



Tesis Doctoral

Arqueología y paleosiderurgia prehidráulica en Bizkaia

(siglos III-XIII)

Tras las huellas de los antiguos ferrones

Fco. Javier Franco Pérez

Director: Juan Antonio Quirós Castillo

Mayo de 2017

Imagen de la portada:

Detalle del cuadro de Ricardo Baroja *Los ferrones* 1941

Figuras y tablas:

El autor (salvo referencia expresa)

A Manuel, trabajador metalúrgico y mi mejor maestro.

“Fortis imaginatio generat casum” (Una imaginación fuerte produce el acontecimiento)

Michel de Montaigne

Resumen

El objetivo de este trabajo es el análisis de la producción de hierro con tecnología prehidráulica durante el período romano y medieval. Se ha elegido como territorio de estudio el caso de Bizkaia, porque en él se localizan importantes afloramientos minerales caracterizados por ricos óxidos de hierro. Se ha llevado a cabo una prospección sistemática del territorio que ha permitido identificar un total de 170 emplazamientos productivos, de los que se han datado un 10 %, permitiendo obtener un marco temporal que va (por el momento) desde finales del S. III. d.C. a inicios del S. XIV d.C. Además, se han realizado varias excavaciones intensivas y selectivas de varias haizeolak o ferrerías de monte con el fin de analizar la tecnología y caracterizar el ciclo de producción del hierro prehidráulico en este territorio. Estos trabajos se han visto complementados con otras tareas de investigación como la realización de talleres experimentales basados en el registro arqueológico recuperado, destinados a estudiar de forma directa esta antigua tecnología y su ciclo productivo, así como el estudio metalográfico de algunos de los residuos de producción y minerales. Asimismo, se ha llevado a cabo una importante actividad de puesta en valor de este recurso patrimonial.

Como resultado de todo ello se propone, en primer lugar, la posibilidad de caracterizar la cadena técnico operativa completa que se realizaba dentro de los talleres de producción artesanal, tipo ferrería de monte en época plenomedieval; y, en segundo lugar, se propone un modelo interpretativo de los procesos de producción y distribución del hierro entre época romana y medieval que muestra la existencia de un complejo sistema de interrelación territorial en el conjunto del País Vasco, abriendo nuevas perspectivas de análisis arqueológico social en este ámbito territorial.

Laburpena

Lan honen heburua erromatar garaian eta Erdi Aroan teknologia aurrehidraulikoa erabiliz garatu zen burdin ekoizpenaren azterketa egitea da. Bizkaiko lurraldea aukeratu da aztergai, bertan burdin oxido aberatsez osatutako mea-azaleratze ugari baitaude. Lurralde horretan miaketa sistematiko bat burutu da eta guztira 170 produkzio-gune aurkitu dira. Horietatik %10a datatu da eta, ondorioz, K.o. III. eta K.o. XIV. mende arteko datuak lortu dira. Gainera, hainbat haizeoletan indusketa intentsibo eta selektiboak egin dira, burdin-ekoizpen aurrehidraulikoaren teknologia eta ezaugarriak ezagutzeko helbururarekin. Lan horiek beste zenbait ikerlanekin osatu dira: batetik, antzinako teknologia eta ekoizpen-ziklo hori ezagutzeko esperimentazio tailerrak egin dira, eskuratutako arkeologia errejistroan oinarriturik daudenak; bestetik, mea eta ekoizpen-ondakinen azterketa metalografikoak egin dira. Horrez gain, ondare hori balioan jartzeko ekimen garrantzitsuak burutu dira.

Lan horren ondorioz emaitza hauek nabarmendu behar dira: batetik, Erdi Aro Beteko haizeoletan garatzen zen kate tekniko-operatiboa zehazteko aukera lortu da; bestetik, erromatar garaia eta Erdi Aro artean emandako burdin ekoizpen eta banaketa prozesuen interpretazio eredu bat proposatu da. Azken emaitza horrek Euskal Herri osoko lurraldeen arteko erlazio sistema konplexu baten berri ematen digu, lurraldearen azterketa arkeologiko-sozial berriei atea zabaltzen dizkiona.

Abstract

The purpose of this work is the analysis of the iron production with prehydraulic technology during the roman and medieval periods. Biscay has been chosen as a case of study due to its important iron oxide characterized mineral outcrops.

A systematical survey of the territory has identified 170 productive sites, 10% of which have been dated, obtaining a time frame from late third century A.D to early 14th century A.D.

Besides, several intensive "haizeolak" or mountainside ironworks selective excavations have been effectuated in order to analyze the technology and to characterize the prehydraulic iron production cycle in this territory.

These activities have been complemented with other investigation practices such as experimental workshops based on the recovered archaeological record, destined to study directly this ancient technology and its production cycle as well as the metallographic analysis of some of the production residues and minerals. Likewise, an important start-up activity of this heritage resource has been carried out.

As a result of all of this, firstly it's proposed the possibility of characterizing the entire operative chain that was performed inside the artisan workshops such as mountainside ironworks in plenomedieval times; and secondly, the formulation of an interpretative model of the iron production and distribution processes between Roman and medieval times. This model explains the existence of a complex territorial interrelation system in all the Basque Country opening new perspectives of social archaeological analysis in this territory.

Agradecimientos

No puedo dejar pasar la ocasión sin agradecer a todas aquellas personas que me han ayudado y apoyado durante todos estos años para que esta tesis fuera al final una realidad.

En primer lugar, tengo que agradecer a mi familia, Estibaliz, Jagoba y Maialen, su excesiva comprensión, apoyo y cariño, porque la vocación no justifica mis continuas ausencias.

En segundo lugar, es imprescindible dar las gracias a todos los componentes del Equipo de Arqueología del Museo de la Minería del País Vasco sin los cuales el desarrollo de esta investigación no hubiera sido posible: a Aitor Uriarte por confiar en mí y a Amaia Méndez por los comienzos; gracias a Nemesio Freije por su disponibilidad y labor infatigable en el trabajo de campo, a Miguel Alonso por el trabajo de campo, su buen humor, y sus desarrollos web, y a Iosu y Xabi por integrarse en nuestro equipo, por su amistad y por la ayuda directa en textos y gráficos de esta tesis.

Como no, tengo que agradecer en primera persona la ayuda que me ha proporcionado el director de esta tesis Juan Antonio Quirós por su apoyo estos años y sus sabias correcciones. Tampoco puedo olvidar el trabajo, dedicación y paciencia de mi amiga Nerea Rapp en la revisión de redacción final de la tesis.

La verdad es que son decenas de personas las que me han ayudado y apoyado a lo largo de estos 15 años de investigación. No puedo nombrar a todas pero no me quiero olvidar en especial de Marc Gener por su asesoramiento amigable y por sus palabras y sus hechos que aquí se traducen también en textos; de Luis Padura, por todo un amable legado de conocimiento experimental; de Tomás Queirós por acompañarnos en las últimas batallas de campo; y Jesús Esteban por su asesoramiento geológico y su colaboración en esta tesis.

No quiero finalizar sin mencionar a todo el personal y voluntarios de ese atípico, independiente y activo centro de Cultura que es el Museo de la Minería del País Vasco, porque de aquí surgió esta iniciativa. Gracias por su apoyo a lo largo de todos estos años, por facilitarme las cosas y por generar en mí la impronta minera de resistencia al desánimo.

Índice general

<i>Resumen</i>	v
<i>Laburpena</i>	vi
<i>Abstract</i>	vii
<i>Agradecimientos</i>	ix
Capítulo 1.	3
Introducción general	3
1.1 Justificación y objetivos	3
1.2 Antecedentes.....	8
1.2.1 Contexto Histórico.....	9
1.2.2 Contexto Arqueológico	13
1.3 Bibliografía del capítulo 1	18
Capítulo 2.	23
Del espacio al yacimiento. Prospección arqueometalúrgica en Bizkaia	23
2.1 Introducción	23
2.2 El contexto espacial.....	25
2.2.1 Estructura geológica vizcaína	25
2.2.2 Relieve y cobertura vegetal de Bizkaia	31
2.3 La reflexión metodológica: antecedentes de la prospección	37
2.4 Técnicas y estrategias de prospección utilizadas	41
2.4.1 El orden del discurso metodológico. Planificación del trabajo de campo y técnicas empleadas. 43	
2.4.2 Periodización de las campañas de prospección en Bizkaia	49
2.5 La batalla de los indicadores de prospección	50
2.6 Publicaciones	56
2.7 Bibliografía del capítulo 2.....	57
Capítulo 3.	65
Del lugar al territorio. Catálogo de yacimientos e interrelaciones	65
3.1 Introducción	65
3.2 La creación del Catálogo Haizeola: algo más que un simple inventario	66
3.2.1 Resultados cuantitativos. Un nuevo mapa para una antigua tecnología	71
3.3 Análisis y estudio de las ferrerías de monte. Una valoración de conjunto	85
3.3.1 La definición del “yacimiento tipo” en Bizkaia y otros factores de localización.....	85

3.3.2	Vínculos entre el trabajo estacional y el desarrollo del artesanado	93
3.3.3	Sobre la relación de los talleres de producción con los caminos tradicionales	95
3.3.4	¿Haizeola? El fin de una leyenda.....	96
3.3.5	Un patrimonio en peligro. Factores postdeposicionales	98
3.4	Conclusiones.....	103
3.5	Publicaciones	106
3.6	Bibliografía del Capítulo 3.....	107
Capítulo 4.....		113
El sistema de producción en las ferrerías de monte. Excavaciones selectivas desarrolladas en Bizkaia		113
4.1	Introducción	113
4.2	El ciclo de producción del hierro antiguo desarrollado en Bizkaia.....	114
4.2.1	Aprovisionamiento del mineral.....	118
4.2.2	Abastecimiento de materia prima u obtención de la energía	119
4.2.3	La organización del trabajo en una ferrería de monte de Bizkaia en la Edad Media.....	121
4.2.4	Mercado o autoconsumo.....	129
4.3	Técnicas de diagnóstico: la prospección geofísica	132
4.4	Las excavaciones practicadas en Bizkaia occidental	136
4.4.1	Ferrería de monte de Callejaverde (Muskiz 2007, 2008 y 2010).....	139
4.4.2	Ferrería de monte de Peñas Negras (Ortuella 2012 y 2013)	143
4.4.3	Ferrería de monte de Arrastaleku 1 (Bilbao 2014).....	144
4.4.4	Ferrería de monte de Peña Helada 1 (Galdames 2015)	147
4.5	Definiendo un taller ferrón de época plenomedieval en Bizkaia	150
4.5.1	Primeras conclusiones acerca de las ferrerías de monte plenomedievales	151
4.5.2	El ámbito tecnológico vizcaíno.....	156
4.5.3	En busca de modelos regionales	157
4.6	Publicaciones	162
4.7	Bibliografía del Capítulo 4.....	163
Capítulo 5.....		169
Análisis metalográficos y caracterización de materiales		169
5.1	Introducción	169
5.2	Análisis de escorias	170
5.2.1	Tipología de las escorias vizcaínas	170
5.2.2	Análisis practicados en el yacimiento de Arrastaleku 1 (Bilbao).	175
5.3	Análisis de pastas de las paredes de hornos de reducción	197
5.4	Análisis antracológicos.....	200

5.5	Publicaciones	202
5.6	Bibliografía del Capítulo 5.....	203
Capítulo 6.....		207
La técnica simulada. Arqueología experimental.....		207
6.1	Introducción	207
6.2	En la piel de los maestros ferrones.....	208
6.3	Ensayo-error: tres tipos de hornos de reducción.....	211
6.4	Análisis mediante MEB y difracción por Rayos X	216
6.4.1	Experimento 4.....	217
6.4.2	Experimento 7.....	220
6.5	La experimentación como herramienta de investigación y difusión.....	221
6.6	Publicaciones	224
6.7	Bibliografía Capítulo 6	225
Capítulo 7.....		229
Socialización del patrimonio ‘Conocer para proteger, difundir para conocer’.....		229
7.1	Introducción	229
7.2	Los yacimientos de protección especial (o la necesidad efectiva de protección)	230
7.3	Expo-Haizeolak: exposición temporal itinerante	233
7.4	Programas educativos	235
7.5	Publicaciones	242
7.6	Bibliografía Capítulo 7	243
Capítulo 8.....		247
Discusión y conclusiones.....		247
8.1	Discusión.....	247
8.1.1	Análisis espacial del conjunto de las ferrerías de monte de Bizkaia	248
8.1.2	Discurso cronológico.....	251
8.1.3	La compleja organización del modo de producción del hierro prehidráulico.....	254
8.1.4	La evidencia arqueológica versus el aporte documental: La dispersión de la tecnología prehidráulica en la CAV	257
8.1.5	<i>Una nueva tipología de horno de reducción de hierro.....</i>	<i>261</i>
8.2	Conclusiones.....	264
8.3	Bibliografía del Capítulo 8.....	271

CAPÍTULO 1

Introducción general

Capítulo 1.

Introducción general

Sumario: 1.1. Justificación y objetivos. 1.2. Antecedentes: 1.2.1. Contexto histórico. 1.2.2. Contexto arqueológico.

1.1 Justificación y objetivos

El objeto de estudio de este trabajo es el análisis de los modos de producción del hierro con tecnología prehidráulica durante el periodo romano y medieval, y sus posibles consecuencias socioeconómicas para las sociedades de la época. El caso elegido para estudio es el territorio de Bizkaia, dado que el trabajo del hierro, en lo que se refiere tanto a su extracción como a la transformación del mineral y la elaboración de instrumentos y objetos, ha sido una actividad económica esencial en este lugar a lo largo de la historia. Dicha actividad ha sido propiciada por la abundancia de yacimientos de óxidos de hierro en la zona, lo que ha determinado que hayan sido explotados de forma continuada desde la segunda Edad de Hierro¹ hasta prácticamente nuestros días. Esta continuidad en el tiempo, asociado a la excelente calidad del mineral, convirtió a Bizkaia en una de las regiones productivas de hierro más importante y tradicionalmente conocidas del sur de Europa.

El testimonio material de esta intensa actividad productiva durante la Antigüedad y la Edad Media vizcaína son los yacimientos arqueológicos que hemos estudiado. Estos yacimientos, denominados ferrerías de monte - o haizeolak² en euskera- (conocidos también

¹ Los primeros registros documentales de la utilización de hierro en el País Vasco atlántico pertenecen al castro de Basagain (S. V a. C.) en Gipuzkoa. (SAN JOSÉ, 2005)

² Con este vocablo nos referiremos indistintamente a las ferrerías de monte durante todo el texto.

popularmente como escoriales o zepadiak por sus desechos de producción) aún se conservan (en mejor o peor estado) enterrados en lugares aislados, lo que ha hecho posible su estudio, y constituyen, hoy día, una de las entidades patrimoniales más relevantes con las que cuenta este territorio.

Estas ferrerías de monte se definen como instalaciones preindustriales capaces de transformar in situ el mineral de hierro, extraído generalmente en superficie, en un tocho de hierro metálico útil para la posterior forja, en el poblado, de herramientas, armas, aperos, clavazón, etc. Es un proceso productivo llevado a cabo en su totalidad mediante fuerza humana. En cuanto a su ubicación, habitualmente se encuentran aisladas, cercanas a las materias primas y a pequeños cursos de agua (FRANCO Y GENER, 2016).

Nuestro trabajo de investigación comenzó en el año 2002 como respuesta a la alarmante situación en la que se encontraban estos yacimientos, dado el desconocimiento y el deterioro progresivo de este tipo de patrimonio enterrado ante la creciente ocupación humana del medio montañoso. Por este motivo, se creó un equipo de investigación en torno al Museo de la Minería del País Vasco (Gallarta, Bizkaia) que concibió el proyecto como una iniciativa de investigación arqueometalúrgica a la par que de protección patrimonial. En sus inicios contó con la colaboración y financiación de la Diputación Foral de Bizkaia, el Departamento de Cultura de Gobierno Vasco, además del propio Museo de la Minería, a los que más adelante se unieron progresivamente, la Universidad del País Vasco y diferentes entidades públicas y privadas³.

