos como la conicalcita y la olivenita, aunque también aparecen otros minerales como la brochantita, lavendulana y malaquita.

Arqueológicamente, la zona más interesante de Lomo de Bas la encontramos en las cercanías del poblado de Parazuelos (Fig. 3.66). El hecho diferencial no radica en unas mineralizaciones más ricas o con evidencias arqueológicas si no en la necesidad de identificar y caracterizar los puntos de abastecimiento de este poblado, que veremos en detalle en el capítulo 5. En cualquier caso son varias las hipótesis sugeridas (Siret y Siret 1890a; Lull 1983; Ros Sala 1985; Domergue 1987; Domergue 1990) sin que ninguna haya podido ser confirmada. Sorprendentemente en ninguna de ellas se hace referencia a las mineralizaciones de cobre más cercanas al poblado y que coinciden con la descripción original de Siret (Siret y Siret 1890a). C. Domergue (1987, p.357-358; MU2) aludía a la probabilidad de que Siret se refiriera a La Mina la Panadera, en Calnegre, donde no aparecen indicios de cobre. En otro trabajo (Ros Sala 1985) estas minas eran identificadas como las minas Las Planas (ID61), muy cercanas a las de La Pana-



Figura 3.66. Indicios de hierro (naranja) y hierro-cobre (verde) entre 1 y 3 km al "sur" de Parazuelos. 1: Cerro de la Panadera; 2: Las Planas 1; 3: Las Planas 2; 4: Este de Lomo de Bas; 5: SW de la Casa del Moro; 6 a 8: S de la Casa del Moro.

dera y con varias labores en trinchera y un pozo. En este caso sí encontramos minerales de cobre, aunque se trata de impregnaciones muy superficiales principalmente sobre esquistos.

En realidad, como se observa en la figura 3.66 el número de indicios que pueden atribuirse a la sugerencia de L. Siret es bastante superior al de estas dos propuestas. Los más interesantes, tanto por la calidad de sus minerales de cobre como por su cercanía a Parazuelos son los números 5 a 8 de la figura 3.66. Estos se encuentran realmente al sur y no al sudoeste como las Planas y La Panadera y distan de Parazuelos entre 1 y 2 kilómetros. Muy posiblemente la observación de Siret, ambigua, hiciera referencia a todo el conjunto y no a una labor en concreto. Por otro lado los minerales de Parazuelos, al corte presentan una estructura de pequeñas

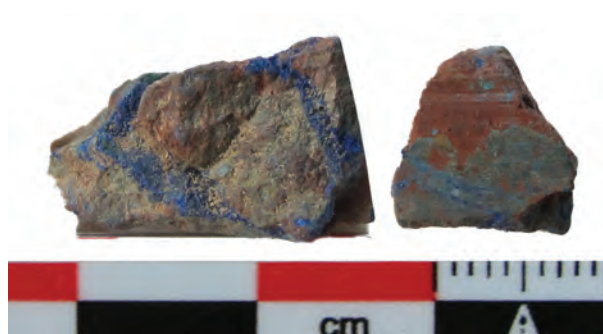


Figura 3.67. Mineral procedente de Parazuelos. Con pequeñas vetas de azurita sobre matriz férrica. Es mineral tiene inclusiones milimétricas de calcopirita en la matriz.

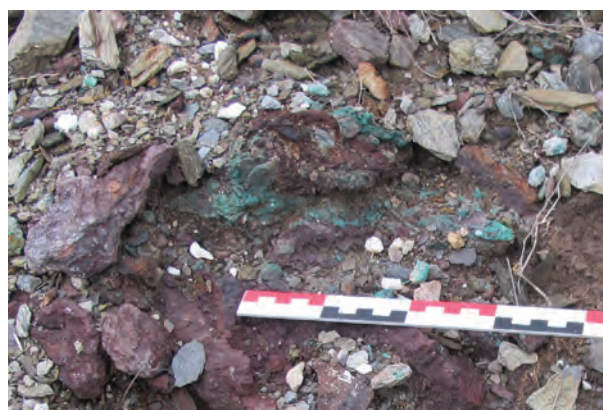


Figura 3.68. Detalle del afloramiento en la ladera de la labor 3 de la Casa del Moro.

vetillas milimétricas entre los óxidos de hierro, de tipo stockwork (Fig. 3.67), que no encontramos en ninguno de los pequeños afloramientos de los que estamos hablando.

Las mineralizaciones de ésta área se generan en la serie metamórfica de cuarcitas feldespáticas del Manto del Veleta. Este nivel presenta intercalaciones de micaesquistos grafitosos negros y cuarzoesquistos donde encaja la mineralización filoniana, con dirección E-W y buzamiento subvertical. En algún punto se observan varias venas paralelas de pocos cm de espesor, que pueden ser concordantes con las capas de cuarzoesquistos o seguir cataclasitas discordantes.

El conjunto de labores más cercano a Parazuelos viene identificado por el indicio de la **Casa del Moro (ID62)**. Las pequeñas explotaciones son divididas por el IGME entre el S y SW de la casa del Moro, siendo éste último donde el IGME superpone la importancia del cobre al hierro. Encontramos aquí un grupo de tres pequeñas explotaciones de carácter prospectivo. La primera es una pequeña calicata de 6 m de longitud por 2 m de anchura y 1 de profundidad muy colmatada. A 30 metros al sudeste de este punto hay otra pequeña calicata que recorta el perfil de la ladera y de la que solo es identificable la escombrera. También aquí el cobre es muy escaso, impregnando la superficie de algunos minerales de hierro. Finalmente, a 90 metros al sur, aparece el afloramiento de cobre de mayor entidad, visible interrumpidamente a lo largo de treinta metros de ladera, hasta la rambla. En su límite superior tiene un pequeño socavón prácticamente colmatado. Aquí el mineral de cobre es más abundante y puede aparecer en nódulos de carbonatos separados del hierro (Fig. 3.68).

El mineral de cobre se presenta tanto en pequeños nódulos de malaquita y azurita, como en forma de rellenos en fisuras de los óxidos de hierro. En algunos casos es posible obtener de forma manual una buena separación del hierro, que pese a las observaciones del IGME conforma la mineralización principal de este indicio.

Hacia al sudoeste encontramos otro grupo de pequeñas explotaciones identificadas como **Mina Las Planas (ID61)** y que beneficia el mismo tramo mineralizado. En general la entidad de las labores es mayor que en el caso precedente pero la presencia de cobre es muy esporádica y peor calidad. Este conjunto termina en el Cerro de La Panadera documentado por C. Domergue, sin que en ningún lugar se cite la presencia de cobre.

El conjunto que abordamos se compone de 2 grupos de labores. Empezando desde el este (número 1 de la fig. 3.66) tenemos un primer grupo donde la explotación principal es un pozo de más de 30 m de profundidad en la parte alta de un cerrillo. En su ladera, y parcialmente tapado por la escombrera del pozo, hay una roza dirección NW-SE. Entre los materiales de la escombrera dominan la goethita, a veces irisada y, junto a ella, encontramos jarosita, barita y malaquita. En este caso la malaquita se encuentra asociada a la pizarra en forma de impregnaciones. A 50 metros al SE encontramos una trinchera de 8 x 1,5 m y 2 metros de profundidad máxima. En la escombrera vuelven a aparecer impregnaciones de cobre en óxidos de hierro en las cuarcitas. Además también presen-

ta goethita y jarosita entre los minerales principales. A su lado una pequeña trinchera con las mismas características. Otros 45 metros hacia el SW hay otra trinchera. Esta se excava en los esquistos y tiene dos pequeños socavones sin que se aprecien minerales de cobre en el conjunto. Finalmente, encontramos otra pequeña trinchera, posiblemente de exploración, situada a 115 metros al oeste del pozo. Sus medidas son 10 x 2 m en dirección NE-SW.

El conjunto de labores marcado como 3 en la figura 3.66 se encuentra a 730 metros hacia el noroeste. La mina se compone de dos pozos de 25 m de profundidad, dos trincheras en dirección N-S en las que se abren varios socavones y una calicata cerca de la casa de labores. En las escombreras se observa la presencia de goethitas irisadas y otros óxidos de hierro. En nuestro caso no se observamos minerales de cobre aunque el IGME cita malaquita y calcopirita.

En conjunto el cobre que aparece en estas labores es muy pobre, con impregnaciones que nunca llegan a constituir una mineralización propia y que por aspecto y estructura se distancian mucho de los minerales observados en Parazuelos.

Las Moreras

Junto con la sierra de Almenara aquí encontramos las mineralizaciones más interesantes. Desde **Bolnuevo (ID65)** hasta **Las Crisolejas (ID54)** se forma un arco SE-NE donde es habitual encontrar pequeños indicios de cobre y cobre-hierro altamente enriquecidos en arseniatos y sulfoarseniuros, posiblemente delimitando una mayor actividad epigenética neógena. Los minerales más significativos de estos depósitos, que nunca llegaron a tener una explotación económica importante, son lavendulana, olivenita, conicalcita y crisocola. De todo el conjunto, los sitios más representativos de la variedad y diversidad mineral son la **Calicata Dolores (ID58)** y **Barranco del Malcamino (ID57)** aunque la explotación arqueológicamente más interesante es la de **Las Crisolejas (ID54)**. Excepto algunos ejemplares aislados, tampoco el cobre de estos indicios se presenta de forma masiva, siendo en su mayor parte diseminaciones de poca relevancia entre la ganga calcítica o el mineral secundario de hierro.

Empezando por el este, la primera explotación que encontramos es la de **Bolnuevo (ID65)**, en el cabezo de Los Pájaros. Es la mina de cobre de mayor envergadura de la zona de Lomo de Bas y Las Moreras por lo que extraña que no haya sido catalogada con anterioridad. La mina presenta un socavón de entrada principal al que se accede a partir de un terraplén construido con mampostería debido al desnivel del terreno. Junto al acceso se observan impregnaciones de crisocola, que presuntamente han estado repicadas recientemente. Una vez dentro se abren varias galerías con un recorrido horizontal. Una de estas galerías secundarias da acceso al exterior a unos tres metros por debajo del socavón de entrada. Las dimensiones de las galerías, bien conservadas, son de 1,7 metros de alto por un ancho variable entre 1,5 y 2 m. En varios puntos encontra-



Figura 3.69. Galería con fortificación lateral de la mina de Bolnuevo.



Figura 3.70. Vetas de cobre en las calizas de Bolnuevo.



Figura 3.71. Cristalización de conicalcita y crisocola en una de las muestras. Ancho de la imagen 1 cm.

mos muros de fortificación lateral (Fig. 3.69). El cobre se presenta en vistosas vetas centimétricas, asociado a óxidos de hierro y junto a vetas de cuarzo (Fig. 3.70). Se encuentra tanto en los laterales como en el techo, a veces formando pequeñas bolsadas o lentejuelas de escasa potencia. Es frecuente que el mineral de cobre aparezca bajo la forma cristalizada de conicalcita y crisocola (Fig. 3.71). Pese a la interesante mineralización que aparece no se han observado elementos que permitan suponer su explotación prehistórica.

Hacia al oeste y cerca del Coto Minero de Pedreras Viejas (Domergue 1990; Antolinos y Soler Huertas 2008), el IGME cita el indicio de cobre del Norte del Rosario (ID56) con presencia de calcopirita. En el punto señalado encontramos un pozo de explotación de hierro sin presencia de cobre. En las prospecciones por toda la ladera septentrional entre el Puerto de los Morales y el Puntarrón se han localizado varias minas de hierro, pero sin detectar cobre en ninguna de ellas.

Sí aparece cobre y bajo formas espectaculares en la **Calicata Dolores (ID58)** que comparte el tramo mineralizado de la Mina Dolores, a 600 metros hacia el sudeste. La primera se sitúa en la cima de una loma alargada de la sierra de las Herrerías (Sierra de Las Moreras), en el margen derecho de Barranco del Montegrifo. Mindat¹²⁸ recoge para

128 <http://www.mindat.org/loc-15649.html>



Figura 3.72. Interior de la Calicata Dolores. Se observan varios agujeros y bloques de gran tamaño arrancados por los coleccionistas de minerales. Los bloques del fondo marcan el inicio de la galería colapsada.

el pequeño sitio 38 tipos de minerales, de los que para tres es el primer sitio donde se han identificado. La explotación más visible es una rafa inclinada de unos 15 m de largo por 3,5 m de ancho, orientada a 350° norte (Fig. 3.72). Antiguamente, en el límite inferior se abría una galería de unos 20 m que hoy aparece taponada. Las paredes de la rafa muestran actualmente pocos puntos de mineralización, si bien entre los escombros se ven minerales de buena calidad. La altura máxima de la rafa en el frente de talla alcanza una profundidad de cuatro metros. A escasos 20 metros al norte de la primera, se ha excavado una cata de 3,5 m por 1,5 m realizada por coleccionistas de minerales a partir de afloramientos superficiales. Se observan mineralizaciones de cobre bastante pobres en la pared NE de la labor.

Como minerales principales, además



Figura 3.73. Calcopirita irisada de la labor 2 (Ancho de la imagen, 4 cm).

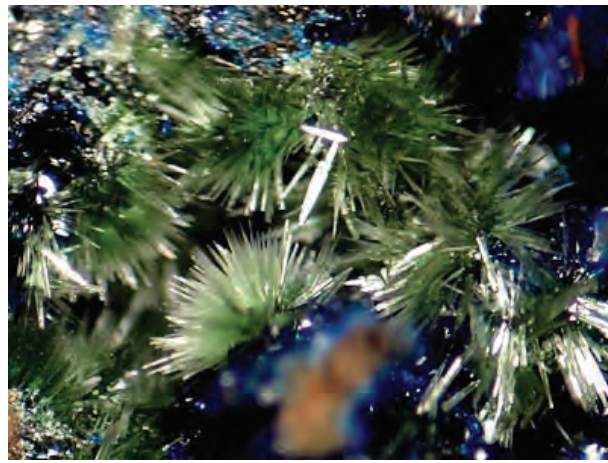


Figura 3.74. Olivinita y azurita de la Calicata Dolores (Fotografía de F. García Miñarro).

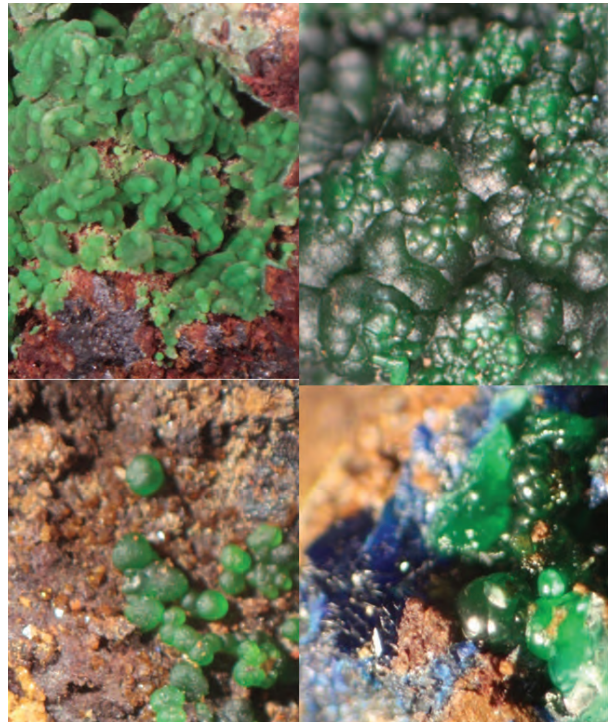


Figura 3.75. Izquierda: La conicalcita puede presentarse en varias formas y pseudomórfica recubriendo otros minerales. Derecha: Cornwallita?

de la siderita que conforma la mineralización principal, destacan los arseniatos de cobre como la conicalcita y lavendulana, olivenita o cornwallita (Fig. 3.73 a 3.75). Junto a ellos encontramos un amplio rango de arseniatos y minerales cupríferos como arsenio-siderita, arsenopirita, arthurita, azurita, brochantita, calcopirita, chenevixita, crisocola, malaquita, olivenita, farmacosiderita, tennantita, zálesiita. Entre los minerales de hierro también se cita la jarosita.