No obstante, el grupo humano que ha llevado a cabo el trabajo es el Equipo de Arqueología del Museo de la Minería del País Vasco. Este equipo estuvo compuesto inicialmente por dos ayudantes de campo (Miguel Alonso y Nemesio Freije), una geóloga (Amaia Méndez), un técnico medioambiental (Aitor Uriarte) y un arqueólogo autor de este texto.

El carácter multidisciplinar del equipo ha permitido el análisis del objeto de estudio desde diversas vertientes. Así, desde el campo de la geología se han examinado tanto los aspectos relativos a las materias primas, como a la edafología y la geoarqueología. Por su parte, desde

³ Entre ellas, los ayuntamientos de Bilbao, Portugaleta, Abanto y Zierbana, Ortuella, Barakaldo, el Ilustre Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos de Minas del País Vasco, Navarra, La Rioja y Soria, y la empresa Euskotren.

las técnicas medioambientales se ha analizado la evolución del paisaje en términos diacrónicos. Por último, la dirección arqueológica del proyecto ha aportado el hilo conductor y la proyección necesaria a la investigación.

En la actualidad el equipo ha incorporado dos nuevos arqueólogos (Iosu Etxezarraga y Xabier Alberdi) y se halla inmerso en una línea de investigación que trata de documentar la evolución de la paleosiderurgia de todo el País Vasco desde el punto de vista de su análisis social.



Figura 1. Los Ferrones. Cuadro de Ricardo Baroja (1941) que rememora el imaginario de las haizeolak en el acervo popular. Fuente Auñamendi Eusko Entziklopedia. Euskomedia Fundazioa.

La investigación en sí, nació originariamente con tres objetivos básicos (a corto, medio y largo plazo), que posteriormente se completaron con un cuarto gracias al avance de los diversos trabajos realizados, a saber:

1. A corto plazo, la formalización metodológica de un sistema de prospección estable, a la vez que abierto, que abordase la totalidad del territorio de Bizkaia.
2. A medio plazo, la recogida y análisis mediante, prospección arqueológica, del mayor número de datos posible, con un doble objetivo: por una parte, la creación de una nueva herramienta de gestión patrimonial: el inventario arqueológico de las ferrerías de monte de Bizkaia; y por otra, la identificación, el control y el conocimiento del potencial arqueológico que se esconde bajo estos escoriales de época romana y medieval, de cara a realizar un análisis territorial de la producción prehidráulica del hierro.

3. A largo plazo, el objetivo era profundizar en el conocimiento de la paleosiderurgia prehidráulica en nuestra región a través de la caracterización de estos yacimientos, el análisis de la tecnología empleada y la propuesta de un modelo interpretativo de los procesos de producción y socialización del hierro en época romana y medieval. Para ello, era necesario llevar a cabo:
 - Excavaciones en yacimientos previamente seleccionados
 - Arqueometría de materiales
 - Labores de arqueología experimental
4. Y finalmente, el cuarto y último objetivo: trascender el ámbito estricto de investigación mediante la puesta en valor de este recurso patrimonial y su transmisión a la sociedad de manera adecuada y a través de diversos medios.



Figura 2. La escoria de sangrado es el resto arqueológico más característico de estas ferrerías de monte

En el momento de comenzar nuestro proyecto, era evidente, dada la abundancia de restos de producción (escoriales) que quedaron abandonados en nuestro paisaje, que la sociedad vasca había vivido tradicionalmente en coexistencia con este tipo de yacimientos arqueológicos. Sin embargo, las referencias que se hacían en la historiografía clásica denotaban ciertos apriorismos y mitologías asociadas debido al desconocimiento del origen real de esta tecnología en nuestro territorio. Si bien es evidente que la investigación arqueometalúrgica había conocido una aceleración progresiva en las últimas décadas y contábamos con cierta tradición y buenos mimbres para comenzar nuestro trabajo, lo obvio es que a pesar de los notables esfuerzos realizados en las primeras prospecciones y excavaciones realizadas en los años ochenta y noventa del siglo pasado, no se había logrado identificar de un modo claro el proceso de trabajo utilizado en estos talleres metalúrgicos. En consecuencia, se había ido forjando, sin pretenderlo, alrededor de las ferrerías de monte un cierto halo de ser yacimientos “difíciles”.

En ese contexto, es cuando en el año 2002 comienza nuestra andadura trabajando unos yacimientos de producción ligeramente denostados por el colectivo arqueológico en esos momentos, cuyos restos carecían de carácter monumental, y mediante un acercamiento basado no en la excavación, sino en la prospección arqueológica de zonas montañosas a nivel macro (concepto que comenzaba a desarrollarse en nuestro país en aquella época).

Así pues, urgía una aproximación razonada y arqueológicamente avalada al fenómeno de la paleosiderurgia prehidráulica en el País Vasco, que fuese capaz de aportar nuevos datos sobre cuál era el alcance real del trabajo artesano del hierro en la sociedad de la época romana y medieval⁴ y que engarzase con la importante (y paradójicamente bien conocida y documentada) producción de hierro a partir de la llegada de la tecnología hidráulica en el siglo XIII (DIEZ DE SALAZAR, 1983; URTEAGA, 2000) hasta el presente.

Actualmente, tras 15 años de investigación sobre un proceso histórico central para nuestro territorio, estamos en disposición de decir que manejamos un proyecto maduro, consolidado y con numerosas hipótesis de trabajo abiertas.

⁴ En la actualidad las dataciones radiocarbónicas indican una actividad continuada de esta tecnología durante un periodo de algo más 1.000 años (desde el siglo III al XIV).

En el camino recorrido se encuentra el momento en el que, a nivel personal, decidí darle a esta investigación de equipo, forma de tesis doctoral. En este sentido, lo que en un principio fue concebido (junto con mi tutor Juan Antonio Quirós) como una tesis por compendio de publicaciones⁵, dado el continuo desarrollo de la investigación que llevaba a la obtención de nuevos datos no publicados, finalmente derivó hacia un modelo más estandarizado de tesis doctoral que tienen en sus manos. No obstante, no se ha renunciado a incluir los artículos de referencia pertenecientes a cada capítulo, puesto que son la base de cada uno de ellos y contienen informaciones de casos más desarrollados. Dichos artículos se incluyen en los anexos que van en formato electrónico al final de esta tesis.

1.2 Antecedentes

El conocido a nivel europeo como “hierro de Bilbao” se deja de extraer en el año 1993 en la mina Concha II de Gallarta (lugar en el que se ubica actualmente el Museo de la Minería del País Vasco). En 1996 cierran los emblemáticos Altos Hornos de Vizcaya. Ambos sucesos suponen el fin definitivo de todo un ciclo productivo. Por tanto, sabemos cuándo terminó de explotarse el hierro en el territorio de Bizkaia pero... ¿cuándo y cómo empezó?

Para dar respuesta a esta pregunta es preciso exponer previamente el estado de conocimientos de nuestro proyecto en el momento de comenzar el trabajo de campo en el 2002, tanto en el contexto social e histórico de la paleosiderurgia, como en los diversos trabajos arqueológicos realizados hasta la fecha tanto en el País Vasco en general como en Bizkaia en particular.

⁵ La existencia de un bagaje de artículos científicos de diversa índole al respecto (metodología de prospección, resultados territoriales, experimentación, arqueometría...), suficiente para poder sustentar esta versión de tesis, así como mis circunstancias personales (desarrollo de actividad laboral en un ámbito totalmente ajeno al mundo de la investigación, ausencia de becas universitarias específicas, condicionantes familiares, etc.), hizo que nos planteáramos la posibilidad de realizar el tipo de tesis mencionada.

1.2.1 Contexto Histórico

El hierro ha sido un hilo conductor de la historia del País Vasco, al menos en lo que se refiere a su vertiente atlántica. Pero los orígenes de aquella primitiva siderurgia continúan siendo desconocidos para la sociedad en general. De hecho, así se refleja en la historiografía, donde cualquier aproximación a la antigua siderurgia prehidráulica ha estado profusamente impregnada de mitologías y apriorismos (mitologías debidas al empeño en describir una desconocida actividad productiva que suponía el control de las técnicas necesarias para transformar un mineral en metal, con las leyendas habituales que ello genera; y apriorismos establecidos por la historiografía clásica ante la abundancia de escorias y otros restos de producción en el paisaje vasco *versus* la ausencia de certezas y estudios más rigurosos sobre el ciclo de producción del hierro antiguo).

Repárese por otra parte, que la omnipresencia del trabajo del hierro a lo largo de la historia del País Vasco ha dejado huella también en el idioma⁶. Así, por ejemplo, cabe mencionar los diversos vocablos con los que han sido denominados en euskera los montones de escoria y restos de hornos primitivos, a saber:

- *Haizeola*, es la acepción más habitual y divulgada (ferrería de aire, haize=aire y ola=ferrería). El término procede de la zona del Goierri guipuzcoano, donde se creía popularmente que los hornos se situaban preferentemente en zonas venteadas con el fin de avivarse de forma natural. (ARBIDE y URCELAY, 1995).
- *Agorrola* (ferrería seca o de secano), acepción en clara contraposición con la posterior ferrería hidráulica asentada al pie de los cursos fluviales.

⁶ La cotidianeidad del trabajo del hierro se traduce en decenas de expresiones habituales. Así, por ejemplo, la perífrasis castellana *poner la mano en el fuego* por alguien, se traduce en euskera por un *burdina gorria eskuetan bartu* (*coger el hierro candente con la mano*) lo cual implícitamente también da idea de la asociación habitual que hacían los vascos entre el fuego y el hierro.

- *Jentilola* (ferrería de los *jentiles*). Es el nombre de carácter más legendario. Los *jentiles* en la mitología vasca se confundieron en ocasiones bien con gigantes, bien con antepasados legendarios, habitantes de los antiguos castros en Euskadi, a los que se les consideraba los amos y dueños de los montes y que ya forjaban el hierro⁷.
- *Zepadi* (escorial), que también se utiliza para mencionar a las ferrerías de monte.

Sin embargo, en la documentación de la época apenas existen referencias de ningún tipo a estas antiguas industrias del hierro prehidráulico, sólo podemos citar dos de la primera mitad del S.XIV⁸, relacionadas con el posible control señorial de la industria ferrona, en las que en una de ellas sí se las nomina como “ferrerías de hombres”:

1. En una documentación guipuzcoana de 1335 perteneciente al concejo de Segura, se obliga a los ferrones de su jurisdicción a realizar a través de la villa tanto las ventas como los abastecimientos de hierro. Aquí las haizeolak aparecen denominadas como ferrerías de “omes”: “... *por razón e manera que avemos ferrerías masuqueras e otras de maço de agua e de omes nos e otros en Necaburu e en Legazpia...*”. Es decir, ferrerías de hombres o de brazos en alusión a la ausencia de energía hidráulica que sí movían las masuqueras y las de mazo (UGARTE y URTEAGA, 2014).
2. El segundo documento a mencionar es vizcaíno, concretamente de la villa de Portugalete y data de 1322. Es el primer documento del que se tiene conocimiento que podría referir la existencia de estas industrias. Portugalete controlaba en su jurisdicción buena parte de los montes de Triano y Somorrostro (donde hemos localizado un buen número de yacimientos de este tipo), y en su carta puebla otorgada por Doña María Díaz de Haro dice explícitamente: “*Otro si, mando que ningun fijoalgo, nin otro ninguno non faga en estos*

⁷ La inclusión del término *jentilola* para denominar estas ferrerías de monte responde a una idea comúnmente extendida en diferentes pueblos a partir del medievo, según la cual se atribuía el conocimiento técnico ya perdido o transformado a la sabiduría de extranjeros o de los antiguos habitantes de la zona (caso de los *jentiles*), creándose de este modo lo que se han denominado como leyendas sobre el conocimiento de “los otros” (BRAUNSTEIN, P. 1989).

⁸ Época de transición tecnológica y coexistencia entre los dos modelos (prehidráulico e hidráulico) en la que aparecen las últimas ferrerías de monte documentadas hasta la fecha.

dichos términos de los montes, ferreías, nin Seles nin pastos, nin otra poblacion alguna” (RAMOS, 2003). De nuevo aparece el interés señorial de las villas que se estaban implantando en el momento por el control de la estratégica industria del hierro de su territorio. Si bien en este caso no se discrimina a qué tipo de ferrerías se refiere, la presencia de haizeolak en esta fecha en este término está documentada (FRANCO *et al.*, 2014)

Por otra parte, desde un punto de vista estrictamente historiográfico, ya desde antiguo se constataba una relación directa entre los escoriales que generaban aquellas antiguas industrias del hierro con los antiguos talleres de producción manual de hierro. El primero en referir este dato es el cronista Esteban de Garibay y Zamalloa en el siglo XVI, en el capítulo que narra la riqueza de los montes de Muskiz (Somorrostro), a pesar de que en su texto de época aparece el genérico Cantabria para referirse a esta zona vizcaína.⁹

En las primeras teorizaciones acerca de las ferrerías hidráulicas, como pueden ser las de Villareal de Bériz (siglo XVIII), existen de nuevo menciones claras a aquellas ferrerías anteriores que realizaban su proceso técnico de un modo totalmente artesanal, a mano, proporcionando datos sobre su tamaño y la necesidad de cercanía a materias primas; identificándolo con sus propios residuos, los escoriales¹⁰. En el mismo siglo, Larramendi diferenciaba entre agorrola (“ferrería de seco”) y zeharrola (ferrería hidráulica) y reflejó la rudeza del trabajo en el monte y el fenómeno del abandono de las ferrerías de monte por las hidráulicas en su obra Corografía de Guipúzcoa de 1756¹¹.

⁹ “*Que a fuerza de brazos soplando, y no con el instrumento y ruedas de agua, comenzaron las primeras fundiciones, y muévome a escribir esto porque hoy día se ven en muchas alturas de Cantabria montones de heces, escorias de las superfluidades y inmundicias ordinarias de los metales y otras cosas de las fraguas antiguas y de sus fundiciones que son ciertísimo argumento de lo que digo, pues se hallan en partes donde no hay río*”. (GARIBAY y ZAMALLOA, 1571).

¹⁰ “*En lo antiguo es muy cierto se fabricaba el hierro a fuerza de brazos, moviendo los fuelles los hombres, y batiendo con martillos las fundiciones, que hacían, que precisamente eran pequeñas: ponían sus Fábricas en Montañas, y cualquier paraje, que fuese acomodado para carbón; (...), y se ven también en muchos parajes montones de cepa, y escoria de hierro, señales evidentes de que hubo fábricas en aquellos sitios*” (VILLARREAL DE BÉRIZ, 1973)

¹¹ “*Estas herrerías en tiempos antiguos estaban en los montes, de que son señales claras los montones de escorias y cepas que se encuentran en ellos. No podían ser oficinas en que se trabajase mucho hierro, faltándoles los ingenios y amaños de hoy, o si estos se suplían a fuerza de brazos, eran entonces los ferrones de agnante inmenso, que no pudieron tener los de este siglo. Fueron poco a poco bajándose las herrerías, y se establecieron en los parajes en los que podían servirse de agua para los ingenios, y desde entonces se llamaron a las herrerías de montes agorrolas, herrerías en seco y sin agua, a diferencia de la nuevas, que se llamaron cearrolas, herrerías de agua, herrerías en húmedo*” (LARRAMENDI, 1969).

En este punto seguimos el acertado análisis de Iosu Etkezarraga sobre la paleosiderurgia prehidráulica en el País Vasco. El autor afirma que en el siglo XIX, los más renombrados historiadores del País Vasco Cantábrico (Bizkaia y Gipuzkoa), Pablo de Gorosabel y Etanislao Jaime de Labayru, se hacen eco de lo referente a las herrerías hidráulicas. Durante gran parte del siglo XX, una historiografía tradicional, teñida de etnografía y antropología, mantuvo las tesis elaboradas hasta la época y relacionó los populares topónimos en Euskara (como jentilbaratza, jentilola,...) con prácticas protoindustriales llevadas a cabo por gentes sin cristianizar en zonas retiradas y montañosas. La principal figura que desarrolló esta corriente fue J. Caro Baroja. También existe bibliografía relacionada con la minería en Gipuzkoa, como es el caso de los trabajos de Thalacker (1804) relativos a Peñas de Aia y más concretamente con Laborde para todo el territorio vasco, a partir de los años 1950. (ETXEZARRAGA, 2004)

En las fuentes documentales, enfrentados a la existencia de estructuras para la obtención de hierro anteriores en el tiempo a la aplicación de la fuerza hidráulica a la herrería con la carencia de restos en los que basarse, cada autor trató de encontrar la solución que más adecuada le parecía para definir aquellos primitivos hornos de reducción (IBARRA, 1989).