La Mina Dolores presenta la misma litología y metalogenia que vemos en la Calicata. Aquí el terreno ha sido aterrizado para la replantación de pinos destruyendo el grueso de las labores, pero aún se conservan minerales de cobre en los relictos de las escombreras.

Las minas del **Barranco de Malcamino (ID57)** se encuentran a un kilómetro al noroeste de la Calicata Dolores, junto al cabezo de Montejú y en el margen derecho de la rambla que les da el nombre. Se trata de dos labores separadas por 100 metros entre ellas. La situada más al sur tiene dos socavones gemelos comunicados mediante una galería perpendicular a unos 10 m de la bocamina. El primer socavón continúa completando un recorrido recto de unos 30 metros. La galería comunicante también sigue un trazado rectilíneo, así como el segundo socavón que conecta la galería con el exterior. Dadas estas características parece que se trata de labores prospectivas ante la presencia de un pequeño filón cerca de la entrada, que seguramente afloraba en superficie. Únicamente en el primer socavón aparece el tramo mineralizado, donde poco después de la entrada se abre un nicho a la derecha que conserva remanentes de calcopirita impregnada de malaquita y azurita. Al exterior, la escombrera apenas se conserva debido a la inclinación de la ladera y la cercanía al barranco que ha limpiado los estériles. Los minerales recuperados muestran un mineral bastante pobre, con calcopirita asociada a cuarzo como mineralización principal y carbonatos junto a arseniatos rellenando fisuras en las rocas carbonatadas encajantes. El segundo trabajo documentado está a 100 m al norte del primer punto. Se define como una pequeña prospección bajo la forma de socavón subvertical con solo 5 metros de recorrido. El suelo de la labor está colmatado de sedimento por lo que no sabemos si continuaba en vertical, o como parece, se paró al no encontrar niveles mineralizados. La escombrera es más pobre en minerales que la labor 1.

Tanto en la zona cercana a Mina Dolores como entre ésta y el Barranco de Malcamino encontramos otras explotaciones de hierro mucho más importantes a la que se suma la Mina del Pozo Santa Rosa con mineralización BPG y explotada a gran profundidad. Dado el tipo de minerales que aparecen en la zona y su afinidad con el registro de la Ciñuela, se hace necesaria la prospección de las explotaciones de hierro que pueden haber presentado cobre en paragénesis con el hierro.

Almenara

Son tres los indicios metalogenéticos prospectados en Almenara. Dos de ellos se encuentran en el perímetro de Las Moreras y parecen haber compartido, en menor intensidad, los procesos epigenéticos que allí se desarrollaron.

La labor del **Barranco de la Sima (ID60)** es una pequeña explotación prospectiva al norte de Puerto Muriel, en Morata. La pequeña calicata se sitúa a 270 metros al norte de la mina de explotación de hierro Vulcano¹²⁹. Únicamente se documenta un socavón de 7 metros, sin continuidad al no continuar la mineralización hacia el interior. A los dos metros presenta una galería lateral de 8 metros, paralela a la línea de ladera en busca de la veta que aflora al exterior. En este último tramo es el único punto donde se observan relictos muy pobres de mineralización, lo que condicionó su pronto abandono. El sitio ha sido utilizado para guardar ganado en la segunda mitad del siglo XX. Para ello se ha aterrazado la zona de la entrada, desapareciendo la escombrera de la mina. Tal como sucedía en el Barranco Malcamino, la cercanía de una rambla y la poca entidad de los estériles también han contribuido a su desaparición. El mineral es muy pobre, formando pequeñas capas milimétricas de azurita que acostumbra a presentarse dispersa y de difícil concentración. Junto a la azurita aparece de forma esporádica malaquita. Pese a que visualmente no se aprecia, los minerales concentran arsénico por encima del 1 %. La concentración del arsénico y las trazas varía en función de si la roca encajante es sílice (más pobre) o calcita (más rica en impurezas).

La mina de **Las Crisolejas (ID54)** presenta una superposición de labores de diferentes épocas entre las que sugerimos su aprovechamiento durante la antigüedad. Se localiza entre Puerto Muriel y la Atalaya, y su topónimo ya nos indica la presencia de escorias antiguas. Según información oral de un vecino, éstas aparecieron en grandes bloques al hacer los cimientos de una casa en los años 70 del s. XX¹³⁰. La mina tuvo un último intento de explotación durante los años 40 del siglo XX, pero su baja rentabilidad y el coste del transporte provocaron que todo el mineral se abandonara pie de mina. En las fotografías aéreas de 1945 y 1956 ya se observan las escombreras y labores en su estado actual.

Las labores se sitúan en los niveles Paleozoicos del Complejo Nevado-Filábride en el Manto del Mulhacén. Están en el contacto entre pizarras y cuarcitas. Se trata de una mineralización estratiforme con diseminaciones irregulares de carbonatos de cobre. Algunos de los minerales de esta mina encajan en una roca caliza amarillenta, que junto al tipo de mineralización, hace sus minerales de cobre muy característicos y reconoci-

129 No confundir con la Mina Vulcano de Tébar cercana a la Casa de Don Jimeno.

130 La misma fuente indica que durante la instalación de una canalización aparecieron enterramientos en urna en los campos de cultivo de la finca cerca del camino de acceso. Dado el carácter privado de la finca se realizó una prospección muy superficial sin detectar evidencias arqueológicas que pudieran confirmar ninguna de las dos informaciones.

bles. Aunque las labores principales se concentran en una zona de 130 metros en dirección N°240, encontramos afloramientos con calicatas prospectivas a 330 metros y a 900 metros hacia el sudoeste.

La principal explotación se inicia con un socavón reciente que conduce hasta la base de una pequeña cantera abierta desde la superficie. Actualmente, debido al desnivel no se puede acceder desde la cantera sin cuerdas y el único paso es por el socavón. Ello confiere a este primer conjunto un aire de patio interior (Fig. 3.76). La cantera tiene una forma aproximadamente cuadrangular con unas dimensiones de 5 metros de lado y una profundidad de entre 4 y 6 metros hasta la base del suelo actual. La parte superior de la misma presenta algunos relieves suavizados por efecto de la erosión, lo que podría indicar un origen antiguo de la cantera (Fig. 3.77). A partir del patio interior se abren tres galerías hacia diferentes direcciones, siendo la más importante la que se abre en el eje N°240 y que tiene una salida al exterior a los 35 metros. Desde el patio interior hacia al oeste se abre una cámara parcialmente colmatada de sedimento con un muro de contención. En origen se formó una apertura de varios metros de anchura y 1,5 metros de altura que parece reflejar el beneficio de una bolsada de mineral, quizás en relación con el labrado de la cantera y el afloramiento superficial. La labor en interior forma una pequeña cámara de morfología irregular y unos pocos metros de diámetro. Hacia al sudeste se abre una corta galería prospectiva que



Figura 3.76. Vista del acceso a una galería desde el "patio interior" en Las Crisolejas.



Figura 3.77. Aunque no es muy visible en fotografía, la cantera presenta unas formas suavizadas que indican procesos de erosión a largo plazo.

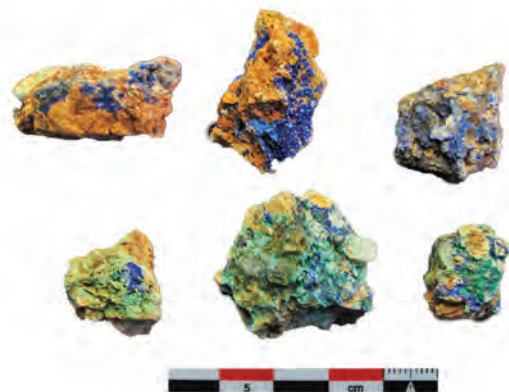


Figura 3.78. Minerales de Las Crisolejas. Se distinguen dos grupos, el de las azuritas, pobres en arsénico y los minerales compuestos, ricos en arsénico. Se puede observar la dispersión de la mineralización en las azuritas y el característico color de la ganga.

en su final presenta dos bifurcaciones sin continuación. En dos de las galerías aún son visibles restos de vetas centimétricas de mineral. Una pequeña cata paralela al socavón y que enlaza con las laboras descritas se abre unos pocos metros hacia el NE. Siguiendo la misma dirección NW-SE del socavón de entrada. También en la cima del cerro encontramos un pequeño pozo circular de menos de 5 metros de profundidad y una escombrera muy pobre en minerales. Entre los minerales encontramos una importante representación de carbonatos y arseniatos, siendo los más frecuentes la azurita y la lavendulana (Fig. 3.78). Además también se puede encontrar conicalcita, cornwallita, covellina, crisocola, malaquita y olivenita.

Los otros dos indicios cercanos en que se han encontrado labores presentan sendas catas prospectivas de poca entidad, a partir de puntos con afloramiento de cobre. La presencia de minerales en ambas escombreras es pobre y en forma impregnaciones irregulares.

Como ya he mencionado, el interés de esta mina radica en la superposición de diferentes tipos de explotación del mineral que podrían corresponderse con diferentes períodos¹³¹. En base a la comparación con otros casos conocidos se sugiere que la más antigua podría corresponderse con una explotación en época clásica, probablemente romana a tenor de la información que tenemos del entorno.

Cierra las prospecciones en la sierra de Almenara la pequeña mina al **Sur del Vértice del Águila (ID)**. Se trata de una explotación prospectiva con un socavón de 8 metros, probablemente de mediados del s- XX, que intentó explotar una mineralización muy pobre de carbonatos de cobre diseminados en esquistos y cuarcitas del Manto del Mulhacén. Tanto los minerales de la escombrera como los afloramientos superficiales son extremadamente pobres.

3.2.7.5. Composición química de los minerales

De las 20 minas prospectadas se han realizado análisis de 13 de ellas, descartando aquellos indicios cuyos minerales no permitían una concentración adecuada. La representación es desigual, con un mayor número de análisis los indicios con mayor diversidad mineral o de interés arqueológico. En la tabla 3.14 se presentan las medias de cada indicio. Para la Casa del Moro y el Barranco Malcamino, con análisis de las diferentes labores prospectadas se presentan por separado.

En la zona de la Carrasquilla encontramos minerales con buena concentración de cobre

131 Aunque a una escala un poco más reducida este conjunto de cantera superficial con labor en profundidad es idéntico al que podemos observar en la zona 2 del Filón Consuelo (ID79). Otra mina con la misma técnica extractiva es la Mina Virgen del Carmen (ID201) (en este caso de galena) ubicada en el Cerro del Relojero de la Sierra de Carrascoy. Allí se han encontrado evidencias de explotación en período clásico. Entre ellas un lucernario y un fragmento de molino rotatorio con toda la cara exterior repiqueteada (ver ficha de la mina en anexo).

en la mina Cuatro Amigos, Casa Don Jimeno y la mina Juanito. El hierro solo es importante en la mina Cuatro Amigos, mientras que el arsénico no se ha detectado en ninguno de los indicios. Por lo general todos los indicios son muy pobres en impurezas y solo Cuatro Amigos tiene concentraciones reseñables de plomo.

En Lomo de Bas los análisis muestran un panorama más diverso aunque únicamente en el indicio de Casa del Moro 3 los minerales permiten una concentración en cobre elevada. El hierro tiene una presencia desigual, muy importante en Casa del Moro 1 junto a valores de cobre muy bajos, pero también es notable en la Cuproja y Casa del Moro 2. El arsénico aparece como impureza en todos los indicios y, de manera excepcional en la Umbría de Ramonete, donde es la sustancia principal. Todos los minerales pueden considerarse pobres en impurezas. Sin salirse de clasificación únicamente podemos reseñar la presencia en trazas de antimonio en la Umbría de Ramonete y de plomo en la Casa del Moro. En cuanto al estaño, del que hemos hablado a lo largo de todo el apartado por su significancia para Parazuelos, aparece en trazas (0,001 a 0,05 %)¹³² en los indicios la Cuproja y Casa del Moro. En el mismo orden de magnitud también aparece en el Barranco Malcamino, Barranco la Sima y Molino de Carrasquilla. Estos cinco indicios son los únicos de todo el conjunto de las prospecciones en que se detecta este elemento¹³³.

La composición química de los minerales de Las Moreras representa muy bien el dominio que hemos visto de las mineralogías ricas en arsénico. Igualmente el cobre de estos indicios permite, por lo general, concentraciones interesantes. Excepto en Bolnuevo, todos los indicios también presentan valores muy elevados de hierro. En conjunto podemos definir que tanto el cobre, como el hierro y el arsénico conforman la sustancia principal de la mayoría de indicios. El cambio de dinámica también se observa nítidamente en las impurezas. El caso del antimonio es interesante ya que aparece de forma recurrente y en concentraciones relevantes en todos los depósitos minerales de Las Moreras. En general, se detectan todas las impurezas principales. La más excepcional es el cobalto, que solo aparece en la Calicata Dolores, aunque los valores en que lo hace son realmente extraordinarios, llegando hasta el 6 % en DL06.

En Almenara los dos indicios analizados muestran diferencias importantes aunque en ambos el destaca la presencia de arsénico. En Las Crisolejas la concentración media de cobre es interesante, especialmente en las muestras más ricas en arsénico. Las menores concentraciones en arsénico se dan, lógicamente, en la azurita. Los patrones de impurezas varían sustancialmente entre los minerales más arsenicados de aquellos en que el arsénico presenta concentraciones bajas. En todo caso el patrón estaría

132 Dado que estos valores se encuentran cerca de los límites de detección del equipo debemos ser prudentes. El hecho de que se hayan detectado indica que están, aunque su no detección en otras muestras no excluye su presencia.

133 En el capítulo 6 veremos su interesante correlación con los minerales procedentes de poblados de la zona.

Recursos minerales de cobre y su explotación prehistórica en el sudeste peninsular
El valle del Guadalentín.