Así, por ejemplo, contamos en primer lugar con el modelo transmitido básicamente por Labayru: *“la vena se fundía en hornos u hoyos de cal y canto como los que se usan para el cocimiento de la cal. Y este parece que fue uno de los procedimientos más antiguos. Introdujose también calcinar la vena a campo libre y sin hoyo, cargando el mineral sobre espeso cerco de troncos. (...) Ensayose también la fundición sobre una pared de cal y canto de poca elevación”* (LABAYRU y GOICOCHEA, 1968.)

Otro tipo de trabajos responde al siguiente modelo de horno: *“El mineral de hierro, con el carbón, se colocaba dentro de un tronco de árbol de gran diámetro, abuecado previamente, recubierto de arcilla y otras sustancias minerales. La combustión se activaba con fuelles de piel de gamo o cabra, movidos con los pies y, con más frecuencia, mediante las manos. Las “toberas” encauzaban el aire producido. El mineral dejaba caer sus escorias a una hoyo que recibía el nombre de “arrago”, “arruga”, (...)”* (CARO BAROJA, 1949). Este mismo autor en su obra Vasconiana habla de otros ferrones que realizaban aquí su trabajo de forma similar a los bereberes y otros pueblos primitivos semejantes donde el mineral era fundido en hornos que requerían una gran cantidad de carbón vegetal, utilizando simplemente los vientos o fuelles movidos por ferrones. De la misma manera se manifiesta Laborde que compara los hornos utilizados en el País Vasco con los utilizados en la antigüedad en algunas regiones de Europa y, aún hoy, en ciertos pueblos salvajes. Sin embargo, para él, *“los hornos podrían tener de 2 a 3 metros de altura con un diámetro de 1 metro escaso en los cuales mediante capas alternas de carbón vegetal y mineral en forma de*

óxido de hierro, alimentados por una corriente de aire, se obtenía el metal por reducción". (LABORDE, 1956).

Otras referencias que intentaban buscar similitudes entre los restos de nuestros hornos con los utilizados por los antiguos pueblos europeos se pueden encontrar en la obra de Díez de Salazar "Ferrerías en Gipúzkoa, siglos XIV-XVI": *"La técnica de trabajo era muy rudimentaria, similar a la utilizada por los pueblos naturales: empleo de un mineral muy rico que (...) se reduce en un horno excavado en el suelo (del tipo de cuba o "windofen" u horno bajo de tipo catalán) situado en bosques y zonas altas de montaña. El aporte de aire se hacía por fuelles manuales. A este tipo corresponden los hornos descubiertos en 1870 en Huttenberg (Carintia); otro en el Jura Bernois, de tipo celta; en Cernetat; Lölling (Carintia) –utilizados en época romana-, etc. Igualmente se conocen hornos pequeños en lugares aislados y cuevas, como los encontrados en Escocia, acaso similares a los citados en Lemos (Galicia)*". (DIEZ DE SALAZAR, 1983).

Como podemos observar a lo largo de los diversos intentos de explicación del funcionamiento de estas haizeolak presentes en nuestra historiografía, existen conceptos que se repiten sistemáticamente sin cuestionarse demasiado, pero que hablan en general, y a pesar de las contradicciones, de un proceso de producción de hierro parecido aunque con diferentes modelos de horno. Estas formas diversas estarían seguramente extraídas de modelos cercanos de contexto histórico europeo e incluso de lugares más lejanos (como los ejemplos claramente importados de Centroáfrica en los modelos de Laborde).

Podemos convenir en que la dispersión de restos de antiguas ferrerías en nuestro territorio es algo común y evidente, aunque la ausencia de otras informaciones (como las arqueológicas) hacía recurrir a los autores, a tradiciones y otro tipo de fuentes. Se deduce, por tanto, tal y como la información arqueológica ha venido a documentar después, que los talleres de hierro prehidráulico fueron abundantes en Bizkaia a lo largo de la etapa antigua y medieval, así como que el sistema de reducción del mineral en esta zona era algo relativamente conocido desde antiguo por, al menos, una parte de la población.

1.2.2 Contexto Arqueológico

El contexto que rodea la producción del hierro en el País Vasco a partir de la implantación de la tecnología hidráulica ha sido extensamente abordado por la historiografía, e incluso por la arqueología; no hemos de olvidar que el inicio académico de la arqueología medieval en el País Vasco fue precisamente gracias a una tesis doctoral sobre la transformación

preindustrial del hierro en las ferrerías hidráulicas de Gipuzkoa, defendida por Mertxe Urteaga en 1988 en la Universidad de Valladolid (URTEAGA, 1988).

Sin embargo, de cara a la contextualización de nuestra investigación, hemos de reconocer que la importancia que tuvo esta actividad artesanal del hierro desde al menos el periodo romano hasta la Baja Edad Media había permanecido prácticamente al margen de la producción científica, con excepción de algunas investigaciones de caso (Forua, Aloria, Arbiun – Zarautz-, Legazpi, Oiola –Trapaga-, Ilso-Betaio, etc.). No obstante, parece que la producción del hierro prehidráulico como temática a investigar se ha ido situando afortunadamente en los últimos veinte años dentro de los paradigmas de la arqueología vasca, al igual que había ocurrido desde años antes en otras zonas europeas (CIMA, 1991; TYLECOTE, 1992; SERNEELS, 1993; PLEINER, 2000; etc.).

El desarrollo de este tipo de estudios y el esfuerzo por caracterizar la industria del hierro prehidráulico ha ido cobrando importancia en nuestro territorio, y desde aquellos primeros estudios al respecto es preciso reconocer que hemos avanzado mucho. Existen lugares que no se han dejado de investigar durante estos años, como son los casos del asentamiento metalúrgico romano Forua (emplazamiento de transformación perteneciente a la industria secundaria del hierro), los escoriales medievales de Legazpi, las haizeolak de Oiola. Y nuevas aportaciones como el asentamiento metalúrgico medieval de Bagoeta, en Álava y Vitoria-Gasteiz, etc.

Todo lo cual muestra el renovado interés que vivimos en la actualidad hacia los estudios de la arqueometalurgia del hierro en nuestra región, en la que se han celebrado incluso tres congresos en los últimos años¹² y numerosas aportaciones científicas en diferentes foros. Los dispares resultados obtenidos por las intervenciones arqueológicas han servido para realizar una valorización patrimonial de este patrimonio apoyada tanto en datos arqueológicos cuantitativos como cualitativos (FRANCO, 2014).

Este es el contexto en el que se encuentra nuestro proyecto de investigación sobre la paleosiderurgia prehidráulica vasca. Según dataciones de materiales y los análisis de C₁₄, manejamos en la actualidad un arco temporal que abarca desde época tardorromana (finales

¹² I Coloquio de Arqueología Experimental del hierro y Paleosiderurgia (Gallarta 2014); Jornadas sobre el hierro en Bizkaia y su entorno (Bilbao 2014); y, Coloquio las ferrerías tradicionales en el norte peninsular, S.XIV-XIX. (Vitoria Gasteiz, 2014)

del S. III d. C.) hasta etapas bajomedievales (inicios del S. XIV), tanto en Bizkaia como en el resto del País Vasco¹³. Por desgracia, no podemos individualizar de momento cada uno de estos periodos históricos mencionados desde el punto de vista de la tecnología de las haizeolak, ni podemos realizar el análisis social de la tecnología del hierro en los citados periodos porque no contamos en la actualidad con datos suficientes que avalen diferencia técnica alguna entre ambos. Las excavaciones de ferrerías de montaña realizadas con anterioridad a nuestro proyecto en Bizkaia se circunscribían a un sondeo en el yacimiento de Oiola II perteneciente a finales del S. III d. C. (ALDAMA y LORENZO, 1990), a la excavación de Ilso Betaio del S. X d. C. (GORROTXATEGI, 1995), el sondeo en la ferrería de monte de Tresmoral 6 en Sopuerta y a la de Oiola IV del S. XIII d. C. (PEREDA, 1997) (las excavaciones de Oiola se hallaban muy próximas a los emblemáticos yacimientos de hierro de los Montes de Triano y las de Ilso Betaio y Tresmoral 6 cerca de las minas de Alén). Sin embargo, a pesar de los avances en el conocimiento de aquellas técnicas de trabajo, al menos en lo referente a algunas de sus fases productivas, no habían podido ofrecer una interpretación válida del funcionamiento de estas haizeolak.

En el caso del primer yacimiento antes mencionado, el de Oiola II¹⁴, se hizo exclusivamente una campaña de sondeo donde se identificaron unas pequeñas estructuras asociadas a un antiguo escorial (que se hallaba al descubierto en un año de fuerte sequía, puesto que habitualmente se haya anegado todo el año por las aguas del pantano de Oiola (Trapagaran-Barakaldo). En dicha campaña de sondeo se hallaron restos de cerámica tardorromana datada tipológicamente a finales del S. III o inicios del S. IV d.C.¹⁵, que vinieron a confirmar el interés de los romanos por la explotación de nuestros recursos naturales, especialmente del hierro, una vez que consolidaron su control sobre las tierras del País Vasco (progresivamente en los últimos setenta años anteriores al cambio de era).

¹³ Aunque la mayor parte de las dataciones están realizadas en el territorio vizcaíno por el momento como veremos posteriormente.

¹⁴ Se ha vuelto a intervenir recientemente no en el rellano productivo, sino haciendo diversos sondeos en la zona del escorial (UNZUETA, 2015)

¹⁵ Esta datación de Oiola II es algo tardía si se tiene en cuenta que Roma concentra su explotación de nuestro territorio en los dos primeros siglos de nuestra era (UGARTE y URTEAGA, 2014).

Sin embargo, parece que la minería pierde vigencia en las zonas marginales del Imperio a fines del S. II, cuando se abandonan yacimientos poco rentables y se concentran en zonas más ricas de explotación (CAJIGAS, 1997). Es probable que el famoso afloramiento de óxidos de hierro en los Montes de Triano y Somorrostro de Bizkaia fuese una de esas zonas consideradas ricas que perduraron en el tiempo, si atendemos a los cronistas de la época¹⁶. En cualquier caso, parece que las minas romanas dejan de producir en el siglo IV. No obstante, si bien en nuestra zona el Imperio Romano se desintegra a lo largo del siglo V (UGARTE y URTEAGA, 2014), la producción del hierro parece que sigue bien activa en la zona. Los datos y dataciones radiocarbónicas recabados por nuestra investigación confirman que desde Oiola II, y cerca de los lugares de aprovisionamiento de las materias primas (mineral de hierro y madera para carbón), al menos en el territorio de Bizkaia, se continúa produciendo hierro ininterrumpidamente durante más de mil años de un modo absolutamente manual.

Por otra parte, la excavación de Ilso Betaio (Sopuerta-Arcentales) estaba asociada a un asentamiento prehistórico junto al cual se hallaba un escurial de época medieval. En el taller de esta ferrería de monte se hallaron los restos de lo que aparentemente era la estructura circular de un horno bajo para la reducción del mineral de hierro, aunque tras la consulta de la memoria depositada en la Diputación Foral de Bizkaia, la documentación del mismo permite identificar la existencia de un posible horno de reducción (aunque su caracterización no está del todo clara al no aparecer el vaciado del horno (GORROTXATEGI *et al.*, 1995).

En cuanto a la posterior excavación del yacimiento de Oiola IV, se efectuó durante varias campañas sobre un escurial de grandes dimensiones en el barranco del Cuadro (Trapagaran), cercano al pantano de Oiola (PEREDA, 1997). El trabajo y el esfuerzo realizado en este yacimiento han supuesto el precedente más importante del País Vasco para nuestro proyecto respecto a las intervenciones en las ferrerías de monte. En el caso de este taller paleosiderúrgico se pudieron identificar estructuras aparentemente asociadas a hornos de tostación (utilizados en la primera fase del proceso productivo), alguna carbonera y hornos de forja usados al final del ciclo de trabajo del hierro en estos talleres. En cambio, no se

¹⁶ Se cree que Plinio el Viejo se refería en su *Historia Naturalis* a los montes de Somorrostro y Triano (los estudios arqueológicos recientes avalan esa hipótesis) cuando señalaba que “en la mar oceana que baña el Cantábrico... existe una montaña que como cosa maravillosa toda ella es de hierro” (SEGUNDO, 2010).

llegó a identificar ningún horno de reducción a pesar de los claros indicadores que confirmaban la presencia abundante de las escorias que se asocian a este tipo de hornos, junto a la propia extensión del taller. Su datación mediante carbono 14 y la cultura material hallada, situaba este taller en dos fases de ocupación: una altomedieval (S. X-XI d.C.), y otra, plenomedieval (S. XII-XIII d.C.)-(PEREDA, 1997). En consecuencia, se planteaba la hipótesis de que, dado que había al menos otros dos escoriales entre Oiola II y Oiola IV según se iba ascendiendo en altitud por la misma ladera¹⁷, esta ladera se podría haber utilizado recurrentemente a lo largo de los siglos, abandonando progresivamente la ubicación inicial hacia otra superior según se agotasen ciertos recursos naturales.

Todos estos estudios ahora mencionados tuvieron lugar en Bizkaia. En Gipuzkoa la primera experiencia relacionada con las ferrerías de monte se daba en el yacimiento de Zabarain (Zerain) (S. XII-XIII), al que siguieron 11 sondeos más en los propios escoriales de la zona de Legazpi, donde gracias a los restos de carbones hallados en la zona del escorial pudieron datarse los yacimientos en el periodo comprendido entre el S.X y el XIV (URTEAGA, 1996). Otra instalación que se hallaba en investigación por las mismas fechas era la instalación metalúrgica de Arbiun (Zarautz) perteneciente al S.II-IV d. C.

Este conjunto de intervenciones vizcaínas y guipuzcoanas, constituían el marco teórico en el que necesariamente se encuadraba nuestra investigación en el momento de comenzar a andar. Como veremos a continuación, a partir de entonces serán básicamente los hechos documentados por nuestro equipo de trabajo, los que al final deriven en la creación de un nuevo marco histórico para la paleosiderurgia prehidráulica en este territorio.

¹⁷ Las labores de prospección que realizamos posibilitaron localizar a escasos metros de Oiola IV, arroyo arriba, el yacimiento de Oiola V, además de una posible zona de extracción de mineral anexa al aire libre que aparece relacionada con estos asentamientos productivos

1.3 Bibliografía del capítulo 1

ALDAMA; J.P., LORENZO,F. 1990. Sondeo arqueometalúrgico en Loyola (Trapagaran). Contribución al estudio de las ferrerías de monte por el método arqueológico. Zonas, fases y primeros resultados, en Kobie, Bilbao.

ARBIDE, I. y URCELAY, J.M. 1995. Instalaciones primitivas utilizadas para la obtención del hierro en Legazpi, en Sinposi Internacional sobre la farga catalana, Andorra.

BRAUNSTEIN, P. 1989. leggende welsche e itinerari slesiani: la prospezione mineraria nel Quattrocento”, en Quaderni Storici, XXIV, n° 70.

CARO BAROJA, 1949 Los Vascos, Biblioteca vascongada de los amigos del país

CIMA, M. 1991. Archeologia del ferro. Sistemi, materiali e processi dalle origini alla Rivoluzione Industriale. Ed. Nautilus, Torino.

DÍEZ DE SALAZAR, L.M. (1983): Ferrerías en Guipúzcoa (Siglos XIV-XVI). Editorial Haranburu, San Sebastián.

ETXEZARRAGA, Iosu 2004. Paleometalurgia del hierro en el País Vasco Cantábrico: las Haizeolak. Un estado de la cuestión. En Munibe n° 56. Donostia San Sebastián

FRANCO, F.J. 2014. Haizeolak en Bizkaia: Una investigación de largo recorrido sobre la arqueología de la producción del hierro. Kobie. Serie Anejos n°13, Bilbao.