Técnica	Serie pFRX	Id	Mina	Contexto	(N)	Fe ₂ O ₃	CuO	As ₂ O ₃	S	SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	BaO	Suma (total)
pFRX	4	CA	Cuatro Amigos	Escombrera	2	34.1	46.9	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	0.0	81.5
pFRX	4	DJ	Don Jimeno	Escombrera	1	0.2	98.9	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	0.00	99.3
pFRX	4	ML	Molino de Carrasquilla	Escombrera	2	12.0	16.9	< LOD	2.9*	11.0	0.90	< LOD	4.70	47.1
pFRX	1	TN	Tres Niñas	Todo	3	8.7	19.6	< LOD	2.1	9.1	< LOD	7.60	< LOD	47.2
pFRX	1	MJ	Juanito	Terrazas agrícolas	2	12.2	45.1	< LOD	4*	5.3	1.83*	10.60	0.06*	76.1
pFRX	1	CP	Cuproja	Escombrera Galería	2	19.6	14.4	< LOD	0.2	13.8	< LOD	0.50	< LOD	48.7
PIXE		UP	Umbria de Ramonete	Escombrera	2	6.4	13.3	19.2	0.3	56.0	6.60	2.00	< 0,078	94.5
pFRX	1	MO	Casa del Moro 3	Escombrera	4	2.9	50.4	< LOD	0.1*	2.7	< LOD	0.90	0.03*	57.0
pFRX	1	MO	Casa del Moro 2	Escombrera	1	28.6	21.3	1.5	0.1	4.5	< LOD	0.50	< LOD	57.0
pFRX	1	MO	Casa del Moro 1	Escombrera	1	78.5	6.3	0.4	0.4	0.4	< LOD	0.80	0.10	87.0
pFRX	1	BL	Bolnuevo	Interior galería	2	3.7	28.2	9.1	0.4	11.0	< LOD	1.60	< LOD	55.5
pFRX	1	DL	Calicata Dolores	Escombrera trinchera	5	28.5	33	18	0.03*	1.6	< LOD	3	< LOD	86.19
pFRX	1	DL	Calicata Dolores	Escombrera calicata	2	16.2	23.2	27.1	2.7*	2.1	< LOD	3.5	< LOD	77.59
PIXE		BM	Barranco Malcamino 1	Interior galería	2	25	23.8	12.4	0.7*	21.4	7.5	2.3	< LOD	78.34
pFRX	4	BM	Barranco Malcamino 2	Escombrera	2	26.1	18.8	3.2	< LOD	7.1	0.7	< LOD	0.03*	58.62
pFRX	1	BR	Barranco La Sima	Todo	4	10.2	8.1	2.2	0.1	6.7	1.87*	20.1	< LOD	48.35
pFRX	1	CJ	Las Crisolejas	Escombrera principal	5	5.8	26.5	9.7	0.2	4.1	< LOD	15	0.1	62.18
pFRX	4	PC	Playa de Calabardina	Ruinas cargadero mineral	1	21.5	18.8	< LOD	< LOD	9.8	< LOD	< LOD	< LOD	50
Técnica	Serie pFRX	Id	Mina	Contexto	(N)	Zn	Ni	Co	Sb	Hg	Bi	Ag	Pb	Suma IMP
pFRX	4	CA	Cuatro Amigos	Escombrera	2	0.10	< LOD	< LOD	0.02*	< LOD	0.02	0.03*	0.28	0.45
pFRX	4	DJ	Don Jimeno	Escombrera	1	0.06	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	0.02	< LOD	0.08
pFRX	4	ML	Molino de Carrasquilla	Escombrera	2	0.01	0.01*	0.01*	0.01	< LOD	0.01	< LOD	0.01	0.04
pFRX	1	TN	Tres Niñas	Todo	3	0.08	< LOD	0.06*	< LOD	< LOD	0.01*	< LOD	< LOD	0.10
pFRX	1	MJ	Juanito	Terrazas agrícolas	2	0.03	0.02	< LOD	< LOD	< LOD	0.00	< LOD	< LOD	0.05
pFRX	1	CP	Cuproja	Escombrera Galería	2	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	0.01*	< LOD	0.01	0.02
PIXE		UP	Umbria de Ramonete	Escombrera	2	0.01	0.01	< 0,126	0.22	< LOD	< 0,015	0.08	< 0,436	0.32
pFRX	1	MO	Casa del Moro 3	Escombrera	4	< LOD	< LOD	< LOD	0.01	< LOD	0.03	< LOD	0.03	0.07
pFRX	1	MO	Casa del Moro 2	Escombrera	1	0.03*	< LOD	0.05*	0.01	< LOD	0.03	< LOD	0.07	0.19
pFRX	1	MO	Casa del Moro 1	Escombrera	1	< LOD	< LOD	< LOD	0.01	< LOD	0.08	< LOD	0.20	0.29
pFRX	1	BL	Bolnuevo	Interior galería	2	0.85	0.01	< LOD	0.39	0.07	< LOD	0.01*	0.11	1.44
pFRX	1	DL	Calicata Dolores	Escombrera trinchera	5	0.14	0.07	0.36	0.88	< LOD	0.32	0.00	0.18	1.95
pFRX	1	DL	Calicata Dolores	Escombrera calicata	2	0.07	0.15	3.41	0.22	0.02*	0.15	0.3*	< LOD	4.16
PIXE		BM	Barranco Malcamino 1	Interior galería	2	0.40	0.01*	< LOD	1.98	0.19	< LOD	0.08*	< LOD	2.66
pFRX	4	BM	Barranco Malcamino 2	Escombrera	2	0.09	0.01	< LOD	2.43	0.11	0.13	0.06*	0.03	2.83
pFRX	1	BR	Barranco La Sima	Todo	4	0.08	< LOD	0.15	0.17	< LOD	0.05	< LOD	< LOD	0.45
pFRX	1	CJ	Las Crisolejas	Escombrera principal	5	0.46	0.07	0.07	0.16	0.02	0.03	0.03	0.01	0.85
pFRX	4	PC	Playa de Calabardina	Ruinas cargadero mineral	1	0.03	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	0.01	< LOD	0.01	0.05

Tabla 3.12. Medias de los análisis químicos sobre minerales de la sierra de Almenara (*Solo detectado en un análisis. Se representa el valor de ese análisis y no el promedio; En análisis PIXE, arsénico corregido= X2).

dominado por el cinc, seguido de antimonio y en menor proporción níquel. Igualmente en algunas muestras aparecen trazas de cobalto, que puede llegar a ser la impureza dominante¹³⁴. En cuanto al Barranco de la Sima, los minerales son muy pobres en cobre, siendo la sustancia principal el hierro. Pese a ello en todos ellos se detecta arsénico que normalizando al 100 % para ambos elementos llega a alcanzar valores muy elevados por las bajas concentraciones de cobre. Las impurezas son menos importantes que en Las Crisolejas pero se repiten los principales elementos detectados con el antimonio, el cobalto y el cinc.

3.2.7.6. Síntesis Arqueológica

El registro arqueológico es muy abundante y concentra algunos asentamientos emblemáticos calcolíticos como Parazuelos, La Ciñuela y Cabezo del Plomo, y también argáricos, como Ifre, Zapata y El Cerro Negro de Ugéjar (Siret y Siret 1890a; Lull 1983; Muñoz Amilibia 1993). La densidad de asentamientos argáricos y calcolíticos es bastan-

134 Vinculado seguramente a la presencia de heterogenita, presente en la mineralogía de la mina.

te parecida y tienden a concentrarse en las estribaciones de meridionales de sierra Almenara. Una importante ocupación también es visible en los bordes septentrionales del arco de exterior de La Carrasquilla y Almenara, mirando hacia el Valle del Guadalentín. Es muy probable que la menor densidad de asentamientos identificados en la sierra de los Mayorales, y los valles interiores entre Lomo de Bas y La Carrasquilla se deba a una menor presión demográfica moderna y a un menor seguimiento arqueológico.

De todo el conjunto de yacimientos conocidos únicamente Parazuelos y La Ciñuela presentan evidencias arqueológicas de beneficio y reducción de minerales¹³⁵. Vista la densidad de afloramientos cupríferos, la mayoría de poblados están a menos de 10 km de un afloramiento de cobre. Un caso paradigmático es el de La Roca y el vecino Cerri-co del Jardín, ambos en las inmediaciones del Vértice del Águila sin que en ninguno se tenga noticias de minerales de cobre o metalurgia. También Finca de Felí, donde M.M. Ayala reconoce mineral de cobre en superficie (Ayala Juan 1991) se asienta sobre una explotación de cobre no prospectada.

Aunque sin una vinculación directa con la minería del cobre, es de reseñar el antiguo hallazgo, recogido por C. Domergue (1987, pp.390-391; MU9), en la Mina Vulcano de Carrasquilla (Lorca, Murcia). Al emprender la explotación minera de hierro, a principios del s. XX, se encontraron dos cámaras subterráneas con cinco y ocho esqueletos en cada una de ellas. La descripción de la primera noticia del hallazgo presenta bastantes lagunas (Pato y Peña 1918). La primera de las cavidades se encontró siguiendo un filón de óxidos de hierro. Se trataba de una cavidad natural, cuya entrada original había quedado oculta por bloques de piedra colapsados. Sus dimensiones eran de cinco metros de largo y cuatro de ancho y de alto. Su interior, según la descripción de F. Pato y F. Peña, estaba relleno de óxidos de hierro triturados. Al vaciarlos, encontraron tres esqueletos sepultados bajo una capa de menas ferríferas. Encima de ellos aparecieron otros dos esqueletos, ocultos por una capa de polvo y tierras estériles. Excepto una rótula y un maxilar, el resto de huesos se desintegraron al ponerlos al descubierto. Según la descripción original, el material asociado a estos esqueletos se componía de dos vasijas cerámicas sin decoración, una de ellas completa, un hacha y una flecha de cinco centímetros de longitud en forma de aguja (Pato y Peña 1918, pp.14-5). Por el tipo de material reportado podemos interpretar que aparte del hacha, seguramente de diorita, la punta de flecha se corresponde con un punzón. Otros ocho esqueletos fueron hallados en la segunda cavidad, sin que se ofrezca ningún tipo de información complementaria del descubrimiento.

Con los conocimientos actuales, el hallazgo concuerda con un enterramiento colectivo en cueva del Calcolítico, común en la zona. A favor de esta lectura podemos argumentar que se trata de cavidades naturales y que los esqueletos se encontraban enteros y unos encima de otros. Tampoco estaban cubiertos por grandes bloques, que indicarían

135 Aspecto que se desarrollará en el capítulo 5.

un derrumbe, si no por una fina capa de polvo y tierra. Por último, el material mueble descrito es afín al de los ajuares funerarios de este período. El tipo de sepultura tiene su símil en las cercanas de Blanquizaes de Lébor y Carboneros, en Totana (López 1988) (Cuadrado 1947), o la Cueva Sagrada en Lorca (Eiroa 2005)¹³⁶. En todos los casos se trata de un conjunto de cuevas de enterramiento, lo que explicaría también que fueran dos las cavidades con esqueletos halladas en la Mina Vulcano.

3.2.8. Sierra del Algarrobo

3.2.8.1. Geografía

La sierra del Algarrobo (Fig. 3.79) constituye, junto a la sierra de Cartagena, la parte occidental del amplio arco de Águilas que veíamos en la sierra de Carrasquilla y Almenara. También en este caso hemos juntado junto a la sierra del Algarrobo otras sierras menores, dándole el nombre conjunto de la de mayor rango. La sierra de la Muela, que se eleva frente al litoral y Cabo Tiñoso, se anexa al Algarrobo a partir de Peñas Blancas. La sierra de las Victorias constituye la parte septentrional de un pequeño apéndice dominado, en la parte meridional, por cabezos de relativa importancia.

La sierra del Algarrobo separa Mazarrón de Cartagena, siendo estos dos sus principales núcleos poblacionales, ambos externos a la propia sierra. Como pequeñas agrupaciones de casas interiores cabe mencionar El Saladillo¹³⁷ que marca el extremo noroeste, Balsicas en la zona central y el Campillo de Adentro en la parte sur. Todos estos núcleos se asientan en la vertiente mazarronera de la sierra. El punto más alto es el pico del Algarrobo con 713 m.s.n.m. Peñas Blancas con 625 m.s.n.m. y La Muela con 546 m.s.n.m. nos ayudan a diferenciar los diferentes sectores de la sierra. Sin contar la sierra de las Victorias podemos calcular una superficie aproximada de 142 Km², con 22 km de longitud por 5 km de anchura media.

3.2.8.2. Geología

La sierra del Algarrobo se divide geológicamente en dos tramos (Fig. 3.80). Al norte y noroeste afloran materiales Nevado-Filábrides del Manto del Mulhacén (GEODE Z2100 n=13 y 15). En general, esta zona presenta una estructura muy similar a la que se observa en la sierra de Almenara y Carrasquilla. En los bordes laterales emergen pequeños tramos de micaesquistos y cuarcitas del Manto del Veleta (GEODE Z2100 n=9). Al noroeste de Mazarrón, entre Los Rincones y Balsicas encontramos los afloramientos subvolcánicos de rocas de afinidad lamproítica (rocas ultrapotásicas) (GEODE Z2100

136 Todas ellas en la margen izquierda del Guadalentín, mientras que en este caso quedaría a la derecha.

137 Zona muy importante arqueológicamente configurándose como un punto de tránsito, con la conservación de un tramo de una vía principal romana. Además, el paraje presenta una ocupación que incorpora asentamientos calcolíticos, argáricos, del Bronce Tardío o Final, romano e islámico.

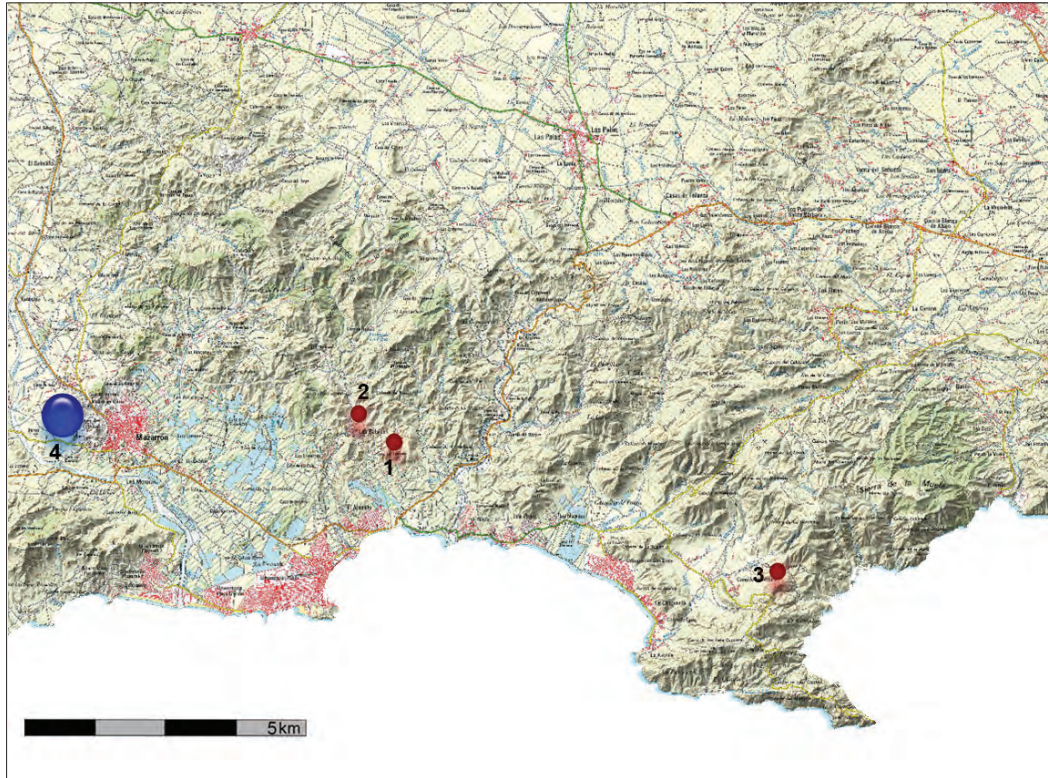


Figura 3.79. Mapa de Relieve con indicación de los indicios prospectados en la Sierra de Algarrobo con 1: Balsicas; 2: Mina de la Collatera; 3: Collado del Bolete. Se señala también en 4 la mineralización de plomo del Cabezo de San Cristóbal.

n=149), dacitas y andesitas, más comunes que las primeras y cortadas por estas (GEODE Z2100 n=145).

A partir de la Loma y Peñas Blancas el sustrato se transforma a una sucesión a materiales permotriásicos alpujárrides de la Unidad Peñas Blancas en contacto con el Complejo Névado-Filábride por una zona de cizalla (Bardaji Azcárate et al. 2010, p.127). El Complejo Alpujárride en esta zona sur repite el esquema típico Alpujárride con un basamento detrítico de filitas y cuarcitas (GEODE Z2100 n=38) y una parte superior carbonatada (GEODE Z2100 n=49 y 52). Toda la zona más meridional, que comprende las Unidades de Cabo Tiñoso y Peñas Blancas, presenta una sucesión de calizas y dolomías muy marcadas por sistemas de falla este-oeste y en el que surgen numerosas lenguas de metabasitas (López Garrido et al. 2000).

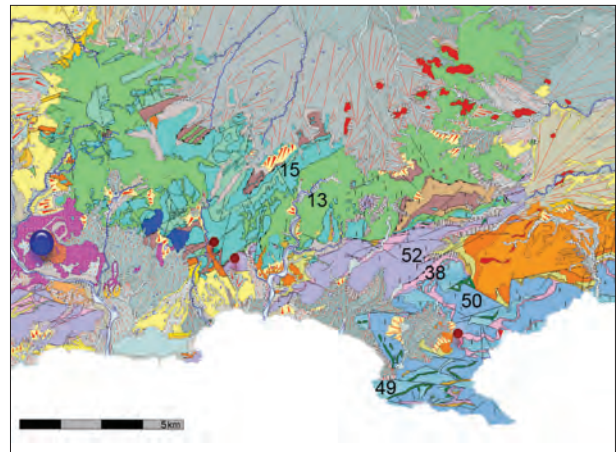


Figura 3.80. Mapa geológico (GEODE 1:50.000) de la Sierra del Algarrobo con indicación de las formaciones más relevantes mencionadas en el texto. La numeración se corresponde con el texto.

3.2.8.3. Minería y Metalogenia

No hay mucha información relativa a la minería de la sierra del Algarrobo. El hierro fue la explotación minera dominante y fue explotado y sus principales depósitos los encontramos en las rocas carbonatadas del sur de la sierra. Éstos se disponen a partir de masas irregulares de sustitución formando mineralizaciones estratoligadas (Bardaji Azcárate et al. 2010, p.206).

Entre este tipo de mineralizaciones tenemos las minas del grupo Aqueronte, al oeste de Peñas Blancas, que comprende varias concesiones y que según el IGME fue el grupo de mayor importancia para la extracción de hierro en Murcia (Gordillo Martín et al. 1972). El principal mineral explotado fue la hematites roja con una ley media del 46 % de hierro. También aparecen algunas mineralizaciones filonianas como las minas de cobre de Balsicas (ID67) o la Mina de la Collatera (ID68) de Balsicas.

Las Minas de **San José y Collatera (ID68)**¹³⁸ están al noroeste de Balsicas. A unos 800 metros al N y NW respectivamente de los dos indicios de cobre Balsicas que veremos más adelante. En la documentación del IGME hay cierta confusión en cuanto a los minerales que se encuentran en la Mina de San José y La Collatera. En la ficha del IGME se citan como minerales hematites rojo y alunita. Sin embargo, en el mapa metalogenético de Murcia (IGME 2000: núm. 230) y en la memoria del Mapa Geológico de Mazarrón (Hoja 976), citan además cinabrio malaquita y azurita. En base a esta información se decidió prospectar la zona.



Figura 3.81. Pared de galería de hidróxidos de hierro (ocres) con marcas de pico metálico.

En las prospecciones efectuadas en las distintas labores de esta mina sólo hemos podido identificar óxidos de hierro (hematites y siderita), muy terrosos y con colores muy fuertes, tanto en rojo como en amarillo (Fig. 3.81). La textura pulverulenta de estos minerales los hacen ideales para su explotación como colorantes durante la prehistoria. Debido a esta misma textura, las marcas de picos metálicos han quedado perfectamente conservadas en las paredes de algunas galerías. Sin embargo ni en las escombreras, ni en el interior de las labores, ni en todo el cerro donde se encuentra la mina se observan evidencias de la presencia de cobre o cinabrio. Dado que el IGME no tiene registradas las cercanas minas de cobre de **Balsicas (ID67)**, es bastante probable que se haya integrado la cita de F.B. Villasante (1891) donde hizo alusión a labores antiguas

138 O Collatero según la fuente

de posible explotación de criaderos superficiales de cinabrio en la pedanía de Balsicas (Mazarrón). S. Calderón (1910, p.207) quien con seguridad identificó el cinabrio y cobre gris de Balsicas.

Dejando de lado el hierro, la minería del plomo fue muy residual. Pese a situarse en medio de cotos mineros tan emblemáticos como los de Mazarrón y Cartagena, únicamente se explotó en las minas del Collado Bolete. Se trata de un grupo de pozos abiertos en la ladera oriental de un cabezo que se alza frente al mar y en la margen derecha de la desembocadura de la rambla del Bolete.

3.2.8.4. Minas de Cobre

De la minería del cobre en Algarrobo únicamente tenemos constancia de labores en **Balsicas (ID67)** y en el **Collado del Bolete (ID69)**, ambas han sido prospectadas.

En la sierra de las Victorias aparece otro indicio aislado en el paraje de la Casa Gorda, en La Aljorra. El indicio aparece catalogado como Mina Prehistórica¹³⁹ en la Carta Arqueológica de Murcia, y tiene el código IGME de 0955004. La catalogación de mina prehistórica responde al hallazgo de material arqueológico en las inmediaciones de la mina. Pese a que desconocemos la naturaleza del material recuperado y el volumen es muy reducido, sus características morfológicas lo relacionan con el Calcolítico (García Blánquez et al. 1993, p.635). Su inclusión como yacimiento Calcolítico también se relaciona por su cercanía al poblado del Cerro de la Cruz (Ayala Juan 1986).

La mineralización de la Aljorra encaja en cuarcitas, esquistos cuarcíticos y micaesquistos cloritizados en una mineralización lentejona. Los carbonatos de cobre impregnan las cuarcitas a lo largo de una posible fractura cementada por cuarzo. La mina consiste en una sola galería, de 1 a 1,5 m de anchura y 10 metros de longitud con un intento de apertura de una galería lateral antes de su abandono. Entre los minerales se citan la malaquita como principal, y la calcosina y la hematites como accesorios (San Nicolás del Toro 1988, p.72). La descripción realizada tanto de las labores como de la mineralización coincide plenamente con trabajos prospectivos modernos de muy poco interés prehistórico por la pobreza general de la mineralización. La ausencia de referencia a artefactos mineros u otro



Figura 3.82. Interior del socavón del Collado del Bolete con el arco de la bóveda fortificado en mampostería en seco.

139 Siendo este el nombre del yacimiento en la Carta Arqueológica.

registro arqueológico vinculado a la producción minera también desaconseja, de momento, identificar la mina como prehistórica.

El indicio del **Collado del Bolete (ID69)** es similar al descrito en la Aljorra. Se trata de una mineralización estratiforme que impregna superficialmente los esquistos alpujárrides de la Unidad de Cabo Tiñoso. Se encuentra en la ladera meridional del cerro donde se inicia la rambla de Bolete, justo pasado el collado que lleva su mismo nombre. Como labores encontramos un único socavón subhorizontal de 15 m de longitud. La bocamina se abre en una impregnación de carbonatos de cobre superficial. Toda la labor está excavada en los esquistos, la bóveda del techo presenta un recubrimiento en mampostería en seco que también se extiende a algún tramo lateral (Fig. 3.82). Aunque este recubrimiento es muy poco común en la minería del cobre contemporánea del Guadalentín, sí se ha observado en la mina Bragelonne de la rambla del Abenque (Cartagena) y en hornos metalúrgicos de mediados del s. XIX (Antolinos 2005, fig.4).

Al final del socavón se abre a la derecha una pequeña galería lateral muy colmatada de 2 m de longitud. Este tipo de refajos los encontramos normalmente en las entradas de minas de mayor entidad. Un buen ejemplo es la entrada a la galería de entrada a la Mina Bragelonne, en la Rambla del Abenque (Antolinos 2005, fig.4; Antolinos et al. 2010). La presencia de minerales es muy escasa en la escombrera y prácticamente nula en el interior de la mina. Se trata casi exclusivamente de malaquita muy diseminada en las impregnaciones. El IGME también cita la presencia de calcosina, sin que haya sido detectada por nuestra parte. Junto a ella aparecen algunos óxidos de hierro como hematites.

Las labores de explotación de cobre de **Balsicas (ID67)** están en las laderas nororientales de unos cerros sin nombre que pueden considerarse como las estribaciones más meridionales del Cabezo Pelado, en el paraje de la Casa del Francés (Fig. 3.83). La altura media de las cumbres de estas estribaciones está sobre los 170 m.s.n.m. Se trata de dos grupos, estando el grupo 2 a 420 m en dirección sudoeste (Nº240) del grupo 1. Con toda probabilidad se trate de las labores antiguas mencionadas por F.B. Villasante (1891) a finales de siglo XIX.

Ambos indicios se abren en los mármoles¹⁴⁰, localmente con esquistos y yesos (GEODE Z2100 n=15) de los niveles carbonatados paleozoicos del Manto del Mulhacén. Los minados del indicio 2, se hallan justo en falla Nº190 en contacto con micaesquistos y cuarzitas (GEODE Z2100 n=9) del Manto del Veleña. En este punto los niveles carbonatados del Manto del Mulhacén se superponen directamente a los detríticos del Manto del Veleña. A pocos metros al sudoeste tenemos la línea de despegue del Complejo Alpujárride, con un nivel intermedio de anfibolitas (GEODE Z2100 n=17). La orientación del despegue (N240º), sigue el mismo eje que la línea recta que une las dos labores prospectadas. Superpuesto a las anfibolitas encontramos algunos afloramientos de metabasitas

140 Como es un indicio metalogenético sin inventariar por el IGME se detalla el contexto geológico del mismo. Para las referencias GEODE puede consultarse la figura 3.80.



Figura 3.83. Vista del indicio 1 de Balsicas desde la Mina de San José y La Collatera.



Figura 3.84. Entrada al socavón inferior del Indicio 1.

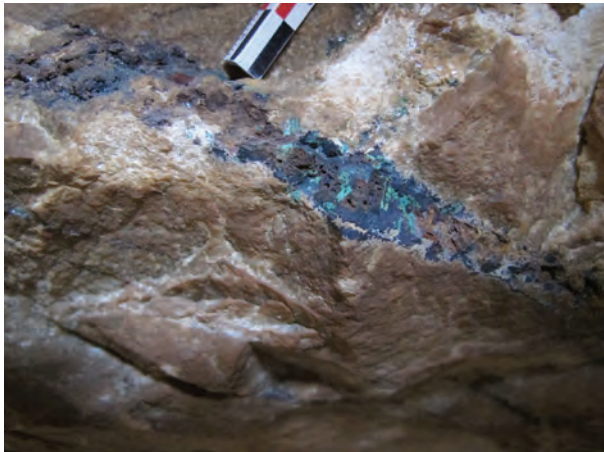


Figura 3.85. . Pequeño tramo de filón centimétrico del socavón inferior de Balsicas 1.

(GEODE Z2100 n=30) en contacto con una estrecha franja detrítica (GEODE Z2100 n=38) infrayacente de las rocas carbonatadas (GEODE Z2100 n=52).

La mineralización es filoniana y se encaja entre calizas de aspecto marmóreo y dolomías. En el grupo 1 se trata de pequeñas vetas subverticales espaciadas unos dos metros entre ellas. En

el segundo grupo encontramos filones horizontales de mayor entidad.

El primer grupo lo integran dos socavones superpuestos en ladera y un pozo prospectivo en la cima del cerro que no alcanzó el tramo mineralizado. La boca del socavón superior, que también consideramos prospectivo, presenta las dimensiones frecuentes en los minados contemporáneos, con 1,7 m de ancho por 1,8 m de alto. A lo largo de sus 10 m de longitud tiene un buzamiento de 30°, con el fondo colmatado de sedimento. El segundo socavón tiene una bocamina algo mayor, de 2 m de ancho por 1,9 m de alto (Fig. 3.84), alcanzando una longitud de 20 m. Su tramo central hace un codo a la izquierda para aprovechar mejor un filón centimétrico que se encuentra justo en ese punto. Igual que en el socavón superior, todo el recorrido tiene un buzamiento de entre 30 y 40°. Los filones son más potentes que en el socavón superior (Fig. 3.85). La mineralización tiende a presentarse como un mineral ferrocuprífero con goethita y malaquita. También encontramos otros minerales de hierro como la siderita o cobre, como la azurita, covellina o calcopirita

El segundo indicio consiste en un solo socavón (Fig. 3.86) prácticamente horizontal. La

*Recursos minerales de cobre y su explotación prehistórica en el sudeste peninsular
El valle del Guadalentín.*

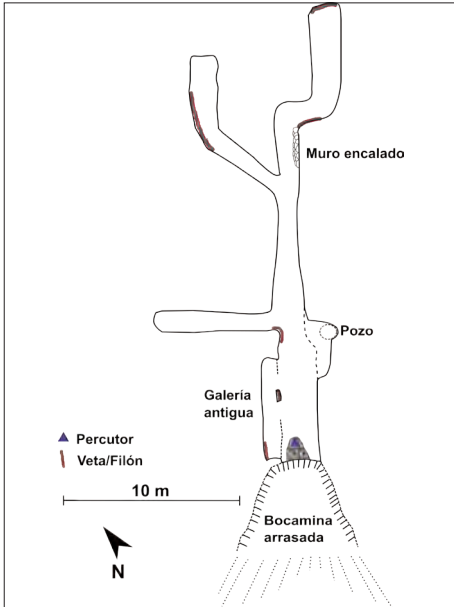


Figura 3.86. Croquis en planta de los trabajos en Balsicas 2.



Figura 3.87. Zona de la entrada del socavón del indicio 2. Arriba a la izquierda queda el tramo de galería antigua de la figura 5.107.



Figura 3.88. Galería antigua seccionada por labores modernas que dejaron un pilar de sustentación. Este pilar, picado recientemente por coleccionistas de minerales está fuertemente mineralizado.



Figura 3.90. Filón de cinco centímetros de grosor de óxidos de hierro, con malaquita (verde) y pintas de cinabrio (rojo claro).



Figura 3.89. Pico en microgabro localizado en la entrada del socavón (Escanilla Artigas y Delgado Raack 2015: lám. 1).

extensión del conjunto de galerías que lo componen supera los 50 metros de recorrido. La entrada, hacia al nordeste (Nº50), fue aterrizada recientemente para la construcción de un bancal. Ello también provocó la dispersión de los materiales de la escombrera. En el exterior observamos varios puntos donde afloran filoncillos de hierro recubiertos de carbonatos de cobre. En el tramo inicial del socavón los trabajos modernos (Fig. 3.87) se abrieron ampliando el trazado de una galería circular más antigua, de 8 metros de longitud y de poco más de 1 metro de diámetro. Actualmente queda en un lateral del techo de la galería moderna, conservando un pequeño pilar de separación (Fig. 3.88), que ha sido repicado por coleccionistas de minerales. En este pilar, según fuentes orales, se encontraban los mejores ejemplares de mineral de cobre del indicio. En los escombros que cubren la zona de acceso a la bocamina se identificó un pico macrolítico en microgabro (Fig. 3.89). El percutor carece de preparación para el empuje, aprovechándose la forma original del canto rodado. Los dos extremos del artefacto tienen extracciones atribuidas a su uso como pico. Además, sabemos que fue reutilizado sin repararlo previamente después de una fractura en uno de los extremos (Escanilla Artigas y Delgado Raack 2015). Es posible que el pico estuviera en origen depositado en la zona de la bocamina y que su presencia en el interior sea debido a la remoción de la escombrera.