FRANCO, F.J.; FERNÁNDEZ, J.A.; ALBERDI, X. y ETXEZARRAGA, I. 2014. Ferrerías de monte Callejaverde y Peñas Negras. Nueva tipología de horno plenomedieval y metodologías aplicadas a su estudio. Kobie Serie Anejo, n° 13. BFA-DFB, Bilbao

FRANCO, F.J. y GENER, M. 2016. Early ironwork in Biscay: Survey, excavation, experimentation and materials characterization. An integral study of the mountainside ironworks. (ferrerías de monte or “haizeolak”). En Materials and Manufacturing Processes, Taylor & Francis, London.

GARIBAY y ZAMALLOA; E. 1571. Compendio historial de las chronicas y universal historia de todos los reynos de España.

GORROTXATEGI, J. et al. 1995. Paleometalurgia del hierro en Bizkaia. Las ferrerías de monte altomedievales, en Sinposi internacional sobre la farga cat alana. Andorra.

LABAYRU y GOICOECHEA, E. 1968. Historia General del Señorío de Bizkaia. Tomo II. Biblioteca La Gran Enciclopedia Vasca,

LABORDE, M. 1956 Datos sobre los orígenes de la minería del hierro en Guipúzcoa. Homenaje a Joaquín Mendizábal Cortázar, Grupo de Ciencias Naturales "Aranzadi", Donostia.

LARRAMENDI, M. 1969 Corografía de Muy Noble y Muy Leal provincia de Guipúzcoa. Guipuzcoana de Ediciones y Publicaciones. San Sebastián.

PEREDA GARCIA, I. 1997. Aportación al conocimiento de la metalurgia del hierro en los s. XI-XIII en Bizkaia: yacimiento de Oiola IV, en Kobie (Serie paleoantropología, nº 24). Bilbao.

PLEINER, R. 2000. Iron in archaeology: The European bloomery smelters. Praga

RAMOS LARRIBA, C. 2003. Portugalete: estudio histórico-artístico. (monografías de los pueblos de Bizkaia). D.F.B., Bilbao.

SAN JOSÉ, S. 2005. Los inicios de la metalurgia del hierro en la protohistoria de Gipuzkoa, Actas del I Congreso Internacional de Paleosiderurgia. Donostia.

SEGUNDO CAYO, P. 2010. Historia Natural: Obra completa. Volumen IV. Editorial Gredos, Madrid

SERNEELS, V. 1993. Archeometrie des escories de fer. Recherches sur la siderurgie ancienne en suisse occidentale. Cahiers de archeologie romande, 61. Lausanne

TYLECOTE, R.F. 1987. The early history of Metallurgy in Europe. London, New York.

UGARTE, J.L. y URTEAGA, M. 2014. Arqueología del hierro medieval. Los escoriales del distrito de Legazpi. Boletín Fundación Arkeolan, 17, Irun.

UNZUETA, M. 2015. Ferrería romana de Loiola, en Arkeoikuska 2014. Gobierno Vasco, Vitoria-Gasteiz.

URTEAGA, M. 1988. Arqueología de la producción del hierro en Guipúzcoa. Antecedentes. Época medieval y postmedieval. Tesis doctoral inédita, Universidad de Valladolid.

URTEAGA, M.M. 2000. El Tratado de Metalurgia de las Comisiones (Segundas) de la Real Sociedad Bascongada de Amigos del País, 1765-1773. Gipuzkoako Foru Aldudia. San Sebastián.

VILLARREAL DE BERRIZ, 1973 Máquinas hidráulicas de molinos y herrerías y gobierno de los árboles y montes de Vizcaya, Madrid, 1736. edición facsímil Sociedad Guipuzcoana de Ediciones y Publicaciones de la Real Sociedad Vascongada de los Amigos del País, San Sebastián, 1973.

CAPÍTULO 2

Del espacio al yacimiento

Prospección arqueometalúrgica en Bizkaia

Capítulo 2.

Del espacio al yacimiento

Prospección arqueometalúrgica en Bizkaia

SUMARIO: 2.1. Introducción. 2.2. El contexto espacial: 2.2.1. Estructura geológica vizcaína. 2.2.2. Relieve y cobertura vegetal de Bizkaia. 2.3. La reflexión metodológica. Antecedentes. 2.4. Técnicas y estrategias de prospección utilizadas: 2.4.1. Periodificación de las campañas de prospección en Bizkaia. 2.5. La batalla de los indicadores de prospección. 2.6. Publicaciones. 2.7. Bibliografía del Capítulo 2.

2.1 Introducción

El reconocimiento de la superficie terrestre con carácter previo o independiente de la excavación es uno de los ámbitos de la arqueología que más se ha desarrollado en los últimos cuarenta años (GARCÍA SANJUAN, 2005). Y, más concretamente, ha sido en los últimos diez años cuando en las áreas montañosas europeas se ha experimentado una mayor contribución por parte de equipos de investigación que han utilizado diferentes métodos de prospección adaptados a objetivos diversos (PALET *et al.*, 2005; FRANCO, 2007; GASSIOT *et al.*, 2014)¹⁸.

Sin embargo, no podemos hablar en los mismos términos si nos referimos a la vertiente Cantábrica. Cuando comenzamos en el año 2002 nuestro proyecto de investigación arqueometalúrgica en Bizkaia no se encontraban diseños de prospección arqueológica “ortodoxos” para abordar el silencio documental en este tipo de territorios. Lo que sí había era constancia de que en la Antigüedad ya existían en Bizkaia (GIL, 2002) una serie de

¹⁸ En la Universidad Autónoma de Barcelona se celebra este mes de mayo de 2017 el Seminario Internacional de investigación sobre la “Ocupación humana e impacto ecológico en los Pirineos. Métodos y problemáticas de la investigación arqueológica en la alta montaña”.

grupos humanos que parecían dominar técnicas capaces de identificar y aprovechar los excepcionales recursos minerales de hierro. Existían también los vestigios de este pasado: unos frágiles yacimientos arqueológicos, las ferrerías de monte, cuya principal seña de identidad eran los escoriales dispersos en el campo.

Y por último, había una necesidad, la de comenzar a articular el conocimiento de dicho patrimonio a través del reconocimiento arqueológico del territorio (lo cual favorecería a la larga el esfuerzo creativo llevado a cabo por el planteamiento y ejecución de la prospección).

Este es el hilo argumental que se va a desarrollar en este capítulo, donde se abordará, en primer lugar, la diversa problemática que puede plantear la conceptualización y realización de una prospección arqueológica llevada a cabo en la totalidad del territorio de Bizkaia. Para ello describiremos las características intrínsecas del paisaje vizcaíno que más influyen y condicionan el planteamiento de trabajo a la hora de prospectar unos yacimientos arqueometalúrgicos que por lo general permanecen enterrados en lugares aislados: geología, relieve y cobertura vegetal.

En segundo lugar, analizaremos la metodología de prospección arqueológica en general, y la específica de las zonas montañosas, en particular, ya que esta ha ido adquiriendo entidad no sólo como un modo efectivo de localizar nuevos yacimientos, sino como herramienta esencial para estudiar las prácticas sociales (GASSIOT *et al.*, 2016) en el antiguo territorio histórico que nos ocupa.

En tercer lugar, justificaremos el orden del discurso metodológico mediante las técnicas y estrategias que hemos utilizado en el trabajo de campo. Para ello expondremos cuál ha sido nuestro planteamiento y planificación a la hora de abordar el territorio, y cuáles han sido las estrategias que hemos logrado implementar para reconocer este tipo de yacimientos paleosiderúrgicos en el paisaje actual de Bizkaia.

Por último, el capítulo finalizará con el estudio de las aportaciones necesarias para la búsqueda de un modelo predictivo para la localización de este tipo de yacimientos arqueometalúrgicos, mediante el establecimiento sobre el terreno de los indicadores necesarios.

2.2 El contexto espacial

En el diseño de la investigación arqueometalúrgica, el conocimiento detallado del contexto espacial en el que trabajamos es esencial para el adecuado planteamiento de la acción extensiva. Dado que los restos de las ferrerías de monte se hayan plenamente imbricadas en nuestro paisaje actual, es preciso conocer lo mejor posible las características físicas del mismo, no solo para realizar el trabajo de reconocimiento arqueológico y búsqueda de nuevos yacimientos, sino también para efectuar el pertinente análisis espacial y conocer las pautas territoriales desarrolladas por nuestros antepasados.

Así, vamos a proporcionar a continuación algunas nociones generales del paisaje de Bizkaia (concebido como un entorno natural compuesto de variables físicas que integran su medio ambiente: litología, suelos, relieve, cobertura vegetal, usos del suelo, etc. unido a la experiencia subjetiva de “habitar” dicho espacio) (GARCIA SAN JUAN, 2005; OREJAS, 1995). En concreto, haremos referencia a los fundamentos sobre geología de Bizkaia y al relieve y cobertura vegetal, pues ambos conceptos fueron determinantes en la implantación de aquella tecnología en este lugar en el pasado y, en el presente, condicionan la metodología del trabajo de prospección a realizar campaña tras campaña.

2.2.1 Estructura geológica vizcaína

Para investigar los orígenes de la metalurgia del hierro, el recurso mineral más importante que ha poseído Bizkaia a lo largo de su historia (DE GORTÁZAR, y CASTELLS, 1953; GIL, 1992), es necesario también conocer la estructura geológica del Territorio Histórico y los procesos acaecidos en su medio físico. No olvidemos que los procesos de formación de los minerales de estos metales van a determinar tanto las condiciones de su explotación y beneficio en términos mineros (MONTERO, 2014) como su productividad en términos de tecnología metalúrgica.

Geológicamente hablando, el Territorio Histórico de Bizkaia se encuentra situado dentro de la denominada Cuenca Vasco-Cantábrica (CVC). Se trata de una cuenca sedimentaria cuya formación está relacionada con el movimiento de las placas tectónicas y, más en concreto, con la apertura del Atlántico Norte y la separación de las placas Norteamericana, Europea e Ibérica (EVE, 1995).

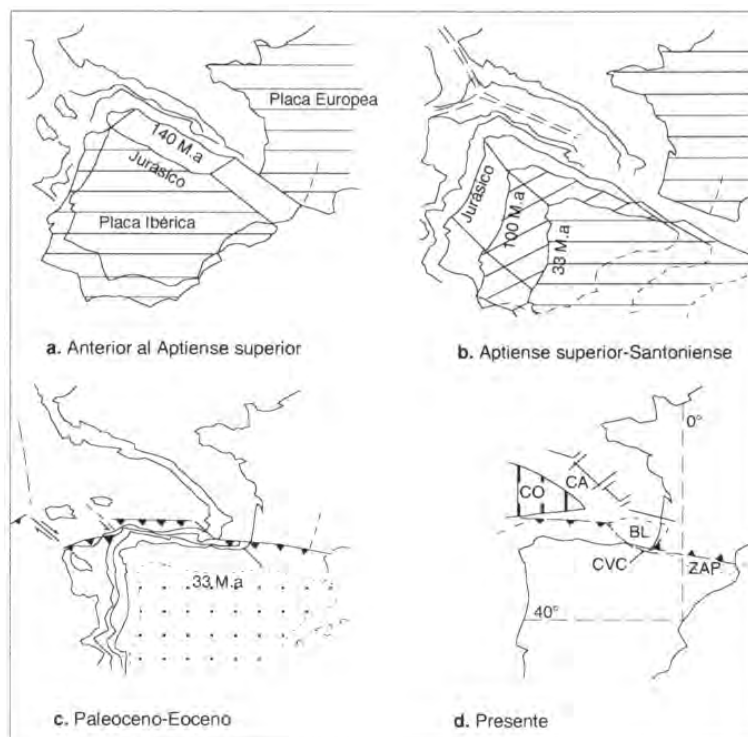


Figura 3. Movimientos relativos entre las placas Ibérica y Europea en relación con la apertura del Golfo de Bizkaia: a) pre-rifting, b) apertura oceánica, c) subducción parcial de Europa bajo Iberia, d) situación actual. CA: Cuenca Armoricana; CVC; Cuenca Vasco Cantábrica; BL: Bloque de las Landas; ZAP: Zona Axial Pirenaica; CO: Corteza oceánica. Tomado de la memoria del “Mapa Geológico del País Vasco a escala 1:25.000” (EVE, 2003).

A lo largo de toda la CVC persisten indicios de su formación (límite Pérmico-Trías), su evolución, y su cierre y deformación ligados a la orogenia alpina durante el Terciario. Como Bizkaia representa sólo una parte de dicha cuenca, no tenemos registro sedimentario de todas las fases de su evolución. De la misma forma, abarca sólo una parte de la compleja estructura de toda la cuenca (EVE, 1995).

Como no vamos a entrar a fondo en la geología de Bizkaia, porque no es el objetivo principal de este trabajo, repasaremos de una forma sucinta las rocas de las diferentes edades, la estructura y, por supuesto, las mineralizaciones.

De las primeras fases de apertura de la cuenca sólo quedan algunas zonas minoritarias donde afloran las rocas correspondientes. Éstas son las arcillas y evaporitas del Trías Keuper, y las calizas y dolomías del Jurásico. Tanto unas como otras aparecen principalmente a favor de fracturas (Sopelana), de estructuras diapíricas (Orduña, Bakio) o en el núcleo de estructuras anticlinales ligadas a estas últimas (zona de Gernika) (EVE, 1995).

El resto de rocas de edades posteriores aparecen dispuestas en franjas paralelas a grandes rasgos, dándonos una idea de la estructuración principal de la cuenca y, por consiguiente, poniendo de manifiesto la dirección de apertura de dicha cuenca.

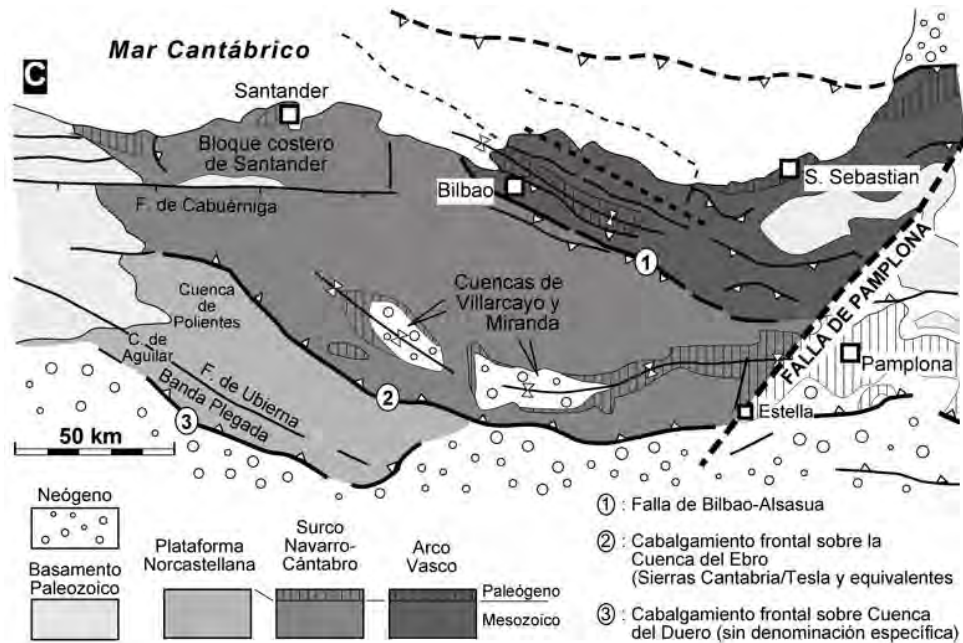


Figura 4. Mapa de dominios estructurales. Tomado de “Geología de España” (VERA, 2004).

Así, tenemos la división de Bizkaia en 2 grandes bloques o dominios separados por una fractura (Falla de Bilbao), que, entrando en tierra por El Abra y con dirección NE, separa la mitad suroeste (Dominio de Plataforma Alavesa-Anticlinorio de Bilbao) de la mitad noreste (Dominio del Arco Vasco) (ver mapa adjunto).