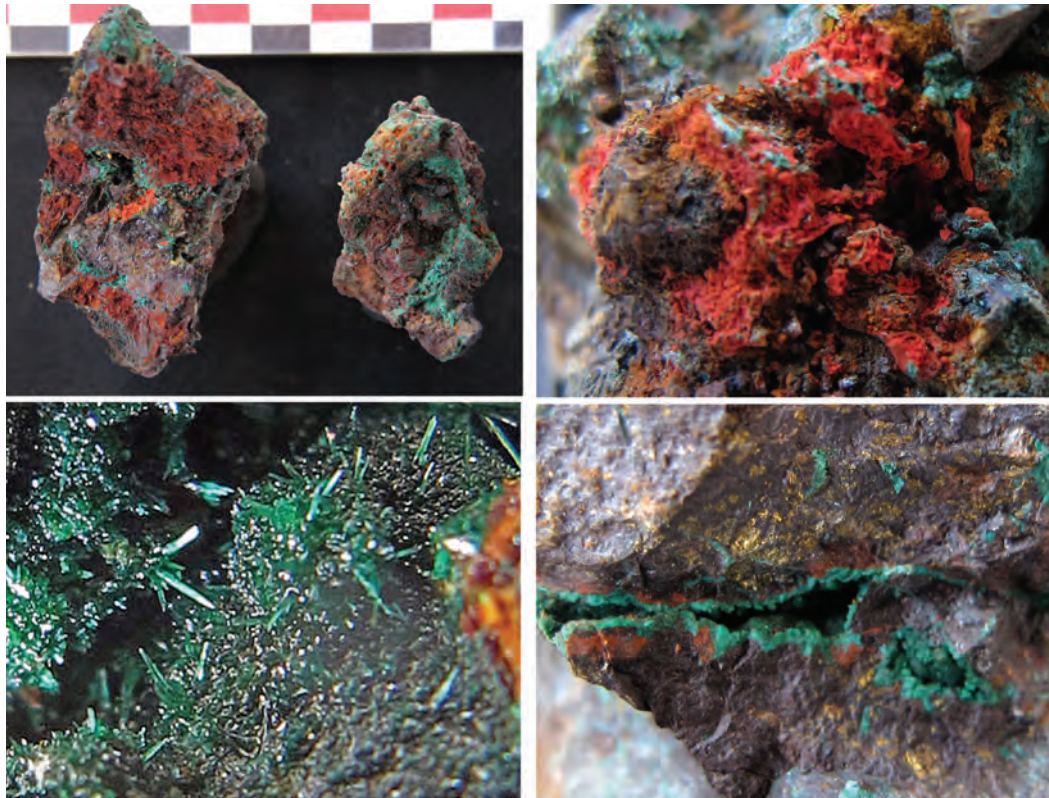


Figura 3.91. Arriba izquierda: Minerales de las escombreras del indicio 1. A la izquierda de esta imagen, óxidos de hierro (marrón óxido) con cinabrio (anaranjado) y malaquita. A la derecha goethita con malaquita y calcopirita. Arriba derecha: cinabrio. Abajo izquierda: cristales aciculares de malaquita. Abajo derecha derecha: Malaquita rellenando fisuras de la mineralización de óxidos de hierro y calcopirita.

A los 10 m de la entrada moderna se abre una galería de 8 m a la izquierda que sigue un filón irregular. En ese punto, a la derecha, encontramos un pozo de 4 metros de profundidad que conserva una polea de madera en el techo de la galería. La parte final de la explotación presenta varios tramos mineralizados. A la izquierda, los hidróxidos de hierro están en paragénesis con carbonatos de cobre y cinabrio (Fig. 3.90). A la derecha, vemos un recodo que corta un filón de azurita con mineral de hierro.

Los minerales identificados son los mismos que en las labores del grupo 1. Los carbonatos de cobre, con abundantes pintas de calcopirita, rellenan fisuras en el filón principal de goethita. Menos frecuente es la presencia de siderita. El mercurio es una impureza característica de depósito mineral y aparece en forma de cinabrio junto al hierro y el cobre de forma generalizada (Fig. 3.91).

3.2.8.5. Composición química de los minerales

Se han estudiado dos muestras del Collado Bolete y 13 de Balsicas (Tab. 3.15). De las dos muestras de la escombreras analizadas del Collado Bolete (CL01 y CL02), sorprende la alta concentración de cobre obtenida dada la aparente pobreza del mineral. La ganga, dominada por el silíceo y el aluminio refleja el material esquistoso de la roca encajante. La concentración de hierro es baja y puede ser debida también a los esquistos encajantes. Los análisis exponen una ausencia general de impurezas¹⁴¹, únicamente rota por valores muy bajos de Bi.

De Balsicas se han realizado cinco análisis por pFRX de muestras del grupo 1 (BL101 a BL105), y ocho del grupo 2 (BL201 a BL208). Los análisis se reparten en diferentes sectores muestreados. Todas las muestras presentan una homogeneidad muy elevada en lo que se refiere a los componentes principales, mostrando un claro mineral ferrocuprí-

Técnica	Serie pFRX	Id	Mina	Contexto	(N)	Fe ₂ O ₃	CuO	As ₂ O ₃	S	SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	BaO	Suma (total)
PIXE		CL	<i>Collado Bolete</i>	<i>Escombrera</i>	2	4.5	30.2	0.09	< LOD	51.45	8.46	0.31	< LOD	94.95
pFRX	1	BL1	<i>Balsicas</i>	<i>Escombrera</i>	3	29.8	44.2	< LOD	1.03	0.27	< LOD	4.23	0.03*	81.09
pFRX	1	BL1	<i>Balsicas</i>	<i>Galería</i>	2	29.7	37.6	< LOD	0.36	0.77*	< LOD	1.29	< LOD	71.6
pFRX	1	BL2	<i>Balsicas</i>	<i>Escombrera</i>	4	12.7	27.5	< LOD	2.68	0.4	< LOD	1.52	15.54	68.93
pFRX	1	BL2	<i>Balsicas</i>	<i>Galería. Tramo inicial</i>	3	24.5	33.8	0.45*	0.2	0.83	< LOD	5.95	0.03*	67.67
pFRX	1	BL2	<i>Balsicas</i>	<i>Galería. Tramo final</i>	2	30.1	35.7	0.4*	0.62*	0.61	< LOD	3.61	< LOD	74.28
Técnica	Serie pFRX	Id	Mina	Contexto	(N)	Zn	Ni	Co	Sb	Hg	Bi	Ag	Pb	Suma IMP
PIXE		CL	<i>Collado Bolete</i>	<i>Escombrera</i>	2	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	0.01*	< LOD	< LOD	0.01
pFRX	1	BL1	<i>Balsicas</i>	<i>Escombrera</i>	3	0.05*	< LOD	< LOD	0.79	1.07	0.03	0.02	0.02*	1.92
pFRX	1	BL1	<i>Balsicas</i>	<i>Galería</i>	2	0.05*	< LOD	< LOD	1.19	1.04	0.02	< LOD	0.01*	2.28
pFRX	1	BL2	<i>Balsicas</i>	<i>Escombrera</i>	4	0.11	0.02*	< LOD	2.89	5.62	0.05	0.03	< LOD	8.66
pFRX	1	BL2	<i>Balsicas</i>	<i>Galería. Tramo inicial</i>	3	0.05	< LOD	< LOD	1.26	0.97	0.02	0.01	0.01*	2.3
pFRX	1	BL2	<i>Balsicas</i>	<i>Galería. Tramo final</i>	2	0.08*	< LOD	< LOD	0.94	2.76	0.03	0.02*	0.03*	3.79

Tabla 3.12. Medias de los análisis químicos sobre minerales de la sierra del Algarrobo (*Solo detectado en un análisis. Se representa el valor de ese análisis y no el promedio).

141 Ambas muestras también están analizadas con pFRX detectando Zn y Sb entre las 100 y las 200 ppm.

fero rico en cobre. La ausencia de arsénico, detectado en solo dos de las 13 muestras, también es un elemento común. La concentración de mercurio es irregular pero muy frecuente, alcanzando valores de hasta el 13 % en una de los análisis. El antimonio también es una impureza común y se correlaciones claramente con el mercurio. Del resto de impurezas, el bismuto se detecta en débilmente alrededor de 300 ppm, y el níquel y el cobalto caen sistemáticamente por debajo de los límite de detección del equipo. Es bastante relevante la fuerte presencia de óxido de bario en dos de las muestras de la escombrera del grupo 2, indicando posibles removilizaciones hidrotermales neógenas.

3.2.8.6. Síntesis Arqueológica

El poblamiento durante la prehistoria reciente en la sierra del Algarrobo no está muy bien documentado. Hay algunos yacimientos importantes, especialmente en lo referente al grupo argárico con el Cabezo de la Víboras (Ayala Juan 1981). Este poblado de altura controla la desembocadura de la rambla de las Moreras y toda la cuenca de Mazarrón. Hacia la vertiente oriental de la sierra se conoce la existencia de varios poblados argáricos que también ejercen un control visual sobre los pasos que comunican Mazarrón con Cartagena por las ramblas de los Morenos y Valdelentisco.

Más al sudeste, en uno de los cabezos que conectan el Algarrobo con la sierra de la Victoria, encontramos el poblado argárico de Los Pérez de Arriba. Junto con el pequeño asentamiento en Llano de La Ceña (Sucina, Cartagena), en el extremo septentrional del Campo de Cartagena, es la única manifestación argáricas reconocidas en la zona del Campo de Cartagena. Son muy interesantes las manifestaciones arqueológicas que encontramos en las inmediaciones de La Fuente del Saladillo, en el extremo norte de la sierra. Aquí se sucede una ocupación prácticamente continuada desde el Bronce Inicial, a los primeros siglos ANE. La importancia del lugar viene confirmada por la presencia de un tramo de calzada romana, siendo aún visibles las marcas de las ruedas sobre el terreno margoso.

En cuanto a ocupaciones calcolíticas únicamente hay constancia de un posible poblado calcolítico y/o argárico en el Cerro de la Cruz, en la Aljorra (Ayala Juan 1986), cerca de la mina de cobre del mismo paraje.

3.2.9. Sierra Cartagena

Debido a la complejidad del conjunto minero y metalogenético de la sierra de Cartagena, las prospecciones se han dirigido exclusivamente a localizar el Filón Consuelo. De su explotación prehistórica nos hablaba C. Domergue en su catálogo de minas, pero se desconocía su localización exacta (Domergue 1987: MU3; Domergue 2010).

Recursos minerales de cobre y su explotación prehistórica en el sudeste peninsular El valle del Guadalentín.

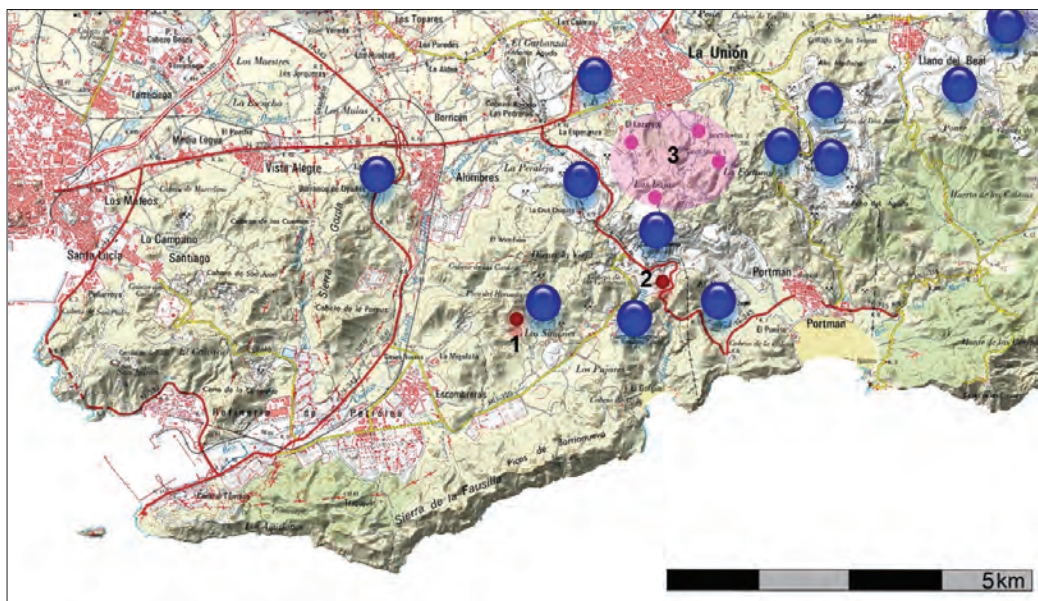


Figura 3.92. Mapa de Relieve con indicación de los indicios prospectados en la Sierra de Cartagena con 1: Filón Consuelo; 2: Rambla del Abenque. Se marca también la zona con minería del estaño en 3 y las grandes explotaciones de cinc, hierro y plomo con círculos azules.

3.2.9.1. Geografía

La sierra de Cartagena (Fig. 3.92) se eleva en dirección oeste-este desde Cartagena a Cabo de Palos, siguiendo la línea de costa a lo largo de 23 km. Tiene una anchura media de 5 km y una superficie aproximada de 86 km². Los principales núcleos de población están en sus extremos. Al oeste se asienta Cartagena y Escombreras. Al norte la bordean Alumbres, La Unión, Llano del Beal y el Estrecho. Por el este encontramos Los Belones y Cala Reona. El único núcleo de cierta entidad situado entre la sierra y el mar es Portmán.

La orografía general está marcada por una parte central más elevada, entre la Unión y Portmán, y cerros menores en los bordes oriental y occidental. El relieve más elevado es el Cerro del Sancti Spiritus con una altura original de 444 m.s.n.m. La Corta de San Valentín ha ocasionado que el punto más alto del cerro esté ahora 50 metros por debajo de esa cota, en 396 m.s.n.m. También los otros dos cerros de mayor altura, el Cabezo de los Cucones y la Loma de los Lobos, han desaparecido por las canteras mineras. Algunas elevaciones costeras como la sierra de Fausilla y Picos de Barrionuevo alcanzan cotas que superan los 300 metros, con cortados abruptos al mar. Por norma general, el contacto con el mar a lo largo de la línea de costa es muy abrupto. Las únicas excepciones son las desembocaduras de algunas ramblas, como en el Gorguel o Portmán. También en las salinas de Calblanque, que antiguamente acumulaban depósitos naturales de agua dulce a poca profundidad.

3.2.9.2. Geología

La secuencia geológica presenta un Complejo Alpujárride dominante sobre el Complejo Névado-Filábride (Fig. 3.93). La serie basal de este último es de esquistos grafitosos y cuarcitas grises conocida por los mineros de Cartagena con el nombre de muro (Manteca y Ovejero 1992, p.1086). Por encima, se asienta una serie constituida por micaesquistos, cuarcitas, rocas verdes y mármoles del Manto del Veleta que domina todo el límite costero entre Portmán y Cala Reona (GEODE Z2100 n=7). Sin salir de la zona costera, sigue una secuencia de micaesquistos y mármoles del Manto del Mulhacén (GEODE Z2100 n=13 y15). En el interior de la sierra de Cartagena ambos niveles nevado-filábrides están muy bien representados en la Cuesta de las Lajas y el Sancti Spiritus.

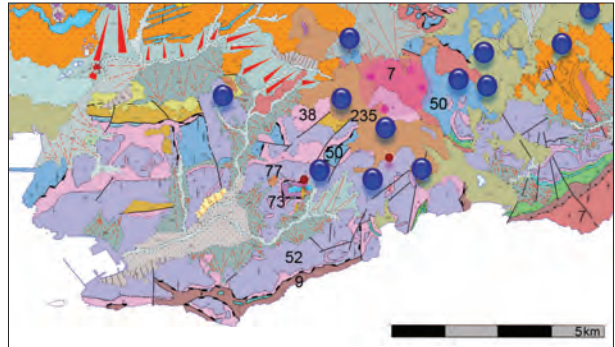


Figura 3.93. Mapa geológico (GEODE 1:50.000) de la Sierra de Cartagena con indicación de las formaciones más relevantes mencionadas en el texto. La numeración se corresponde con el texto.

Para el basamento Alpujárride se han distinguido dos mantos de cabalgamiento superpuestos. En su zona basal tenemos La Unidad de Cabo Tiñoso y, por encima, la Unidad de Portmán (García-Tortosa et al. 2000). Ambas presentan el esquema consabido de dos pisos litológicos (GEODE Z2100 n=38 y 52). En ellos, la base detrítica se diferencia en las dos unidades. En la Unidad Cabo Tiñoso presenta unos tonos grises a violetas y, en la Unidad de Portmán, los tonos son chocolate a rojo vino. La parte superior carbonatada es predominantemente dolomítica, con un espesor máximo de 180 m a 200 m de potencia (Manteca y Ovejero 1992).

La Unidad los Simones es la única unidad Maláguide que se conserva. Aflora en las inmediaciones de la mina del Filón Consuelo, pudiendo estar en contacto con el tramo mineralizando. También presenta dos formaciones, una metapelítica y otra carbonatada. Las litologías se corresponden con areniscas de diferentes tamaños de grano y estratificaciones cruzadas (GEODE Z2100 n=73). Limos, cuarcitas, areniscas, calizas y conglomerados cuarcíticos y de liditas se entremezclan con las areniscas de este tramo inferior. La formación carbonatada (GEODE Z2100 n=77) está compuesta por calizas grises claras en superficie, bien estratificadas en bancos decimétricos (García-Tortosa et al. 2000).

La importancia metalífera de Cartagena tiene su origen en los procesos magmáticos

que se dan durante el Tortoniense¹⁴². Estos mismos procesos se repiten en Mazarrón, Lomo de Bas o sierra Almagrera. Previamente a los procesos magmáticos, el sustrato de todas estas zonas se vio afectado por una intensa tectónica de fractura. Gracias a ella, se abrieron las vías necesarias para la circulación de las soluciones hidrotermales y se generaron los espacios vacíos para el relleno de minerales (Bardaji Azcárate et al. 2010, p.201).

3.2.9.3. Minería y Metalogenia

Se pueden consultar un buen número de publicaciones en sobre la minería contemporánea y la metalogenia de la sierra de Cartagena (de Aldana 1865; Botella y Hornos 1868; Massart 1876; Villasante 1891; Villasante 1914; Guardiola 1927; Estevan Senís 1966; Domergue 1987; Manteca y Ovejero 1992; Arana 2009)¹⁴³.

Podemos sintetizar las mineralizaciones que encontramos en tres grandes tipos (Domergue 1990, p.27; Manteca y Ovejero 1992):

- » Los Mantos: Existen dos mantos. El Primer Manto, o Manto de los silicatos, es conocido por los mineros como el Manto de los Azules. Aparece en la base del paquete carbonatado del Complejo Alpujarride con paragénesis de greenalita-magnetita-sulfuros-carbonatos-sílice. El Segundo Manto o Manto Piritoso, recibe el nombre de Manto de los Cipolinos¹⁴⁴. Su asociación mineral es de clorita-sulfuros-carbonatos-sílice y se relaciona con el nivel de mármoles del Complejo Nevado-Filábride.
- » Diseminaciones en el Mioceno marino: Se trata de mineralizaciones irregulares en los conglomerados y margas, con paragénesis de pirita-marcasita-blenda-galena.
- » Filones: Desarrollados en la zona de confluencia de fallas y encajando en diferentes niveles litológicos. Principalmente aparecen cerca de la costa entre Escombreras y el Cabo de Palos. Los filones más representativos tienen una longitud de entre 500 m y 1 km y una potencia de 1 metro. Algunos filones, como el Poderoso, alcanzan los 5 metros, lejos de los 14 metros del Filón Prodigio del Coto de Los Perules en Mazarrón.

A parte de estos tres grupos encontramos otros tipos de mineralizaciones de menor relevancia como reticulaciones, stockworks y gossans.

La minería del estaño en la cuesta de Las Lajas y Las Crisolejas estuvo en funciona-

142 Aún hay discusión si se trata de un solo proceso metalogenético ligado al vulcanismo neógeno o si este habría generado mineralizaciones propias pero también removilizando mineralizaciones previas, paleozoicas y triásicas. El estudio de isótopos de plomo y de azufre sugiere una única etapa neógena (Bardaji Azcárate et al. 2010, p.201).

143 Por citar las más relevantes.

144 El nombre hace referencia al tipo de mármoles en que encaja.

miento únicamente en la primera mitad del s. XX. Como en El Cantal, el estaño de Cartagena acostumbra a presentarse en forma de casiterita xiloide, solo visible microscópicamente y preferentemente asociada a óxidos de hierro. La paragénesis con cobre solo se da entre minerales primarios en profundidad.

La minería antigua también ha sido ampliamente investigada y prospectada, completando la abundante información de las antiguas memorias mineras (Domergue 1990; Antolinos 2005; Antolinos y Soler Huertas 2007). Un registro completo de las explotaciones mineras preindustriales se presenta en J. A. Antolinos (2005). Los romanos explotaron preferentemente el Manto de los Silicatos, rico en galena y carbonatos de cobre. Su actividad fue más intensa en la zona central de la sierra de Cartagena. Por el contrario, la minería prerromana parece centrarse en las zonas periféricas filonianas (Domergue 1987).

Es entre el Cabezo de la Escucha y el Atalayón, en Cala Reona, donde la minería prerromana está mejor atestiguada (Domergue 1990, p.386; Martínez Salvador 2012; Bellón Aguilera 2013). En estos minados se estaban beneficiando los filones Poderoso y Diana. En profundidad, ambos presentan una paragénesis similar de pirita, siderita, galena argentífera, algo de blenda, y en ocasiones calcopirita¹⁴⁵. Destaca el alto contenido en plata de ambos filones, 8 kg por tonelada de plomo para el filón Poderoso, donde también hay plata nativa, y 6 kg/ton para el filón Diana. En los tramos superficiales del filón Poderoso afloraban óxidos de hierro con algo de carbonatos de cobre¹⁴⁶. El “*ensamiamiento*” con que se vaciaron ambos filones durante la ocupación púnica, repelieron la explotación romana, cuyo registro arqueológico en la zona es residual (Domergue 1987, pp.386-7).



Figura 3.94. Percutor hallado en la escombrera de la mina M8 del Cerro de la Escucha (Martínez Salvador 2012: fig. 36).

145 Este tipo de mineralización tiene su paralelo en Sierra Almagrera (Domergue 1987, pp.386-7)

146 C. Domergue (1987, p.386) considera que estos minerales de cobre fueron explotados por los antiguos.

Las recientes prospecciones arqueomineras realizadas en el Cabezo de la Escucha han identificado un percutor macrolítico en la escombrera de la mina M8 (Martínez Salvador 2012). El registro arqueológico de la escombrera está dominado por abundantes materiales púnicos e íberos. En su interior, las galerías conservan marcas de pico o punterola metálica. En la publicación de las prospecciones donde se halló el percutor no se especifica ni las dimensiones ni una descripción del artefacto. Sí se publica una imagen del mismo en el momento de su hallazgo (Martínez Salvador 2012, p.76 y fig. 36). En base a esta imagen (Fig. 3.94), afortunadamente en color, vemos que está fabricado en algún tipo de roca cuarcítica y se aprecian claramente ranuras laterales que, quizás, forman ranura completa. También se aprecia una ranura transversal, haciendo forma de T. La sección de la base es subangular con los laterales convergentes. La punta es roma y tiene forma redondeada por lo que su funcionalidad encajaría mejor con la de percutor o maza que la de pico¹⁴⁷.

3.2.9.4. El Filón Consuelo (ID79) y la minería del cobre

Introducción

Hemos visto el carácter esporádico y oportunista de la minería moderna del cobre en Cartagena en la introducción del capítulo 3¹⁴⁸. No obstante, se llegaron a explotar bolsas considerables en algunas concesiones como la Mina Amable, en los hundidos de la Cuesta de Portmán. También encontramos algunas denuncias tempranas de cobre en los libros de demarcaciones. En 1851 hay una mina cobriza llamada Luisa en el Algar. Otra, con una galería de 11 varas de longitud en las calizas de transición, explotaba carbonatos y óxidos de cobre en Escombreras¹⁴⁹. En 1861 encontramos la Mina Perina, cerca de la casa de la viuda de José Martínez (¿Se?)-guera. También aquí se beneficiaba una veta de carbonatos y óxidos de cobre con hierro a 20 m de profundidad, a partir de un pozo abierto en las pizarras micáceas. La presencia de cobre se documenta en casi todos los filones importantes como el Filón Poderoso, el **Filón Consuelo (ID70)**, o en los Mantos del **Sancti Spiritus (ID200)** y la Cuesta de las Lajas.

Si la presencia de cobre es frecuente, el tipo de explotaciones de la sierra de Cartagena y su intensidad hacen muy compleja la prospección arqueominera. Por ejemplo, en los márgenes de la **Rambla del Abenque (ID70)** encontramos grandes bloques caídos mineralizados de cobre (Fig. 3.95), sin que hayamos podido localizar su origen en las minas cercanas.

147 Recuerda a algunos percutores localizados en el Sudoeste como el de La mina la Preciosa, de Peñaflor (Hunt Ortiz 2005) o del Arroyo de los Almadenejos, en Sierra Morena (Domergue 1990 Pl. XV-1).

148 Apartado 3.1.3.

149 El nombre de esta última en el libro de demarcaciones es ilegible “--- de Montecristo”. No se puede descartar que se trate del Filón Consuelo.

Otros arqueólogos, como los citados C. Domergue y J.A. Antolinos han realizado prospecciones arqueomineras extensivas. Otros trabajos reflejan prospecciones más localizadas, como las vistas en el Cabezo de la Escucha y en Cala Reona, completando la prospección de zonas más periféricas.



Figura 3.95. Bloques arrastrados en la Rambla del Abenque entre los que se encuentran algunos mineralizados con cobre.

Todo ello me condujo a centrar las prospecciones en el entorno del **Filón Consuelo (ID79)**, la única mina de la que se tenía constancia de su explotación prehistórica.

Las labores antiguas en el filón Consuelo fueron dadas a conocer por C. Domergue (1987, pp.362-80; MU3) dentro del conjunto del Sancti Spiritus. Es por ello que seguramente han pasado desapercibidas en las revisiones posteriores de los estudios la minería prehistórica en la zona de Murcia (Hunt Ortiz 2005). Tampoco aparecen catalogadas como yacimiento en la Carta Arqueológica ni como indicio en el Mapa Metalogenético de España.

En el mapa topográfico la mina del Filón Consuelo pertenece al paraje del Regente, nombre de la concesión minera más importante de la zona. En el mapa de C. Lanzarote (1907) la concesión Consuelo está al nordeste de la Regente, aunque no colindan. La mayor parte de labores que aquí se describen pertenecen a la concesión Westminster que linda al sur con Consuelo. Aunque son minas bien conocidas, en ninguna de ellas se explicita la explotación contemporánea de cobre, ni se tiene constancia de ello.

Actualmente, el cerro en cuya vertiente sudeste encontramos la mina recibe el nombre del pico del Horcado. En los mapas antiguos aparece con el nombre de Cerro de la Silla (Guardiola 1927 Lám. XIV). En la fotografía del vuelo de Ruiz de Alda (1928-1930) se observa un grupo de labores en la cima del cerro, cuya tipología se asemeja a la minería superficial de óxidos de hierro y que hoy han sido destruidas por la cantera en activo que amenaza las labores del Filón Consuelo. A 700 metros al sur encontramos el complejo minerometalúrgico de época romana de Los Simones (Antolinos 2005) y a 1,5 km tenemos la Fundición de El Gorguel (Antolinos 2012, p.73).

Geología y metalogenia

El Filón Consuelo encaja en los materiales carbonatados de la Unidad Alpujárride de Portmán, litológicamente compuestos por dolomías negras y calizas del Triásico (GEODE Z2100 n=52). Muy cerca encontramos la transición a las filitas y cuarcitas (GEODE Z2100 n=38) y el despegue extensional de los conglomerados de cuarzo y areniscas de la Unidad Maláguide de los Simones (GEODE Z2100 n=73).

La mineralización, de tipo filoniano, se encuentra totalmente agotada. Solo quedan pequeñas impregnaciones de malaquita diseminada en las paredes donde antaño se ubicaban los filones. El cobre, dominante, se presenta por lo general asociado a óxidos de hierro, aunque también aparece de forma aislada. C. Domergue describe la mineralización como “*filones que, en su parte alta, además de la calamina y óxidos de manganeso, contienen óxidos de hierro, a veces también óxidos de cobre (Consuelo)*” (Domergue 1987, fig.362)¹⁵⁰.

Referencias documentales a la antigüedad de la explotación de Cerro Minado

Las únicas referencias previas las encontramos en el catálogo de minas de C. Domergue (1987), quien también las cita en trabajos posteriores (Domergue 1990; Domergue 2010).

Según este autor, la mina, al estar situada al exterior de los mantos, sería una de las pocas mineralizaciones filonianas explotadas por los “*antiguos*”¹⁵¹. Es por ello que la trinchera del Filón Consuelo es bastante singular dentro del panorama cartagenero.

C. Domergue describe la presencia de antiguas galerías próximas a la superficie que fueron cortadas por trabajos más modernos, enfatizando que sus paredes estaban perfectamente pulidas en contraste con el cuerpo dolomítico en el que encajaban. Este aspecto de las galerías lo atribuyó a la acción del fuego (Domergue 1990, p.133). Finalmente, relaciona con este tipo de labores unas similares de la mina del Arroyo del Cuevo, en sierra Morena (Domergue 1987, núm. CO78; Domergue 1990), clasificadas como de la Edad del Bronce y donde también se estarían explotando carbonatos de cobre. Del Filón Consuelo recoge varios tipos de materiales líticos:

- » Varias lascas de cantos de anfíbolita con marcas de percusión, algunos con marcas de ranura o de entalle.
- » Dos bloques de anfíbolita de procedencia no rodada, también con trazas de percusión.
- » Un yunque en metabasita de pequeño tamaño y roto en un extremo (9 cm x 6,5 cm x 5 cm) que presenta una depresión en cada una de sus planos principales.

El conjunto de estos elementos le hace sugerir una explotación de la mineralización de cobre durante la Edad del Bronce.

150 En francés en el original.

151 En Cartagena le debemos sumar los ya vistos filón Poderoso y filón Diana.



Figura 3.96. Guía de localización de labores y hallazgos.:1, Frente de talla; 2, Zona media trinchera; 3, zona inferior trinchera; 4, escombrera con percutores; 5, castillete y escorias; 6, zona 2 piedemonte; 7, plataforma; 8, frente con labores antiguas; 9, cantera con labores antiguas; 10, labores no prospectadas.

Descripción Labores y registro arqueológico

Se han documentado dos grupos de labores (Fig. 3.96). Ambas están separadas por 140 metros y entre ellas media una vaguada.

El grupo 1 (Fig. 3.96: 1 a 5), consiste en una trinchera de aproximadamente cien metros de longitud y siete de anchura máxima con orientación N155° desde el frente de talla. A ella se le asocia un castillete moderno con pozo en su base, identificado como la Concesión Westminster. La trinchera está colmatada de estériles antiguos y en superficie se observa un sedimento gravoso de fracción pequeña, con pocos bloques y rocas de mayor tamaño (Fig. 3.97). Algunas labores prospectivas modernas han excavado en este relleno para abrir una nueva galería¹⁵². Para ello tuvieron que construir un murete de contención en el estéril antiguo. Muy cerca de esta galería, en un saliente de la visera de la trinchera, encontramos un abrigo parapetado con bloques de estériles (Fig. 3.98).