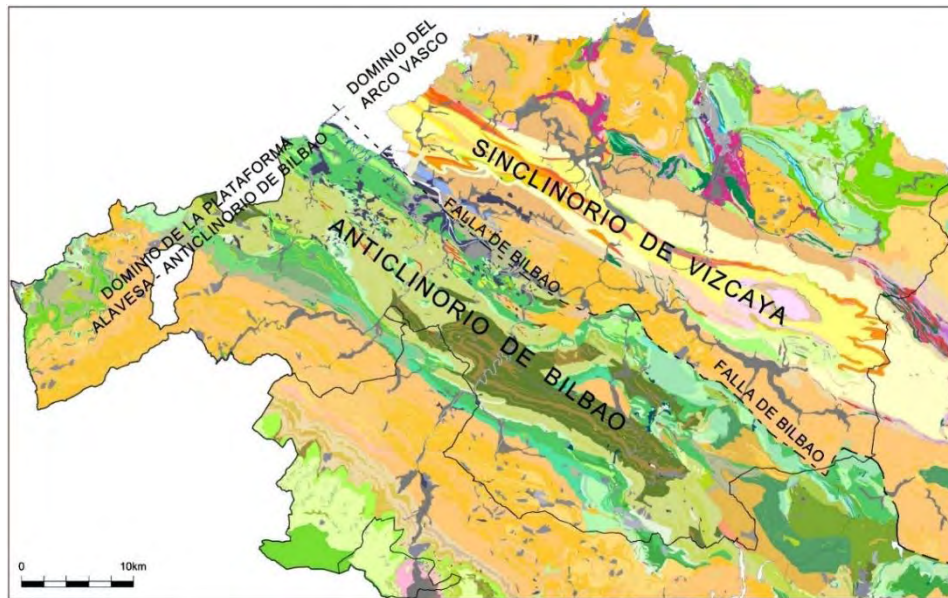


Figura 5. Mapa creado a partir del “Mapa Geológico del País Vasco a escala 1:25.000” (EVE, 2003).

En el Dominio del Arco Vasco predomina la estructura del Sinclinorio de Bizkaia, estructura sinforme de escala regional que abarca materiales de edades de Cretácico Superior-Eoceno, los más modernos en depositarse en Bizkaia antes del cierre de la cuenca, debido al plegamiento, emersión y erosión derivadas de la orogenia alpina. A lo largo de su flanco noreste aparecen primero importantes afloramientos de rocas volcánicas. Más hacia el noreste, la estructura general se hace más compleja debido a una importante tectónica, aflorando materiales del Cretácico inferior, además de los triásicos y jurásicos antes mencionados.

Por otra parte, en el Dominio de la Plataforma Alavesa-Anticlinorio de Bilbao, tenemos una gran estructura antiformal (Anticlinorio de Bilbao), en cuyo núcleo aparecen materiales del Cretácico inferior: rocas del Purbeck-Weald y del Complejo Urgoniano. A medida que nos alejamos por el flanco suroeste los materiales se corresponden con los depósitos deltaicos del Complejo Supraurgoniano (Formación Balmaseda). Estos materiales no aparecen en el flanco noreste por estar cortados por la Falla de Bilbao. En el área de Orduña, que está más alejada en el flanco suroeste, afloran también rocas del Cretácico superior, además de las del Triásico presentes en el diapiro.



Y tras este breve repaso a la geología de Bizkaia y su estructura general, vamos a destacar para nuestros intereses un

determinado tipo de rocas de un periodo concreto, las calizas en facies urgonianas del Aptiense-Albiense, pues estas rocas fueron a la postre las que albergarían los ricos yacimientos metalíferos de Bizkaia.

Figura 6. Mapa de afloramientos de calizas urgonianas en la Comunidad Autónoma del País Vasco. Tomado del “Mapa Geológico del País Vasco a escala 1:200.000” (EVE, 1991).

Las mencionadas rocas representan el depósito sedimentario en un ambiente de arrecife o plataforma carbonatada, en un clima subtropical, en un periodo de altos niveles de CO₂ atmosférico y oceánico (característica no solo exclusiva de esta cuenca, sino que también se daba a escala global). Todo lo cual llevó a una expansión y enriquecimiento de los ecosistemas, que en las zonas arrecifales se tradujo en una gran acumulación de conchas, esqueletos y otras partículas ricas en carbonato cálcico, que con el tiempo derivaron en las calizas que destacan en las cimas de muchos de nuestros montes. La importancia de estas calizas se debe a varios factores, entre ellos el que albergan buena parte de los yacimientos metalíferos de Bizkaia.

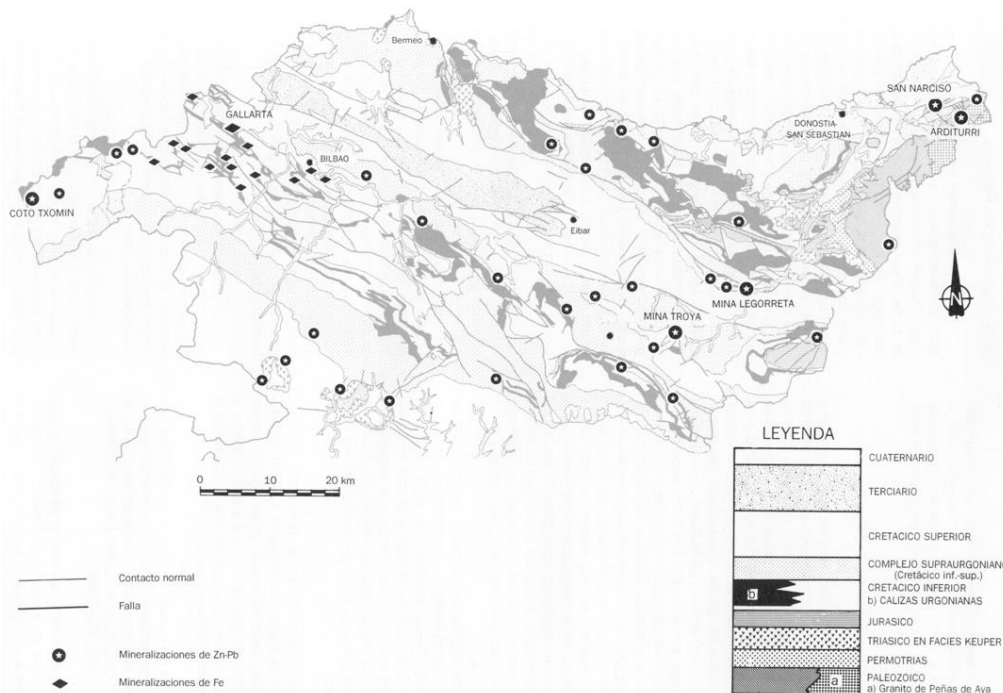


Figura 7. Mapa de mineralizaciones de Zn-Pb y de Fe, y su relación con las masas de calizas urgonianas. Tomado del “Mapa Geológico del País Vasco a escala 1:100.000” (EVE, 1995).

En determinadas fallas, a veces de forma simultánea y otras de forma posterior a los procesos sedimentarios, se dieron fenómenos de hidrotermalismo, con la circulación de soluciones salinas que transportaban metales en disolución. Cuando estas fracturas atravesaban rocas carbonatadas (como las calizas urgonianas, que son muy abundantes) se

producían determinadas reacciones químicas que desembocaban no sólo en la precipitación de ciertos minerales dentro de las fallas (filones), sino en el reemplazamiento masivo y generalizado del carbonato cálcico por otros compuestos (carbonatos de hierro y magnesio, diversos sulfuros, sílice).

Cuando se produjo el plegamiento, fracturación y erosión de grandes masas de roca, muchas de estas mineralizaciones primarias se vieron expuestas al agua de lluvia, que por infiltración llegó hasta esos minerales, provocando procesos de oxidación y dando lugar a mineralizaciones secundarias.

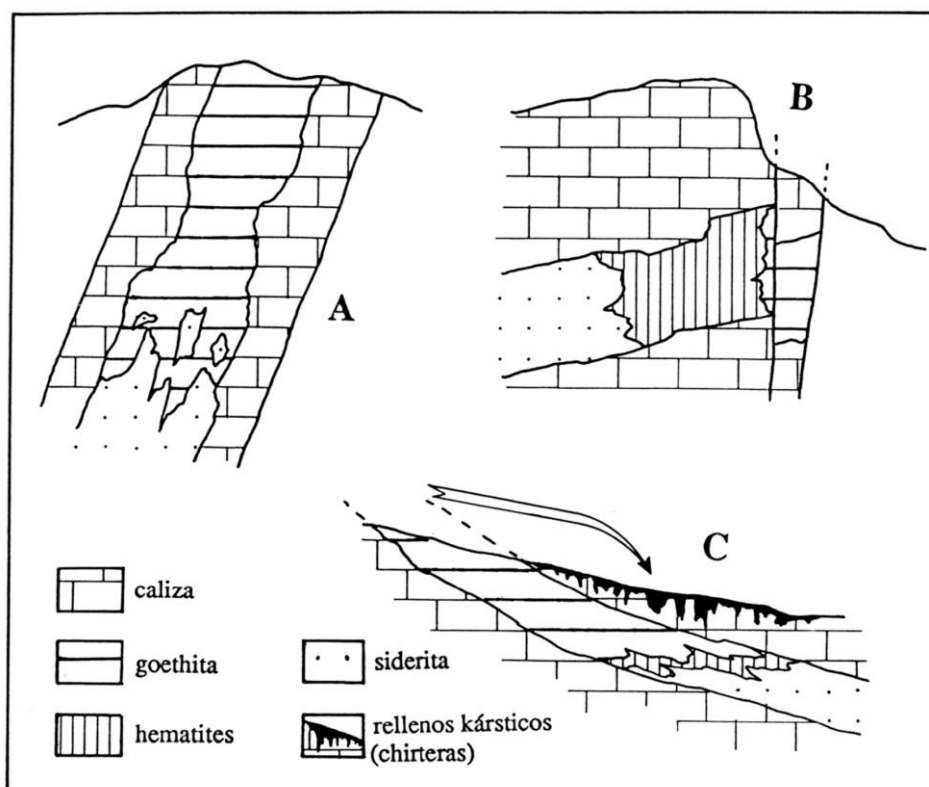


Figura 8. Diferentes tipos de mineralizaciones de alteración. A) Goethita (Dícido); B) Hematites (Alén); C) Chirteras. Tomado de "Las mineralizaciones de hierro en el Anticlinal de Bilbao: Mineralogía, Geoquímica y Metalogenia" (GIL, 1991).

Se da la circunstancia de que en este tipo de mineralizaciones produce un enriquecimiento de los metales, provocando un aumento en su ley o porcentaje. Son mineralizaciones que desde antiguo, ya fueron las primeras en ser explotadas por las comunidades que se interesaron por sus virtudes en el territorio vizcaíno.

Cabe destacar que dentro del ámbito de Bizkaia, los principales yacimientos se concentran a lo largo de una serie de fallas de dirección N120-130°E, que recorren el Anticlinorio de

Bilbao. Son mineralizaciones donde el elemento principal es el hierro, si bien localmente hay otros metales que pueden ganar importancia. De hecho, en la parte más occidental de Bizkaia (área de Lanestosa-Karrantza-Turtzioz) las mineralizaciones más importantes corresponden al plomo, cinc, flúor y magnesio (HERRERO y VELASCO, 1985 y 1988; HERRERO, 1989), siendo las de hierro anecdóticas.

Los yacimientos de hierro del Anticlinorio de Bilbao han sido explotados desde muy antiguo, y han destacado tanto por su calidad (pobres en fósforo, favorables para los procesos de reducción) como por su cantidad; habiendo sido en su conjunto un yacimiento importante a escala mundial (FRANCO y GENER, 2016).

No obstante, tal y como lo atestiguan antiguos indicios mineros repartidos por todo el territorio, también hubo otros yacimientos más pequeños con mineralizaciones de hierro diseminados por Bizkaia, si bien eran yacimientos que se agotaron rápidamente por su escaso volumen. En estos yacimientos predominaba generalmente la goethita y la limonita sobre la hematites.

En cualquier caso, habrá que estudiar el tamaño y composición de estos pequeños afloramientos de un modo individualizado comparándolos con la materia prima utilizada en los yacimientos de ferreerías de monte que hemos hallado en zonas periféricas del Anticlinorio de Bilbao, formación geológica que aglutina sin duda el grueso de los yacimientos paleosiderúrgicos de Bizkaia.

2.2.2 Relieve y cobertura vegetal de Bizkaia

Además de tener muy presente la estructura geológica a la hora de realizar cualquier tipo de investigación arqueometalúrgica que aborde este territorio, no nos podemos abstraer de los condicionantes geográficos de Bizkaia puesto que van a marcar definitivamente el planteamiento del trabajo de campo. Los principales obstáculos que hemos de abordar, son los relacionados con su topografía y su orografía. No tendríamos más que fijarnos en cuáles son las zonas por las que entramos y salimos del Territorio Histórico para darnos cuenta de que en todas ellas es indispensable salvar un alto de montaña.

Por este motivo algunos autores han considerado a Bizkaia en la Antigüedad como un lugar inhóspito, carente de otros recursos que no sean la ganadería y el bosque, y abocado al mar *“por lo que los intentos de comunicación con ella han sido escasos sobre todo en los primeros momentos de su historia”*. (BASTERRETXEA, 1990). Otros autores, sin embargo, mencionan el interés por

la explotación de los recursos naturales en época romana principalmente hierro y galena (GIL, 2002), de modo que lugares como la minas de hierro de Triano por ejemplo, podrían considerarse como parte de la estructura productiva del Imperio (GARCÍA CAMINO, 2006; ORTIZ DE URBINA, 2006). Este hecho aporta la imagen de una sociedad antigua perfectamente adaptada a su medio montañoso, que supo identificar primero, y explotar después los excepcionales recursos minerales de que disponía.

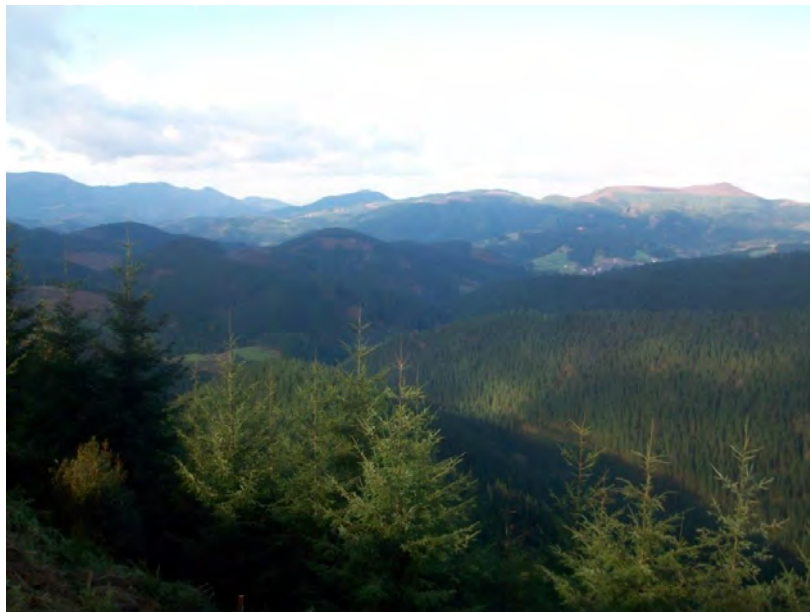


Figura 9. Vista desde el Bikotzgane.(Valle de Arratia) La explotación forestal ha sabido adaptarse perfectamente al medio montañosos vizcaíno

Por otra parte, el relieve intrincado que caracteriza Bizkaia, se desarrolla a lo largo de una superficie de 2.217 km² y cuenta con macizos de montaña cuyas cumbres oscilan entre los 600 y los 1.500 metros de altitud desde la cota cero a orillas del Cantábrico. Esta orografía accidentada se debe al hecho de encontrarse en la zona de unión de la Cordillera Cantábrica con los Pirineos lo que convierte a Bizkaia es la quinta provincia más montañosa de España si tenemos en cuenta la pendiente media del terreno (GOERLICH y CANTARINO, 2010). Todo ello además, acompañado de una frondosa vegetación que tapiza casi ininterrumpidamente nuestro territorio. Así pues, este es el paisaje abrupto que nos encontramos a la hora de realizar un planteamiento de prospección, y sin duda un factor clave a tener en cuenta.