En la parte inferior de la trinchera se documenta lo que podrían ser las antiguas labores seccionadas en forma de galería mencionadas por C. Domergue. La más visible comunica con la superficie y conserva aproximadamente 10 metros de longitud con un buzamiento de 30°. Es difícil determinar la anchura y altura originales, pues tanto el

¹⁵² La concesión de Westminster fue demarcada en 1891 aunque el pozo y la explotación en profundidad no se llevarían a cabo hasta el primer cuarto del siglo XX (J.A. Antolinos, com. pers.). Es posible que la pequeña galería cavada en los estériles y el parapeto construido junto a ella deban datarse entre la fecha de demarcación y la construcción del castillete, lo que nos llevaría a finales del s. XIX.



Figura 3.97. Vista de la zona central de la trinchera. La higuera en la parte central de la imagen sirve de escala aproximada (Fig. 3.96:2).



Figura 3.98. Parapeto en una pared de la trinchera encima de su relleno. Posiblemente relacionado la labor prospectiva anexa. En la figura 3.97 la cubierta sobresale en la pared derecha de la trinchera (Fig. 3.96:2).



Figura 3.99. Tramo inferior de la trinchera en la que se observa una posible galería antigua seccionada. Se ha señalado en blanco el relicto de mineralización con óxidos de hierro e impregnaciones de cobre (Fig. 3.96:3).



Figura 3.100. Detalle de la visera de la galería con marcas de percusión.

fondo como la pared interior han sido arrasadas. En la parte inferior de la galería se conservan algunos relictos de la mineralización original (Fig. 3.99). Aunque las marcas de herramientas no son seguras, en la zona de la visera se observan depresiones irregulares en la dolomía que podrían deberse al uso de instrumentos romos (Fig. 3.100). Hacia la zona interior de la galería, las marcas desaparecen y dejan lugar a superficies pulidas, especialmente en las paredes. Se debe destacar que en este tramo el relleno de la trinchera lo forman bloques de mayor tamaño, sin sedimentación fina entre ellos.

Finalmente, separado por la trinchera por un camino, encontramos el castillete en madera con su pozo. Entre la trinchera y el castillete, que tiene una pequeña escombrera al

sur, hay una acumulación de estériles que por su pequeño tamaño sugieren un área de triturado de mineral. La coloración azulada de los mismos indica que proceden del pozo y las labores en profundidad, en el contacto con esquistos o filitas.

El grupo 2 (Fig. 3.96: 6 a 9), lo conforman un conjunto de pequeños minados a cielo abierto que se suceden en los márgenes de una vaguada. En el piedemonte hay una calicata con grandes bloques delimitando la entrada y material cerámico romano¹⁵³ en las proximidades. Un poco más arriba, encontramos una plataforma con bastante mineral y algunas escorias modernas. Subiendo, en un crestón rocoso se abre un frente de extracción colapsado que corta antiguos trabajos difíciles de determinar. Ahora forman pequeños nichos de 50 cm de anchura, superficies muy suavizadas e impregnaciones de carbonatos de cobre en los bordes (Fig. 3.101).

En la parte superior de la vaguada destaca una rafa o cantera en la que se han desarrollado trabajos en profundidad (Fig. 3.96: 9). Sus dimensiones aproximadas en superficie son de veinte metros de largo por ocho de ancho. En la zona más superficial se observan pequeñas oquedades con la superficie muy suavizada que interpreto como los tramos finales de galerías prehistóricas seccionadas (Fig. 3.102 y 3.103).

En la parte baja de la trinchera del grupo 1, cerca de la galería seccionada,



Figura 3.101. Tramo seccionado por frente de cantera de antigua labor con superficies muy suavizadas (Fig. 3.96:8).



Figura 3.102. Rafa o cantera en la que se han abierto labores en galería en el fondo (no exploradas). La parte superior de la cantera está seccionando antiguas labores en forma de galerías subhorizontales (Fig. 3.96:9).



Figura 3.103. Ampliación de figura anterior. Aunque medio tapada por vegetación, la sección de la galería muestra el tramo final de una pequeña galería circular con bordes suavizados por posible uso de extracción por fuego.

¹⁵³ Un fragmento de ánfora africana (imagen en ficha ID79).

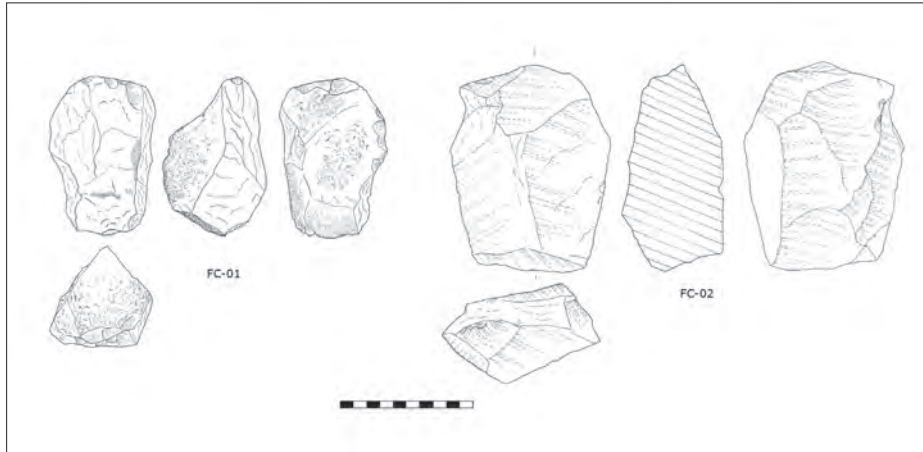


Figura 3.104. Picos recuperados en la escombrera de la parte baja de la trinchera (Dibujo de S. Delgado-Raack).

encontramos dos picos en microgabro en la escombrera, ambos completos (Fig. 3.104). Litológicamente coinciden con el conjunto procedente de Cerro Minado. Como es habitual en el conjunto de instrumentos mineros estudiados, no presentan evidencias de haber sido emangados, sin embargo, en oposición a los artefactos de Cerro Minado, fueron transformados de forma tosca pero intensa previamente a su uso (Escanilla Artigas y Delgado Raack 2015)¹⁵⁴.

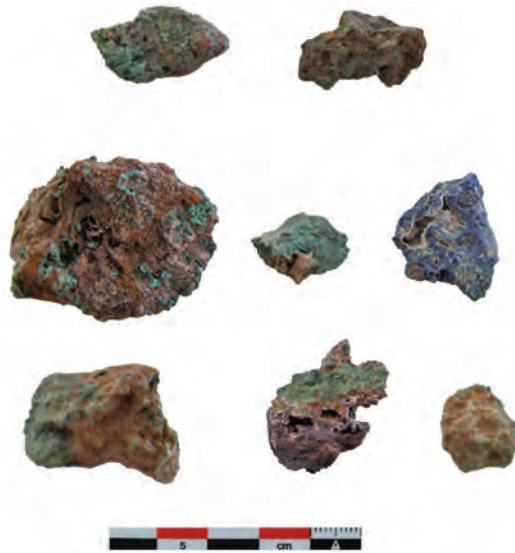


Figura 3.105. Minerales recogidos en la escombrera de la trinchera del Filón Consuelo.

Nueve fragmentos de rocas y cantos del mismo tipo que las utilizadas en la elaboración de los picos se han recuperado en ambos grupos de labores. El hallazgo es coherente con la presencia de minados seccionados de formas suavizadas en ambos grupos de labores. Tanto la frecuencia de fragmentos de rocas ígneas hallados en Filón Consuelo, como la intensa transformación que vemos en los ejemplares completos, indican que el reaprovechamiento por talla o la reutilización de los artefactos fracturados pudo ser una práctica habitual.

En cuanto al origen geológico de los artefactos, una sola cara ha permanecido en estado natural, y únicamente en el caso de FC-01 podemos afirmar con seguridad que el soporte utilizado fue un canto rodado. De los nueve fragmentos recogidos, dos presentan superficies naturalmente rodadas en alguna de sus caras, por lo que también podemos

¹⁵⁴ Al igual que en Cerro Minado y Balsicas, el estudio tecnológico de los artefactos macrolíticos del Filón Consuelo ha sido realizado por S. Delgado-Raack y R. Risch.

asumir en estos casos el uso de soportes recogidos en depósitos secundarios. C. Domergue sugiere la zona costera de Portmán como probable origen de los materiales que encontró en el Filón Consuelo.

Los frentes de percusión de los picos procedentes de Filón Consuelo concentran extracciones de diverso tipo, no obstante, mientras que FC-01 presenta un frente activo claramente fracturado y embotado, FC-02 muestra una superficie activa fresca. A pesar de estas diferencias morfológicas, la presencia de adherencias milimétricas de color verde y ocre es común a las dos piezas. Estas partículas se distribuyen a lo largo de los frentes de percusión, localizándose directamente sobre los negativos de las fracturas concoidales y escalonadas, pero también sobre zonas determinadas del cuerpo de los artefactos. Las características tecnológicas reconocidas en ellos y su analogía con los artefactos de Cerro Minado, permiten interpretarlos como instrumentos extractivos.

La mineralización de cobre del Filón Consuelo está agotada y únicamente se ven impregnaciones de carbonatos en unos pocos puntos de las paredes cerca de labores antiguas. De los minerales recuperados entre las diferentes escombreras se observa principalmente azurita y malaquita (Fig. 3.105). En la mina también se ha encontrado olivenita, lo que es consistente con algunas de las muestras analizadas ricas en arsénico.

3.2.9.5. Composición química de los minerales

Además del Filón Consuelo contamos con muestras de la Corta San Valentín (ID200) y de la Rambla del Abenque (ID70)¹⁵⁵.

Se han analizado catorce muestras (Tab. 3.16) con pFRX del Filón Consuelo (FC01 a FC14). Cinco están duplicadas en PIXE (FC02, FC04, FC08, FC10 y FC11).

Además también contamos con dos análisis publicados por C. Domergue¹⁵⁶ (1987, p.570; núms. 306 y 307). Los resultados de estos análisis se muestran en la tabla 3.17. Al utilizar una preparación de las muestras igual a la empleada en este trabajo, los resultados son comparables y ambos grupos de análisis coinciden en prácticamente todos los elementos¹⁵⁷. C. Domergue también hizo analizar dos muestras de minerales de cobre de las minas prerromanas de Cala Reona. Aunque no especifica la procedencia, únicamente en el Cabezo de la Escucha aparecen minerales de cobre citados tanto por

155 A la altura de la Mina Bragelonne.

156 Análisis realizados por J. Bourhis entre 1967 y 1977 en el Laboratorio d'Anthropologie, Préhistoire, Protohistoire et Quaternaire Armoricains de la Universidad de Rennes. Elementos traza cuantificados por espectrografía y elementos mayores por electrolisis. La preparación de muestras siguió el mismo proceso que el empleado por nosotros con un enriquecimiento manual del mineral lo que hace los resultados altamente comparables.

157 Únicamente Bi, presenta diferencias al no haber sido detectado en los análisis de C. Domergue y sí por nosotros en sólo algunos ejemplares y cerca de los límites de detección. Por otro lado en nuestro caso se han analizado cuatro elementos (Co, S, Hg, Au) que no fueron analizados anteriormente.

Recursos minerales de cobre y su explotación prehistórica en el sudeste peninsular
El valle del Guadalentín.

Técnica	Serie pFRX	Id	Mina	Contexto	(N)	Fe ₂ O ₃	CuO	As ₂ O ₃	S	SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	Suma (total)	
pFRX	4	SV	San Valentín	Cantera. Cu-Zn	1	6.8	17.5	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	67.56	
pFRX	1	SV	San Valentín	Cantera. Pb	1	1	< LOD	< LOD	3.3	< LOD	< LOD	0.2	51.44	
pFRX	1/4	SV	San Valentín	Cantera. Cu	2	3.5	47.6	< LOD	4.9	1.7	< LOD	0.1	66.4	
pFRX	1	RA	Rambla del Abenque	Bloque	3	12.7	12.9	1.3*	1.3	5.1	< LOD	1.2	37.76	
PIXE		FC	F. Consuelo	Esc. Trinchera	3	13	47.4	2.6	< LOD	1.1	0.5	29	95.26	
PIXE		FC	F. Consuelo	Lab. 2 Cantera	2	11	43.8	4.3	0.4*	1.2	0.5	26.6	91.4	
pFRX	4	FC	F. Consuelo	Esc. Trinchera	8	3.5	64.2	2.1	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	70.42	
pFRX	4	FC	F. Consuelo	Lab. 2 Cantera	4	7.2	36.6	2.6	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	48.37	
pFRX	4	FC	F. Consuelo	Plataforma	2	10	49.4	0.8	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	60.59	
Técnica	Serie pFRX	Id	Mina	Contexto	(N)	Zn	Ni	Co	Sb	Hg	Bi	Ag	Pb	Suma IMP
pFRX	4	SV	San Valentín	Cantera. Cu-Zn	1	41.61	< LOD	< LOD	0.02	0.03	< LOD	0.02	1.6	1.63**
pFRX	1	SV	San Valentín	Cantera. Pb	1	0.3	0.06	< LOD	0.08	< LOD	< LOD	0.04	46.5	0.48***
pFRX	1/4	SV	San Valentín	Cantera. Cu	2	8.71	< LOD	< LOD	0.04	< LOD	< LOD	0.03	3.26	12.03
pFRX	1	RA	Rambla del Abenque	Bloque	3	0.1	< LOD	< LOD	1.05	1.47	0.06	< LOD	0.01*	2.68
PIXE		FC	F. Consuelo	Esc. Trinchera	3	1.16	0.05	0.22*	0.52	0.03	< LOD	< LOD	< LOD	1.65
PIXE		FC	F. Consuelo	Lab. 2 Cantera	2	2.03	0.02	< LOD	0.69	0.95	< LOD	0.14	< LOD	3.83
pFRX	4	FC	F. Consuelo	Esc. Trinchera	8	0.49	0.03	0.05	0.18	0.02	0.004	< LOD	0.02	0.73
pFRX	4	FC	F. Consuelo	Lab. 2 Cantera	4	0.91	0.01	0.04	0.44	0.41	0.01	0.07	0.12	1.95
pFRX	4	FC	F. Consuelo	Plataforma	2	0.22	0.01	< LOD	0.13	0.01	0	< LOD	0.01	0.38

Tabla 3.16. Medias de los análisis químicos sobre minerales de la sierra de Cartagena (*Solo detectado en un análisis. Se representa el valor de ese análisis y no el promedio; ** El cinc no aparece reflejado en el total, ya que es un elemento base del mineral; *** El plomo no aparece reflejado en los totales, ya que es un elemento base del mineral).

Núm.	Ref. Cat.	Naturaleza	Datación	Procedencia	Cu	Sn	Pb	As	Sb	Ag	Ni	Bi	Fe	Zn	Mn
306	MU3	azurita	Preromano	S. Cartagena	31.4	<0,001	0.1	c. 1,5	c. 1,5	0.003	0.015	-	7	c. 1	0.15
307	MU3	malaquita	Preromano	(Consuelo)	51.1	-	0.005	0.3	0.2	<0,001	0.01	-	c. 1	c. 2	0.05
308	MU7	malaquita	Preromano	Cala Reona	26	-	12	-	-	0.01	-	-	0.1	-	0.001
309	MU7	malaquita	Preromano	Cala Reona	45.7	0.001	c. 3	<0,001	0.08	0.1	<0,001	-	0.3	c. 2	0.002

Tabla 3.17. Análisis realizados por J. Bourhis entre 1967 y 1977 en el Laboratorio d'Anthropologie, Préhistoire, Protohistoire et Quaternaire Armoricains de la Universidad de Rennes. Elementos traza cuantificados por espectrografía y elementos mayores por electrolisis. La preparación de muestras siguió el mismo proceso que el empleado por nosotros con un enriquecimiento manual del mineral (según Domergue, 1987).