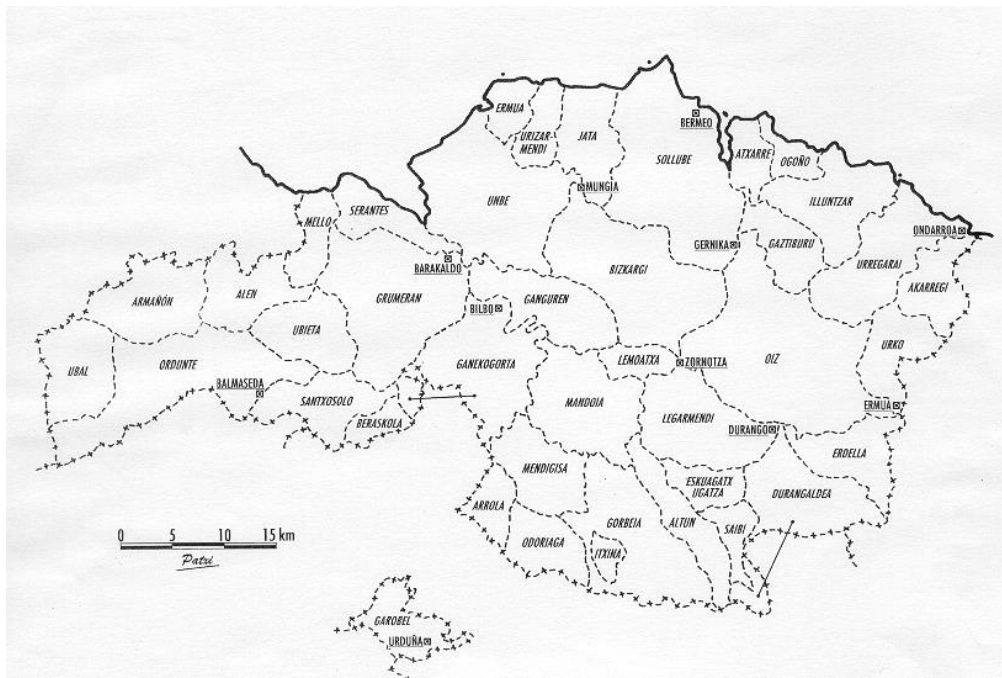


Figura 10. El mapa de los macizos de montaña de Bizkaia ha sido la base utilizada para sistematizar el trabajo de prospección en todo el territorio. Fuente, GALE, P. 2000.

Tradicionalmente Bizkaia estuvo cubierta de bosques naturales de frondosas (roble, haya, castaño, abedul, fresno, tilo, entre otros); sin embargo, este bosque tradicional sufrió un gran retroceso debido principalmente a tres factores:

1. La demanda excesiva de productos procedentes del bosque por parte del ser humano que provocaría su agotamiento y en algunos lugares incluso su desaparición. Dentro de esta demanda, la que más incidencia tuvo fue la destinada a abastecer a la industria naval y a las numerosas ferrerías asentadas junto al cauce de nuestros ríos que utilizaban el carbón vegetal como fuente de energía (ARAGÓN, 1995)¹⁹.

¹⁹ Con anterioridad y para nuestro objeto de estudio, desconocemos el impacto que habría ocasionado sobre el bosque tradicional la demanda de combustible para abastecer numerosas de ferrerías de monte instaladas en determinados valles de Bizkaia, aunque sí sabemos gracias a los análisis antracológicos practicados en favor de nuestra línea de investigación¹⁹, que la presión básica se ejercía sobre hayedos y robledales, cuyos carbonos aparecen recurrentemente en los escoriales estudiados de época romana y medieval.

2. En segundo lugar, debido a una presión demográfica conocida que a lo largo de los siglos supuso un retroceso del bosque, que tuvo que ceder tierras para cultivar (ARAGÓN, 2011).
3. Por último, podríamos añadir que la inestabilidad política causada por los conflictos bélicos existentes entre el siglo XVII y XIX, generó un empobrecimiento de numerosos municipios vizcaínos que se vieron obligados a saldar sus deudas con la entrega de montes. A esto hay que sumar las leyes desamortizadoras del siglo XIX, que supusieron el paso al mercado de una buena parte de terrenos indivisos, bosque y prados explotados hasta entonces por el común de la población rural (ARAGÓN, 2009).

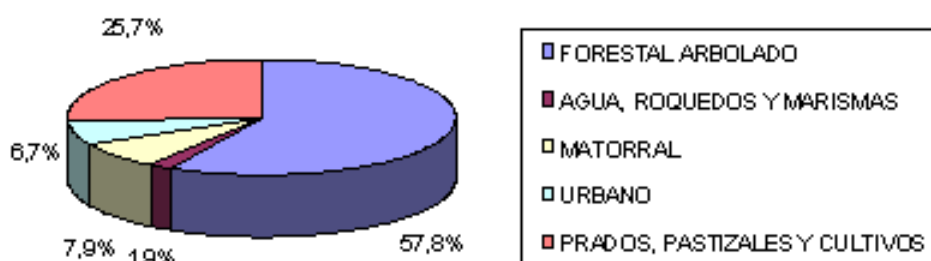


Figura 11. Uso del suelo en Bizkaia. La presencia del bosque destaca en nuestros valles sobre la superficie destinada a cultivo. Fuente, web Diputación Foral de Bizkaia.

En la actualidad, este paisaje arbolado marca la imagen del territorio, y viene condicionado en parte por la política de repoblaciones forestales que lleva a cabo el Servicio de Montes de la Diputación Foral de Bizkaia, proceso que comenzara hace un siglo²⁰, y que ha dado como resultado un paisaje dominado por las especies de pino radiata y eucalipto de crecimiento rápido. Un paisaje vegetal joven, por tanto, que poco tiene que ver con el original si bien en los últimos años se han tomado serias medidas preventivas de conservación de las especies autóctonas.

²⁰ En aquella época surgirían posturas tan extremas como la de Mariano Adán de Yarza que en 1913 resaltaba las ventajas de sustituir la vegetación forestal autóctona por especies exóticas como el pino de Monterrey o Insignis sobre el cual ya había experimentado con fines repobladores (ADAN DE YARZA, 1913)

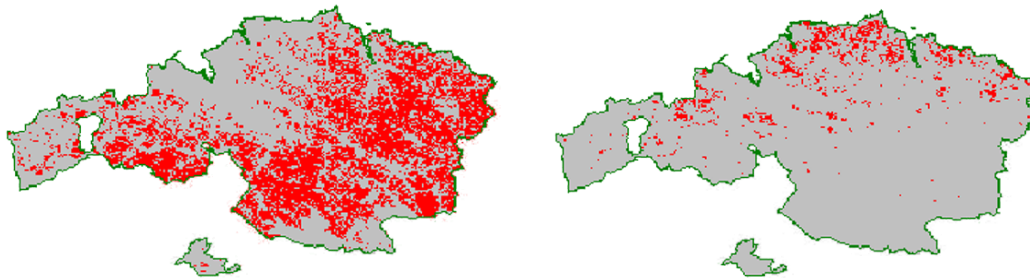


Figura 12. Izda.: Dispersión del pino radiata en Bizkaia (79.726 ha.).Dcha.: Dispersión del eucalipto (10.191 ha.).
Fuente, web Diputación Foral de Bizkaia.

Por otra parte, se ha constatado la incidencia negativa de la silvicultura trabajada con maquinaria pesada sobre el patrimonio arqueológico enterrado en nuestros montes (referido a asentamientos prehistóricos al aire libre, túmulos y ferrerías de monte). De hecho, tal y como ha quedado documentado de modo fehaciente en el inventario vizcaíno de ferrerías de monte, la explotación forestal se ha convertido en principal factor de destrucción de las haizeolak, circunstancia que incluso ha sido objeto de controversia en algunos los medios de comunicación (URIARTE y URIARTE, 2003; FRANCO, 2007).

No obstante, al igual que ocurre en otras áreas expuestas por ejemplo a roturaciones agrícolas, los trabajos forestales también han permitido sacar a la luz, de un modo accidental y completamente rutinario, numerosos yacimientos arqueometalúrgicos en Bizkaia afectados por las remociones efectuadas.

La silvicultura amenaza los restos de las primeras fundiciones vascas

El 70% de las ferrerías de monte catalogadas en Vizcaya el año pasado ha sufrido graves daños por las explotaciones forestales

L. A. GÁMEZ BILBAO

La explotación forestal está borrando del mapa en Vizcaya los restos de las fundiciones en las que se obtuvo el hierro desde la época romana hasta el siglo XIV. Hasta ahora, la mitad de las que se descubrieron había resultado afectada por las explotaciones forestales. El año pasado, la situación empeoró. El 70% de las diecinueve ferrerías de monte o 'hau-zoak' que el equipo de arqueología del Museo de la Minería del País Vasco catalogó en Vizcaya en 2006 presentaba graves daños causados por la silvicultura. «Se están destruyendo yacimientos constantemente», lamenta el arqueólogo Javier Franco.

«Hace cinco años, se conocían en Vizcaya unas 93 ferrerías de monte. Ahora tenemos unas 120 catalogadas, la inmensa mayoría en Las Encartaciones y la Zona Minera», indica Franco. El equipo que dirige está formado por el técnico ambiental Aitor Urriarte, la geóloga Amaia Méndez y los prospectores Miguel Alonso y Nemesio Frajón. Los cinco salen al monte durante todo el año desde 2002 con el objetivo de concluir

el censo vizcaino de estas instalaciones para 2011 y así poder protegerlas.

A simple vista, lo que ha llegado hasta nosotros de las ferrerías son montones de escoria, el desecho de los hornos en los que se calentaba el mineral tostado y triturado. Que casi el 50% de esa escoria sea mineral de hierro prueba lo deficiente del sistema de extracción. «Como aún no conocemos el tipo de mineral usado, no sabemos cuál era su grado de aprovechamiento, pero suponemos que no será muy superior al 15% ó 20% del hierro contenido en un mineral de gran pureza».

Análisis de carbono 14 de dos muestras de carbón tomadas de sendas ferrerías de Galdames en otras campañas, hechas en la Universidad de Uppsala, han datado una hacia el año 930 y otra alrededor de 1030. Los investigadores vizcainos esperan que pronto a poca las fundiciones de nuevos restos permitan establecer cuál es el tiempo que se usaron estas instalaciones, cuando alcanzaron su auge y cuándo entraron en declive.

Vulnerables

La ferrería de monte típica está en un vallado de la ladera -para que



FERRERÍA. Javier Franco examina restos de escoria. / FERNANDO GÓMEZ

la escoria líquida caiga pendiente abajo-, cerca de una zona rica en hierro y de un arroyo, y tiene madera abundante a su alrededor. «El 98% de los yacimientos está a menos de 100 metros de un curso de agua actual y el 2% restante, a unos 200». Los científicos vascos han encontrado algunas fundiciones cerca de arroyos estacionales, lo que les lleva a pensar en que sólo se trabajaba en ellas en invierno.

Los prospectores inspeccionaron el año pasado 58 kilómetros cuadrados de los macizos de Mollo

y Sorriales, y unos 280 kilómetros de los de Sollube, Bizkarri y Lemotza. En los dos primeros, encontraron diecisiete nuevas instalaciones, que se sumaron a dos conocidas desde el siglo pasado. Aunque, por su estado de conservación, tres van a figurar como bienes inventariables en el Catálogo de Patrimonio Arqueológico del Gobierno vasco, el 70% de las ferrerías estaba muy deteriorado por la actividad forestal.

«Las zonas a proteger son muy pequeñas y vulnerables, dada el

Un vacío de más de mil años

«En la Zona Minera y Las Encartaciones, hay un vacío documental de más de mil años entre los últimos castros y las primeras villas», explica Javier Franco. Es en esa época de la que no se han descubierto métodos de población en la que se desarrollan las ferrerías de monte, que perduran vigencia progresivamente a partir de la aparición de las hidráulicas en el siglo XIV.

Además de humilde, la actividad de los ferrones era tóxica y por eso se desarrollaba lejos de las aldeas. «Tenemos las fundiciones y sabemos cómo trabajaban. Ahora hay que buscar dónde vivían para saber cuál era la importancia social y económica de su actividad», indica Franco, quien considera fundamental que la población sepa de la existencia de las ferrerías de monte para que se proteja esa parte de nuestra historia.

desconocimiento general y la escasa visibilidad de los restos. Los yacimientos más grandes pueden originar que se valga un cuadrado de 100 a 150 metros de lado, pero lo normal es que sean de 50 metros», apunta Franco. El Ayuntamiento de Sopuerta ha decidido proteger cuatro antiguas fundiciones después de que los responsables municipales compraran, en una visita guiada por el arqueólogo, cómo «el rollo forestal está pasando por encima del patrimonio cultural vizcaino». Franco calcula que habrá en la provincia apenas unas 30 ferrerías que merezcan protección. ■ l.a.gomez@diario-elcorreos.com

Figura 13. Artículo publicado en El Correo el 26 de mayo de 2007.

2.3 La reflexión metodológica: antecedentes de la prospección

A partir de la década de los ochenta del siglo pasado la excavación arqueológica había comenzado a dejar de ser el único principio y el objetivo final de cualquier trabajo de campo arqueológico en favor del reconocimiento y análisis arqueológico del territorio que, poco a poco, fue tomando cierto protagonismo, bien como instrumento de protección patrimonial (para la confección por ejemplo de inventarios o catálogos de yacimientos como el que aquí nos ocupa por ejemplo), o bien como nuevo documento que nos permite descubrir aspectos aún desconocidos de las sociedades pasadas (estrategias utilizadas para el aprovechamiento del medio, tipos de asentamiento, control sobre el territorio, etc).

Ciertamente, este desarrollo metodológico procede de unas reflexiones que se produjeron anteriormente en el ámbito académico anglosajón en torno a la relación que tiene lugar entre el ser humano y el medio ambiente a lo largo de la Historia, algo que podríamos denominar como Ecología Cultural, y que derivaría en un nuevo subcampo de investigación dentro de la arqueología denominado Arqueología del Paisaje, caracterizado por el estudio de las sociedades antiguas desde su espacialidad (OREJAS *et al.*, 2002), que en líneas generales incluye diferentes aproximaciones teóricas y metodológicas a la idea de que la arqueología del territorio debe ser una poderosa herramienta para la reconstrucción histórica y social.

En España, la introducción de la arqueología del paisaje y su desarrollo teórico se hizo gracias a varias escuelas y grupos de investigación que en los años ochenta comenzaron a aplicar el recurso de análisis del territorio en base a estudios de prospección y llegaron a la conclusión de que era imposible comprender a las sociedades humanas y sus cambios a lo largo del tiempo sin considerar su interrelación directa con el medio. Al respecto cabe citar los trabajos que se publicaron en torno a la revista de “Arqueología Espacial” - perteneciente al Seminario de Arqueología y Etnología Turolense- por autores como (FERNANDEZ, y RUIZ ZAPATERO, 1984; BURILLO, 1996, y OREJAS, 1998, RUIZ ZAPATERO, 2004), con sus estudios referidos a la arqueología del paisaje.

Posteriormente aparecieron los primeros intentos de síntesis metodológicas - como la publicada por Gonzalo Ruiz Zapatero y Francisco Burillo en la publicación Munibe (RUIZ ZAPATERO, y BURILLO, 1988), que se ven reflejados, al menos en los aspectos básicos, en el primer manual universitario de prospección arqueológica, obra de Leonardo García

Sanjuán publicado en el año 2005. No obstante, si bien la madurez de estos estudios de exploración del territorio en España está manifiestamente reconocida en la actualidad, sigue siendo una actividad no mayoritaria entre el colectivo de arqueólogos, a pesar de que ya se han sucedido -según el profesor Burillo- al menos tres generaciones de investigadores capaces de aportar la suficiente entidad al corpus argumental de esta materia en nuestro país (GARCIA SANJUAN, 2005).

Concretamente, en la región cantábrica, se ha de mencionar sin duda el notable caso del Laboratorio de Arqueología del Instituto de Estudios Galegos “Padre Sarmiento”, vinculado al CSIC, que trabajaban desde sus inicios con el telón de fondo de la arqueología del paisaje bajo la dirección de Felipe Criado (CRIADO, 1991) y que colaboran en el debate de las estrategias de prospección superficial con experiencias vinculadas generalmente a la gestión del impacto arqueológico (AMADO, *et al.*, , 2004).

Respecto a Bizkaia, no ha existido una reflexión teórica propiamente dicha sobre los planteamientos de la moderna prospección, aunque las prospecciones de superficie realizadas hasta el momento han obtenido abundantes resultados sobre todo en lo que a la carta de materiales prehistóricos se refiere, hallando también evidentes aportaciones realizadas desde la arqueología territorial para el caso del poblamiento medieval por ejemplo (GARCÍA CAMINO, 2002).

Por otra parte, no abundan los planteamientos de prospección a nivel macro que aborden grandes extensiones del territorio en lugar de valles o cuencas aisladas por ejemplo. Como justificación de la ausencia de las prospecciones necesarias se ha argumentado la dificultad que entraña el medio físico a tratar y la carencia de indicadores suficientes sobre los que basar el trabajo de campo. Asimismo, en ocasiones se ha atribuido la dificultad de encontrar nuevos yacimientos “*a la densa vegetación, a no ser que destaquen o estén señalizados en superficie*” (ORTIZ DE URBINA, 2006).

Por tanto, para comenzar el trabajo de análisis territorial en Bizkaia debíamos documentarnos examinando planteamientos previos de prospección arqueológica a nivel macro y en zonas de montaña. Pero la búsqueda no fue demasiado alentadora; además, el hecho de que nuestro planteamiento tratase una prospección especializada en temática arqueometalúrgica no facilitaba las cosas. Sólo contábamos en principio con:

- 1) algunos ejemplos aplicables de modo general para identificar evidencias arqueológicas de procesos minero-metalúrgicos que se dieron en Sierra Morena occidental (HUNT, 1996).

2) con el ya mencionado manual universitario de García Sanjuán, donde el tema de prospección arqueometalúrgica era considerado un ejemplo de prospección temática que ocupaba poco más de una página (GARCIA SANJUAN, 2005).

3) con un precedente en nuestro propio territorio para el caso de las ferrerías de monte: la prospección del equipo Harribaltzaga de Xabier Gorrotxategi, que si bien no explicitaba el método de análisis del territorio empleado, sí proporcionaba la localización y descripción de hasta 31 yacimientos de este tipo que se habían identificado en Bizkaia en la década de los años ochenta (GORROTXATEGI, y YARRITU, 1984), lo que nos permitió utilizar esta carta arqueológica como punto de partida en los dos primeros años de nuestro trabajo de campo, empezando por la revisión de estas localizaciones, ampliando los parámetros de búsqueda en los mismos lugares y utilizando diversas estrategias de cobertura del territorio para dar los primeros pasos en la investigación.

En base a todo lo anterior, si analizamos en conjunto todos estos precedentes, se constata que no existe hoy en día un único método de prospección arqueológica superficial homogéneo y válido para los diferentes paisajes de la Península Ibérica. Es más, aunque sí existe cierto poso común reconocible en las diferentes estrategias de trabajo utilizadas, se podría decir (gracias a las diferentes aproximaciones de análisis espacial del territorio mediante prospección y al trabajo y debate teórico mantenido en las últimas décadas) que existen tantos sistemas como variedad de paisajes y registros arqueológicos tenemos.

No obstante, la consolidación de la investigación arqueológica del territorio muestra que algo está cambiando poco a poco como resultado de la reflexión metodológica. En los últimos años ha existido un importante desarrollo, no sólo en aquellas áreas propicias para la prospección, sino también en las principales áreas montañosas de toda Europa, demostrando que una adecuada combinación de estrategias de prospección puede ser aplicada en zonas de montaña con resultados sustanciales. Es cierto que todos estos proyectos son bastante heterogéneos en objetivos y métodos: algunos intentan reconstruir una actividad humana concreta y su influencia socioeconómica y evolución a lo largo del tiempo (entre las cuales se encuentra nuestra investigación, por ejemplo), mientras que otros proyectos tratan de comprender el desarrollo de una sociedad determinada en todas sus dimensiones. Aun así, se puede concluir que la mayoría de estas investigaciones desarrolladas por lo que podríamos denominar como arqueología de montaña tienen unos denominadores comunes: por una parte, en muchas zonas el registro arqueológico se tiene que construir desde cero (así nos ha ocurrido prácticamente en cinco de las siete campañas de prospección arqueometalúrgica desarrollada en Bizkaia); por otra parte, el paisaje toma

aquí un rol protagonista como elemento activo y no como un mero espacio contenedor para prácticas sociales (GASSIOT. *et al.*, 2014)

En consecuencia, para llevar a cabo estos trabajos de prospección es muy beneficioso obtener las diferentes aproximaciones al paleopaisaje que nos proporcionan otras ciencias, creando verdaderos programas de investigación interdisciplinares²¹

Todo este desarrollo ha permitido que en ciertas áreas montañosas tengamos un pasado algo más que puramente geológico, gracias a las estrategias de prospección también desarrolladas recientemente en algunas zonas de alta montaña, como el ejemplo del Parque Nacional de Aigüestortes donde se han obtenido resultados prometedores usando la acción sistemática, no sólo como una manera efectiva para detectar nuevos yacimientos arqueológicos, sino también como una herramienta fundamental para estudiar la ocupación humana de estos territorios (PALET, 2005; GASSIOT *et al.*, 2016) antes “excluidos” de este tipo de análisis. Otros ejemplos serían: el análisis practicado en la Vall Ferrera pirenaica (AUGÉ, 2014) para yacimientos de escoriales homólogos a los restos de antiguas ferrerías vizcaínas; o por ejemplo, otras zonas montañosas del sur de la Península donde se ha realizado un riguroso planteamiento metodológico para estudiar la ocupación de comunidades íberas y su metalurgia del hierro en zonas de la montaña Subbética que habían quedado antaño al margen de los estudios tradicionales más centrados en zonas costeras o llanas (GENER *et al.*, 2016).

Trabajos como el aquí presentamos sobre las ferrerías de monte permiten ahora contemplar nuevos escenarios de ocupación de nuestro medio natural que cambia en cierta forma las tradicionales concepciones deducidas con anterioridad de la arqueología y de la etnografía vizcaína, y dibuja un paisaje histórico que alcanza mediante el inventario arqueológico de ferrerías de monte de Bizkaia, una tan precisa como insospechada dimensión territorial²². De hecho, el análisis del territorio nos da pautas certeras acerca de algunas prácticas socioeconómicas sobre la transformación metalúrgica del hierro, lo que

²¹ Como mencionamos en la introducción, nuestro equipo multidisciplinar contaba con la correspondiente vertiente geológica y medioambiental dentro de una dirección arqueológica (FRANCO, 2011).

²²Más aún si cabe tras la reciente conclusión del inventario de ferrerías de monte en los tres territorios históricos de Alava, Bizkaia y Gipuzkoa por parte de nuestro Equipo de Arqueología del Museo de la Minería del País Vasco (FRANCO, ETXEZARRAGA y ALBERDI, 2015)

explicaría el desarrollo tecnológico que habría experimentado la sociedad vizcaína de época romana y medieval, y sobre todo, la existencia un grupo de artesanos especializados en su propio entorno.

2.4 Técnicas y estrategias de prospección utilizadas

Con anterioridad a este proyecto de investigación, algunos miembros del equipo de arqueología del museo minero ya habíamos trabajado en el tema de la arqueometalurgia del hierro de época romana y medieval, pero nunca habíamos imaginado vernos abocados a realizar una prospección de superficie que cubriese todo el territorio, ni a afrontar un análisis espacial a nivel “macro” del trabajo del hierro. Era necesario, por tanto, como paso previo valorar las grandes posibilidades que proporcionaba la prospección arqueológica y desarrollar un planteamiento específico para un territorio concreto, Bizkaia, y un yacimiento concreto, la ferrería de monte.

En este apartado esbozaremos cómo hemos utilizado estas nociones comunes al análisis espacial arqueológico de un modo sencillo e imaginativo y en un entorno montañoso que ya hemos definido como francamente hostil a lo que se entiende habitualmente por una prospección ortodoxa. Ha sido necesario adecuar el sistema propuesto a las diversas circunstancias que condicionan los trabajos de prospección en este entorno, comprendiendo de antemano los límites y defectos de los que adolece.

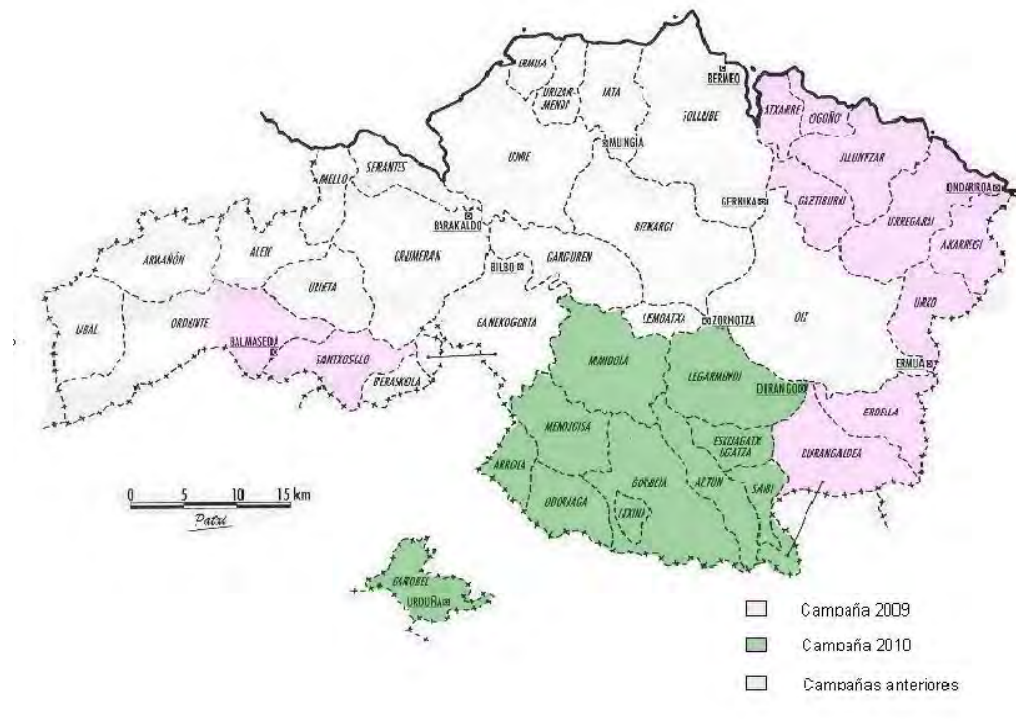


Figura 14. Mapa de macizos de montaña de Bizkaia. Las dos últimas campañas fueron con diferencia las más extensas. Fuente, GALE, 2000.

Esta actividad prospectiva se ha convertido a la postre en un elemento fundamental de nuestro proyecto, capaz de producir las evidencias necesarias, tanto para entender las pautas de distribución humana en el territorio vizcaíno (de cara a la explotación y transformación de los recursos naturales), como para establecer prioridades y permitir una elección informada (GARCIA SANJUAN, 2005) de los yacimientos cuya excavación puede ser más beneficiosa para nuestra investigación.

Podemos concluir por tanto, que el método de prospección diseñada por nuestro trabajo de investigación sobre las ferrerías de monte cumple con todos aquellos paradigmas ideales de los análisis arqueológicos del territorio que proponía Ruiz Zapatero (RUIZ ZAPATERO, 1993):

- La prospección arqueológica es una de las bases de nuestro proyecto.
- Se ha realizado a nivel macro territorialmente hablando, persiguiendo conocer las pautas de asentamiento y cómo se realizaba el trabajo ferrón.

- Ha tratado de ser un inventario que proporcionase además una evaluación de este nuevo patrimonio arqueológico, y que nos sirviera para una elección más objetiva de yacimientos a excavar.
- El trabajo ha sido realizado por un colectivo interdisciplinar (Equipo de Arqueología del Museo de la Minería del País Vasco) que ya había realizado un esfuerzo metodológico en el diseño de la investigación, y cuyos resultados se habían de plasmar en fichas normalizadas dentro de un programa de gestión de Patrimonio Cultural²³.
- Ha sido un proyecto que además ha contado con un amplio apoyo institucional (Gobierno Vasco, Diputación Foral de Bizkaia, Museo de la Minería del País Vasco, Universidad del País Vasco, diversos ayuntamientos y alguna empresa pública).

2.4.1 El orden del discurso metodológico. Planificación del trabajo de campo y técnicas empleadas.

No es habitual en los trabajos de realización de inventarios arqueológicos determinar con detalle cuál ha sido el camino recorrido. Los profesionales solemos incidir, como es lógico, en los resultados finales que ponen en relevancia el número de yacimientos localizados, su valoración, etc. obviando en cierta manera las estrategias empleadas para afrontar el análisis de un territorio que a la postre serán las que determinen el resultado final.

Ante la ausencia de referentes metodológicos claros en el momento de plantear esta prospección arqueometalúrgica sobre todo el territorio vizcaíno, y tras la experiencia de los primeros años, publicamos el primer artículo (FRANCO, 2007) que hacía referencia a la necesidad de reflexionar sobre la teoría de prospección en vastas áreas montañosas del Cantábrico.

²³ Inventario General del Patrimonio Cultural Vasco, administrado por el Centro de Patrimonio Cultural de Gobierno Vasco

Para una mejor comprensión de nuestro discurso, vamos a referir brevemente a continuación²⁴ el **orden del discurso metodológico** que aborda cómo diseñar y organizar la prospección del territorio de Bizkaia mediante campañas de prospección anual y, cuáles son los pasos a dar hasta llegar a la redacción del informe técnico correspondiente

El trabajo se suele iniciar con la elección de dos áreas diferenciadas de prospección, una mayor y otra de menor extensión, elegidas siempre en base a esas delimitaciones naturales que son los macizos de montaña (Figura 14). La elección y agrupación de macizos a prospectar se establece en función de las fuentes documentales recabadas para cada zona de estudio, en función de la extensión, las dificultades del terreno y del propio yacimiento (accesibilidad, visibilidad y perceptibilidad), y naturalmente, de los recursos disponibles.

Se señalan a continuación los tipos de fuentes utilizados en cuanto a las labores de documentación previa:

- Fuentes Cartográficas: diversos mapas topográficos y geológicos.²⁵
- Fuentes históricas y arqueológicas: aquellas que puedan tener relación o mencionar algún dato interesante sobre la industria del hierro presente o pasada (mencionado en el capítulo anterior).



- Toponimia: La relación entre las ferrerías de monte y la toponimia en Bizkaia se ha manifestado más bien escasa como factor documental. De 163 ejemplos estudiados, tan solo 5 enclaves están relacionados con el topónimo “ola” (que se podría traducir

Figura 15. “Fuente del oro” Alonsotegi tiene asociados dos yacimientos arqueometalúrgicos.

²⁴ Descrito en detalle en el artículo de referencia “Nuevas propuestas de prospección arqueológica” (FRANCO, 2006).

²⁵ Mapas de la cartografía militar de España, escala 1:50.000. Mapa del Instituto Geográfico Nacional de España, escala 1:25.000. Mapa Geológico de España, escala 1:50.000. ed. 1973 del IGME. La “Guía de Bizkaia” completa cartografía en escala 1:20.000 de todo el Territorio Histórico, y Mapas de la Diputación Foral de Bizkaia, escala 1:5.000.

como ferrería, aunque parece estar más relacionado con las ferrerías hidráulicas)²⁶, 1 con “zepa”(escoria), y 4 con fuentes ferruginosas (Errekagorri y Fuente del oro por ejemplo Figura 15).

-
- Literatura gris y otras fuentes de la Administración: son fuentes que no por carecer en ocasiones de publicaciones específicas dejan de ser menos válidas para nuestros objetivos²⁷.