él como en las recientes prospecciones de A. Martínez Salvador (2012). Su procedencia solo puede ser de allí. Dado el interés por la presencia de un percutor macrolítico (infra) en estas labores las compararé con las muestras del Filón Consuelo.

La ganga de los minerales de Filón Consuelo¹⁵⁸ se compone de calcita-dolomía¹⁵⁹, siendo de destacar el porcentaje bastante elevado de magnesio en algunas muestras de la escombrera de la cantera del grupo 2. La sílice y el aluminio se detectan en concentraciones muy bajas que no superan el 2 % en SiO₂.

El cobre, aún y la limpieza general de las escombreras, permite un enriquecimiento manual muy bueno. Sólo una muestra queda por debajo del 20 % de CuO (FC03). En varias, su concentración supera el 80 % (FC08, FC09, FC14). Los valores más frecuen-

158 Observaciones de los elementos ligeros a partir de las 5 muestras analizadas por PIXE (FC02; FC04; FC08; FC10; FC11).

159 Dos de las muestras (FC02 y FC11) se han analizado en m-DRX confirmando la presencia de azurita y malaquita en ganga de dolomita, calcita y cuarzo.

tes están entre el 30 y el 50 %. El hierro se detecta en todas las muestras pero nunca en concentraciones suficiente para considerar el mineral ferrocuprífero. También en todas las muestras se ha detectado presencia de arsénico. Sin llegar a valores propios de arseniatos. Algunas muestras superan el 5 % en As₂O₃. Su media, en el 2 % es bastante representativa de la tendencia general.

El patrón de impurezas está dominado por el cinc y el antimonio. Las concentraciones del mercurio, pese a estar presente en todas las muestras, son más irregulares. También de forma irregular, y en concentraciones entre las 1000 y las 100 ppm, se detecta Pb, Co y Ni. La plata y el estaño se detectan muy esporádicamente. Cuando lo hacen sus valores están por debajo de las 100 ppm.

La muestra con una mayor concentración de arsénico (FC02), también muestra valores extremos en algunas impurezas como el cinc (2,4 % Zn), el mercurio (1,5 % Hg), la plata (0,12 % Ag).

En comparación con la composición química de los minerales del Filón Consuelo, en los de Cala Reona y San Valentín no se detecta arsénico y sí elevadas concentraciones de plomo, que oscilan entre el 3 y 12 % en Cala Reona y entre el 1,5 y 3,7 % en San Valentín (SV01 y SV08). El mineral SV07 es un mineral Cu-Zn con impurezas de plomo. SV05 es una galena en la que no se detecta cobre como impureza.

Los minerales de la Rambla del Abenque (RA01; RA02 y RA03) muestran un patrón totalmente diferente. En este caso se trata de minerales ferrocupríferos, en el que es posible encontrar arsénico, con poco cinc y concentraciones muy elevadas en Sb y Hg. Ninguna de las tres muestras analizadas supera el 20 % de CuO lo que indica la mayor dificultad en concentrar este mineral respecto a los otros indicios aquí expuestos.

3.2.9.6. Síntesis Arqueológica

Los únicos asentamientos prehistóricos son anteriores al Calcolítico. El Cabezo de San Joaquín, situado junto a la rambla del Abenque, es un poblado Neolítico de fosos. El mismo tipo de poblado encontramos en Las Amoladeras y en Calblanque (Lomba 1996; García del Toro 1997). Estos poblados han sido puestos en relación con las cuevas de enterramiento de Los Mejillones y la Sima del Manantial (Martínez Sánchez y San Nicolás del Toro 2003). Todos ellos pertenecen a cronologías pre-metalúrgicas¹⁶⁰.

Si no podemos confirmar una ocupación prehistórica que pueda ponerse en relación con el potencial aprovechamiento de los recursos de cobre, sucede lo contrario durante la antigüedad. En cuanto a la explotación preromana o romana de minas de cobre, las únicas noticias son el probable aprovechamiento de carbonatos superficiales del filón

160 Aunque en Calblanque se cita la presencia de Bronce Medio, no sabemos en base a que material se hace esta adscripción.

Poderoso en el Cabezo de la Escucha y una posible explotación del Filón Consuelo. Parece ser que la minería del cobre seguiría la misma lógica oportunista del s. XIX DNE. La metalurgia del cobre también se documenta en la fundición de El Gorguel (Antolinos 2012, p.73), datada entre el siglo II ANE y el s. I DNE. En esta fundición, dedicada a la obtención de plata, se localizaron varios depósitos azurita y malaquita en una de las estancias con estructuras metalúrgicas. Su cercanía con el Filón Consuelo sugiere que ese podría ser el origen del mineral, pero sin disponer de analíticas es imposible confirmarlo.

3.3. Recapitulación de las prospecciones arqueomineras

La minería prehistórica en el Sudeste ha sido una gran desconocida hasta fechas muy recientes. Las primeras referencias sólidas de su existencia se las debemos a C. Domergue (1987). En su catálogo sugería la posible explotación de cuatro minas en el territorio murciano y almeriense del Sudeste. De ellas, únicamente en dos se reseñaba la presencia de artefactos macrolíticos de filiación prehistórica. Estas dos minas eran el Filón Consuelo (Cartagena, Murcia) (Domergue 1987, pp.362-80; MU3) y Cerro Minado (Huércal-Overa, Almería) (Domergue 1987, p.14; AL6)¹⁶¹. Las otras dos minas, sin evidencias directas, eran la Mina Vulcano (Lorca, Murcia) y la Mina Panadera (Lorca, Murcia).

Otros dos proyectos de prospección se llevaron a cabo en la década de los 80 del s. XX. Primero con las prospecciones desde el Proyecto Gatas (Carulla 1987; Castro et al. 1999) y poco después con las I. Montero en el marco de su tesis doctoral (Montero, 1991), integrada en el Proyecto de Arqueometalurgia de la península ibérica (PA). Además de la propia investigación arqueológica, las prospecciones que acabamos de citar focalizaron su interés en la recogida de muestras para la caracterización química e isotópica de las mineralizaciones. En ningún caso identificaron evidencias de minería prehistórica, pese a que en ambas se incluyó Cerro Minado en el estudio. Por ello, hasta ahora se consideraba que en el Sudeste no se conservaban evidencias de minería prehistórica. Esta hipótesis se explicaba en base a la poca entidad de las explotaciones, la superficialidad de las mineralizaciones y la destrucción provocada por la minería moderna posterior.

En cuanto al estudio analítico, el Proyecto Gatas incluyó por vez primera la caracterización isotópica de algunos de los principales depósitos minerales del Sudeste. Los resultados permitieron poner en evidencia que gran parte de los objetos argáricos no tenían una procedencia local, dando como alternativas sierra Morena, el sudoeste peninsular o incluso el Mediterráneo Central (Stos-Gale et al. 1999). Esta primera aproximación ha sido acotada recientemente gracias a la caracterización isotópica de los depósitos

¹⁶¹ La información de estos artefactos se la facilitó J.P. Jacquin, ingeniero geólogo de la SMMP de España (Domergue 1987, p.14).

minerales del Valle de Alcudia y Linares-La Carolina (Klein et al. 2009; Hunt et al. 2011; Murillo et al. 2015). De este último, han cobrado especial importancia los avances del Proyecto Peñalosa en el Valle del Rumblar.

Por su lado, el Filón Consuelo quedó olvidado de la memoria arqueológica al publicarse conjuntamente con toda la sierra de Cartagena, cuyo interés arqueológico siempre ha sido monopolizado por la minería romana. Es por ello que no se incorporó en prospecciones posteriores a C. Domergue y su rastro se había perdido.

Durante las prospecciones que acabamos de exponer se ha procurado la prospección completa de un extenso territorio, el valle del Guadalentín, que cubre una parte significativa de lo que se considera el sudeste peninsular. Este territorio incorpora todos los depósitos minerales donde se tenía noticias de una posible explotación prehistórica de minerales de cobre del Sudeste.

De todo el conjunto de indicios y labores prospectados (n=50) únicamente en 3 tenemos evidencias directas de su explotación prehistórica. En las tres, esta materialidad se expresa por la presencia de percutores macrolíticos y la conservación de restos de la galería, asociadas a estos percutores.

Las labores identificadas están en todos los casos alteradas por la explotación posterior de la mina. Las más claras y numerosas son las del Filón Consuelo, con varios tramos de galería con poco buzamiento, seccionadas en sus tramos finales y que sugieren un aprovechamiento superficial de los minerales. En todos los casos se entrevé un tipo de labores de sección circular y en torno a un metro de diámetro. C. Domergue atribuyó a estas labores una profundidad máxima de 10 metros¹⁶², lo que es de por sí considerable. En Balsicas el esquema es muy similar con una galería horizontal de 8 metros de longitud que penetra en la ladera. Las dimensiones y la sección serían muy similares al Filón Consuelo. En Cerro Minado, tenemos varios percutores macrolíticos asociados a una posible galería prehistórica alterada por trabajos más recientes. En este caso la sección es irregular y las dimensiones de anchura y altura del tramo conservado son mayores. También es mayor la penetración hacia el interior de la montaña ya que superaría los diez metros de profundidad. Suponiéndole un trazado horizontal o subhorizontal como el que se observa en el punto conservado, cualquier acceso al exterior del cerro original estaría a más de 30 metros de distancia. Si consideramos como prehistóricas las galerías desescombradas a principios de siglo XX en las que se localizaron astas de ciervo, Cerro Minado tendría galerías con más de 50 m de recorrido.

Obviamente, al tratarse de prospecciones superficiales los elementos materiales de los que disponemos carecen de un contexto adecuado. Únicamente en Cerro Minado estamos en condiciones de vincular la explotación prehistórica a un tiempo concreto, el

162 En nuestras observaciones todos los tramos reconocidos están a menos de 5 metros de la superficie.

Calcolítico Final. Ello no excluye su aprovechamiento en épocas anteriores o posteriores sin determinar. En los otros dos indicios, la ausencia de elementos diagnósticos que permitan una atribución cronológica obliga a buscar transversalidades.

Por otro lado tenemos varios interrogantes en torno al percutor macrolítico del Cabezo de la Escucha en Cala Reona (Cartagena). Aunque no se ha podido determinar su morfología de forma precisa, en líneas generales se percibe antagónico a los demás recuperados durante nuestras prospecciones. Esta realizado en cuarcita y no en roca volcánica. Presenta una intensa preparación previa del soporte, posiblemente con ranuras laterales y una ranura transversal central. Su forma se corresponde con un percutor destinado al arranque del mineral y no a su trituración posterior. Aunque el contexto arqueológico en que se encuentra se adscribe a los siglos IV y III ANE, los paralelos tipológicos y la lógica del contexto sugieren que este pico no se corresponde con la explotación púnica del Filón Poderoso.

Los paralelos tipológicos en contexto minero son escasos. Los más similares proceden de La Preciosa (Peñaflor, Sevilla) y el Arroyo de los Almadenejos (Ciudad Real), ambos en el Sudoeste. El contexto de ambas explotaciones de cobre no permite una cronología más precisa que la genérica de la Edad del Bronce (Domergue 1990; Hunt Ortiz 2003).

Por otro lado hay algunos casos excepcionales de minas de la Edad del Hierro con percutores macrolíticos. Una de ellas es la mina de La Sierrecilla (Puebla de Guzmán, Huelva), con un percutor con ranura asociado a cerámica del s. III DNE. También en la mina de Cala (Cala, Huelva) aparece una maza de cuarcita con ranura que se relaciona con la explotación romana. Dada la excepcionalidad de estos casos, M. Hunt (2004) considera que no hay elementos seguros que permitan retraer la presencia de percutores con ranura antes del s. VII ANE.

Si la morfología de este pico es única en el contexto murciano, también presenta incógnitas el mineral con el que se usó. De proponer una cronología de la Edad del Bronce, su presencia podría estar relacionada tanto con los carbonatos de cobre como con la plata nativa, presente en la mineralización del filón Poderoso.

Un número elevado de minados y estructuras asociadas han sido inventariados en las laderas del Cabezo de la Escucha y el Atalayón. Los materiales diagnósticos en todos ellos sugieren que el momento de mayor actividad se dio entre los siglos IV y III ANE. Si durante esta explotación se estaban empleando percutores macrolíticos se hubieran encontrado una gran cantidad de ellos en los estériles, tanto del Cabezo de la Escucha como en otros minados de la misma época, y no uno como es el caso. Por otro lado, todas las marcas de herramientas en el interior de las labores señalan el uso de picos o punterolas metálicas para arrancar el mineral, sin que se mencionen huellas de herramientas romas o superficies suavizadas.

A mi parecer, la hipótesis más lógica plantearía que se trata de un percutor anterior a la

explotación púnica de la mina, para el aprovechamiento del mineral de cobre o la plata nativa. Su cronología más probable, valorando la presencia de percutores con ranura en los poblados y el uso de cuarcita como litología del soporte podría situarse en un amplio abanico que cubriría toda la Edad del Bronce.

Más allá del registro de percutores macrolíticos tenemos un pequeño conjunto de minas donde es muy probable que se hayan desarrollado labores preindustriales, sin que de momento podamos confirmarlas. Estas serían las minas de Segunda Santa Isabel, Las Minas de Merzu S.A., el Cabezo de la Fuente o Las Crisolejas.

Repasando las características comunes a todas las minas con explotación prehistórica confirmada y probable podemos establecer algunas coincidencias significativas.

En primer lugar, Cerro Minado, Santa Isabel, Filón Consuelo y el Cerro de la Mina constituyen los depósitos de cobre de mayor envergadura y más explotados del territorio prospectado, quizás se podría incluir también aquí las Minas de Merzu S.A., pero el estado de colmatación que presentan no permiten una idea de su magnitud.

Todas ellas, incluidos los dos indicios de Balsicas, presentan minerales de cobre de muy buena calidad y fácilmente concentrables de forma manual. Con ello se puede obtener un rendimiento en cobre muy elevado. El paradigma de todos ellos es Cerro Minado y quizás Filón Consuelo, y en ambas, la explotación prehistórica se advierte que ha sido importante.

Tanto el Filón Consuelo como Cerro Minado tienen una paragénesis de minerales de cobre y arsénico. El hierro, pese a estar presente en ambas no permite la consideración de minerales ferrocupríferos excepto casos aislados. La relación entre los tipos de minerales y la magnitud de la mineralización las define como minas excepcionales en el conjunto del área prospectada. No se puede descartar que también el Cabezo de la Fuente presentara en su momento arseniatos pero la mineralización fue con toda probabilidad de menor ley en cobre y estos arseniatos difícilmente tuvieron la consideración de mineral explotable. De momento, aunque encontramos presencia de arsénico en algunas muestras, no aparece en todas y en las que lo hace tampoco consigue concentraciones importantes.

Los paradigmas de la paragénesis cobre-hierro son Balsicas y la Mina Santa Isabel. Aunque es poco probable, no se puede descartar que el interés de los mineros y mineras prehistóricos/as en Balsicas estuviera en relación con el cinabrio.

A diferencia del grupo de indicios explotados durante la prehistoria (o potencialmente explotados), hay una mayoría de indicios, cuyos minerales son más bien pobres y/o escasos. Su explotación moderna tuvo un nulo rendimiento económico y las labores emprendidas no alteraron significativamente el entorno. Este conjunto que, por conservación, podría albergar un mayor número de evidencias de explotación prehistórica, se

muestra totalmente carente de ella.

Para poder entender los resultados de nuestras prospecciones se ha desarrollado el capítulo 4. En él buscaremos elementos compartidos con las otras minerías prehistóricas que nos permitan situar y comparar las evidencias del valle del Guadalentín. ‘

*Recursos minerales de cobre y su explotación prehistórica en el sudeste peninsular
El valle del Guadalentín.*

*Recursos minerales de cobre y su explotación prehistórica en el sudeste peninsular
El valle del Guadalentín.*