En cuanto a las dificultades del terreno y del propio yacimiento (accesibilidad, visibilidad y perceptibilidad):

- La accesibilidad. Para llegar a la zona de trabajo hemos usado la red de carreteras, caminos y pistas forestales siempre con ayuda de un todoterreno. La dificultad estriba en las abundantes parcelaciones del terreno existentes para la explotación agropecuaria o forestal.
- La visibilidad. Este factor es sin duda uno de los condicionantes de la prospección en Bizkaia debido a la ya mencionada vegetación predominante en este clima holohúmedo. En este contexto, es difícil que se produzcan hallazgos casuales o que se utilice una buena sistemática de prospección. En estos entornos, la arqueología clásica propone la posibilidad de inspeccionar tan solo los claros que ofrecen los desmontes forestales al crear pistas, vías de saca y aquellas áreas que no tengan vegetación abundante. Sin embargo, la experiencia adquirida por nuestro equipo nos induce a aprovechar la “*variabilidad estacional*” para poder prospectar zonas forestales en pleno invierno en ausencia de helechos y con un menor volumen de monte bajo. Los resultados, con un buen número de hallazgos en zonas a priori «oscuras», ponen de manifiesto la necesidad de desarrollar campañas de

²⁶ Algo similar se documenta en los estudios de toponimia de los escoriales de la zona de Zerain, Mutiloa, Gabiria, y Zegama. (UGARTE, y URTEAGA, 2014)

²⁷ Hemos de señalar que trabajar bajo el amparo del Museo de la Minería del País Vasco nos ha permitido, no solo usar la documentación propia del museo y el conocimiento de su personal, sino también documentarnos mediante departamentos afines a esta temática en la administración pública (tipo Dpto. de Minas de Gobierno Vasco, EVE (Ente Vasco de Energía) Sección Minería y Geología, o CENIM (Centro Nacional de Investigaciones Metalúrgicas), ligado al CSIC, por citar algunos).

prospección anuales en función de la visibilidad estacional (así, durante el verano y el otoño se revisarían los pastos libres en cotas altas y otros lugares de fácil acceso)²⁸.

- La perceptibilidad. No es excesivamente buena en general para este tipo de yacimientos. Son materiales (básicamente escorias, piedras de horno, arcillas y fragmentos de cerámica) que aparecen enterrados, y básicamente afloran en superficie las escorias resultantes del proceso de reducción del hierro en los hornos (aspecto que analizaremos en el siguiente capítulo).



Figura 16. Izda: Ferrería de monte de Artobilla 2 (Zarátamo) Ejemplo de visibilidad y perceptibilidad reducida en zonas boscosas. Dcha. Tras el desbroce y limpieza del escorial y rellano superior.

Una vez analizados todos factores anteriores, se decide el tipo de prospección a realizar y la metodología e intensidad adecuadas a las características del paisaje actual. Es decir, combinación entre prospección intensiva- extensiva, en áreas más pequeñas proclives a contener este tipo de yacimientos, y extensiva-selectiva, en otras de mayor extensión y menor probabilidad a priori de hallazgos.

En todos los casos la sistematización del terreno a trabajar se ha hecho primeramente en base a unidades grandes: macizos de montaña, que se dividen en sectores, más pequeños (ver Figura 17). A su vez, cada uno de esos posibles sectores tienen una cima central de referencia, girando en torno a la cual se va trabajando en orden de pequeño valle en

²⁸Este aspecto quizás ha sido uno de los factores que más han condicionado los resultados obtenidos (FRANCO, 2004). Sería impensable, según el estado de conocimientos en la actualidad, realizar una prospección de estas características tan sólo en los meses de verano, por ejemplo.

pequeño valle (es lo que denominamos “unidades simples de prospección”), así hasta completar el terreno propuesto²⁹.

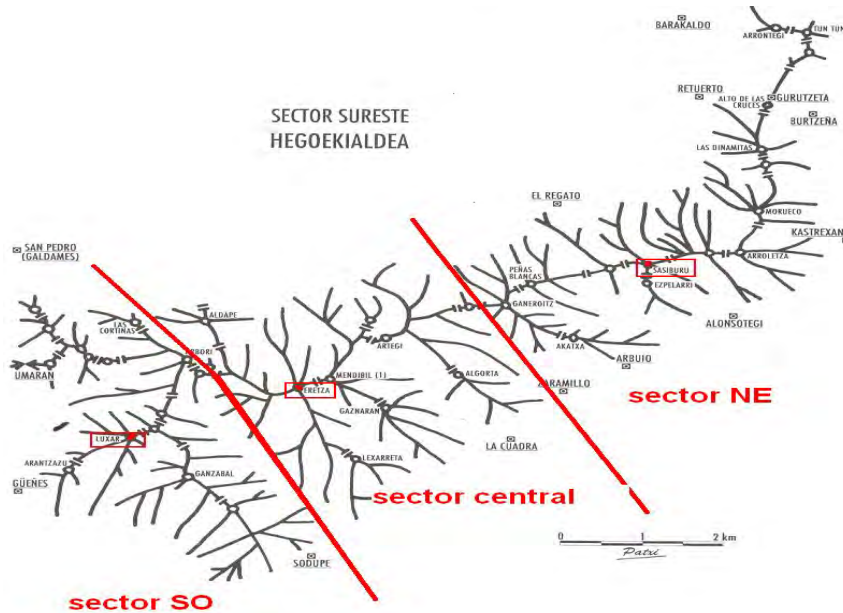


Figura 17. Mapa de cordales del sector SE de los montes de Galdames. El trabajo se estructura en torno a 3 sectores menores con sus puntos centrales de referencia. (Cimas de mayor altitud en torno a los cuales se gira trabajando de valle en valle). Fuente. GALÉ, P. 2000.

Y, posteriormente, se continúa con el trabajo de campo en sí, consistente en la prospección arqueológica de superficie y a la recogida de documentación oral sobre el terreno.

Finalmente, dicho trabajo de campo se completa con la documentación individual de los yacimientos localizados, mediante toma de coordenadas UTM con GPS, fotografía digital y demás datos necesarios para completar cada una de las fichas uniformizadas del inventario arqueológico o Catálogo Haizeola, obtenido del Centro de Patrimonio Cultural del Gobierno Vasco. En este catálogo se vuelcan los datos directamente sobre un SIG que administra el patrimonio arqueológico del País Vasco.

²⁹ Este sistema está publicado con detalle en el artículo de referencia “Nuevas propuestas de prospección arqueológica en la zona cantábrica. El caso de las ferrerías de monte de Bizkaia”(FRANCO, 2007)

Es lo que denominamos una **prospección a nivel semi-micro**, que nos aporta una definición de cada uno de los yacimientos localizados como lugares asociados a una actividad productiva del hierro en el pasado. Por último, en aquellos lugares donde existían dudas acerca de la entidad del escorial, los trabajos arqueológicos se han completado realizando las catas pertinentes.³⁰

Con posterioridad se procede al análisis de cada yacimiento. Aquí es necesario precisar un aspecto de método que se ha mostrado esencial y que ha condicionado la obtención de datos relevantes (más aún en zonas boscosas húmedas como la que nos ocupa). Nos estamos refiriendo a la necesidad de una limpieza efectiva de vegetación en cada uno de los yacimientos catalogados que se hallen ocultos por el monte bajo, o al menos de todo aquello que queremos delimitar dentro de ellos. Se trata evidentemente de una labor ingente pero que hemos considerado imprescindible para poder determinar con propiedad las características intrínsecas de cada ferrería de monte en Bizkaia. Esta técnica elemental de trabajo, que se ha obviado en algunos inventarios arqueológicos³¹, nos ha ayudado a recuperar muchos más datos sobre el escorial en cuestión y más materiales arqueológicos en superficie. En base a esta necesaria y ardua labor previa se asientan los datos de la mayoría de las fichas del Catálogo Haizeola que se entrega en el Anexo digital.

³⁰ La toma de datos y documentación a nivel del yacimiento será desarrollada en el siguiente capítulo.

³¹ Ciertamente, trabajar en bosques de clima atlántico no es fácil por el esfuerzo que implica desbrozar una vegetación continua. Por desgracia, sigue siendo habitual encontrar inventarios arqueológicos que omiten estas labores imprescindibles para un óptimo registro. Este es el caso de los escoriales catalogados en la zona de Legazpi, Gabiria, Mutiloa, Zerain, Segura y Zegama (Gipuzkoa), donde se habla de 76 escoriales catalogados con suficiencia, de los cuáles solo se conoce la extensión de 32 gracias a las labores de limpieza y desbroce... (además de estos 76, se incluyen en el mismo inventario otros 48 casos de los que se reconoce que no hay datos suficientes “por haber desaparecido parte del escorial o prácticamente al completo”) (UGARTE y URTEAGA, 2014)

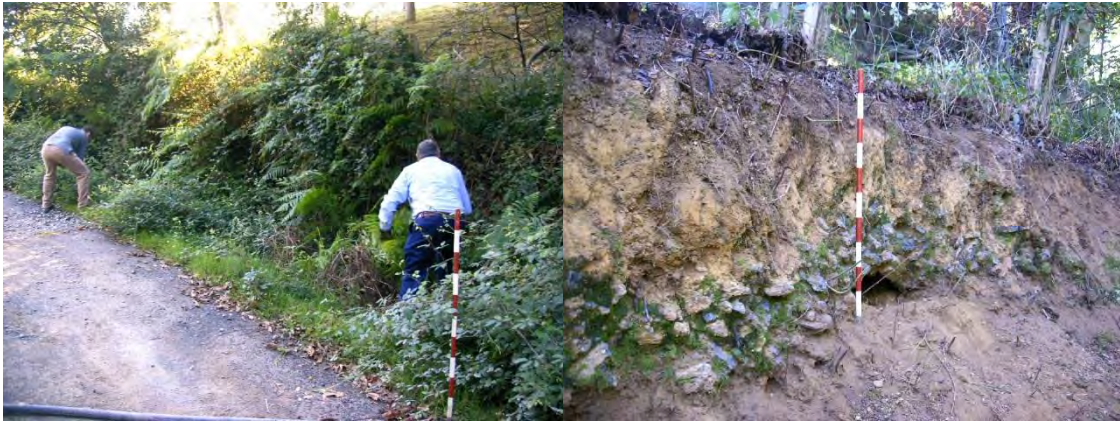


Figura 18. Izda. Labores de desbroce y limpieza en el esgorial El Somo 1 (Alonsotegi). Dcha. Vista del corte del pequeño esgorial listo para su catalogación y documentación.

2.4.2 Periodización de las campañas de prospección en Bizkaia

FASES	CAMPAÑA	METODOLOGÍA PROSPECCIÓN	EXTENSIÓN
Fase 1	2002	Combinación intensiva - extensiva	1 macizo de montaña (52 km ²)
	2003	Combinación intensiva - extensiva	1 macizo de montaña (80 km ²)
Fase 2	2004	2 zonas: intensiva / extensiva-selectiva	4 macizos (240 km ²)
	2005	2 zonas: intensiva/ extensiva-selectiva	6 macizos (298 km ²)
	2006	2 zonas: intensiva / extensiva-selectiva	5 macizos (332 km ²)
	2007	2 zonas: intensiva / extensiva-selectiva	3 macizos (294 km ²)
Fase 3	2009	Combinación total extensiva-selectiva	11 macizos (452 km ²)
	2010	Combinación total extensiva - selectiva	11 macizos (464 km ²)

Tabla 1. Cronograma total del proyecto y técnicas de prospección utilizadas..

El mismo sistema de trabajo que acabamos de referir se ha repetido durante siete campañas de prospección para dar cobertura a todo el territorio vizcaíno. Conscientes de que con frecuencia lo más sencillo es lo que mejores resultados proporciona, se ha utilizado una metodología abierta, coherente, eficaz y sencilla de aplicar, capaz de adaptar la intensidad del trabajo dentro de una misma zona, incluso con posterioridad a la planificación teórica previa (FRANCO, 2010).

En términos metodológicos globales, el proyecto se ha desarrollado a través de tres fases diferentes (ver Tabla 1). Durante los primeros años (primera y segunda fase) prevaleció un sistema de trabajo que combinaba técnicas de prospección de carácter extensivo e intensivo, teniendo en cuenta que era preciso valorar la potencialidad del territorio y definir con precisión los criterios de identificación de los yacimientos. En la tercera fase, gracias a la experiencia acumulada durante los primeros años³², se combinaron las técnicas anteriores con prospecciones de tipo selectivo. Esta combinación entre prospección intensiva-extensiva (en áreas más pequeñas proclives a contener este tipo de yacimientos) y extensiva-selectiva (en otras de mayor extensión y menor probabilidad a priori de hallazgos) ha supuesto la cobertura máxima posible al territorio y una sistematización del mismo en función de planteamientos bien definidos de antemano.

2.5 La batalla de los indicadores de prospección

De cara a obtener buenos resultados, es importante también cuidar la especialización y formación del equipo de prospección, tanto para atender a las características esenciales del yacimiento arqueometalúrgico, como al entorno paisajístico o natural que se va a tener que trabajar. En nuestro caso, hablamos de lugares de producción generalmente aislados en un entorno montañoso, si bien es importante reseñar que estos yacimientos han sido buscados a lo largo de todo el territorio.

³² Por último, a partir del 2009 el conocimiento más detallado de los indicadores arqueológicos y de la naturaleza de los yacimientos ha permitido simplificar los procesos de trabajo, optimizando el trabajo de campo a partir de intervenciones selectivas.

Los restos de estos talleres de producción son consecuencia de una actividad económica especializada y por lo tanto los depósitos tienen un carácter también más especializado y menos diversificado que los contextos por ejemplo puramente habitacionales (GARCIA SANJUAN, 2005; HUMPHRIES, y REHREN, 2014). Ciertamente, la presencia de estos talleres artesanales ha dejado una huella imborrable en nuestro paisaje fácilmente detectable en términos arqueológicos (FRANCOVICH, 1993). Son los denominados **escoriales**. Estos restos, permanecen hoy día como “fósiles” ciertamente erosionados en su potencial documental por las alteraciones sufridas (FRANCO, ETXEZARRAGA y ALBERDI, 2017) que analizaremos en el próximo capítulo.



Figura 19. . Detalle del escorial del yacimiento de Lingorta (Alonsotegi). Se aprecia la mezcla de escorias con tierras carbonosas y restos de las arcillas de las paredes de los hornos de reducción.

La asociación popular entre escoriales y las ferrerías de monte es tan habitual que como hemos mencionado suelen usarse indistintamente para referirse a este tipo de restos arqueológicos. En este sentido, hemos de constatar que la investigación arqueológica realizada en Bizkaia hasta el momento, viene a confirmar la asociación directa que existe entre los escoriales y las ferrerías de monte que los produjeron. Es decir, la prospección primero del territorio y la excavación después de alguno de estos yacimientos, viene a constatar la verdadera entidad histórica que se escondía no tanto “bajo” sino “junto” a estos escoriales. Se trata en definitiva, de un taller de producción de hierro prehidráulico cuyo horno u hornos de reducción en funcionamiento reiterado provoca estos acúmulos de residuos asociados (FRANCO *et al.*, 20014).

De cara a las labores de prospección, estos escoriales son perceptibles en superficie en muchas ocasiones mediante inspección visual. En ellos, además de las escorias, vienen integrados también en pequeña medida algunos restos de los hornos de reducción (piedras areniscas utilizados para su construcción, junto con algún pequeño fragmento de las paredes de arcilla) y tierras carbonosas.

En todo caso, si se pudiera hablar en modo figurado de un “fósil guía” para rastrear las antiguas ferrerías de monte en superficie, este sería sin duda la escoria. De hecho, estos excedentes del proceso de producción del hierro prehidráulico son en muchas ocasiones por su abundancia y vistosidad (por sus formas y brillo metálico), los verdaderos protagonistas de estos yacimientos y el indicador principal para localizar las ferrerías de monte.



Figura 20. Escorias globulosas o de sangrado. Indicador principal para localizar este tipo de hornos.

Tal es así que cuando comenzamos nuestro trabajo de prospección con catas en el año 2002 seguimos en primer lugar la pista de los dos únicos indicadores que hace 150 años ya había señalado el precursor de la arqueología minera Louis Laurent Simonin: las **escorias de hierro** y los **restos de hornos** asociadas a estas. Este ingeniero y periodista francés que estudió la explotación de las minas y la siderurgia en la Antigüedad y Edad Media en la Toscana, diseñó una metodología “*que podrían asumir los estudiosos contemporáneos sin grandes modificaciones?*”, en palabras de Francovich (FRANCOVICH, R. 2008) buscando los primitivos talleres metalúrgicos tras estas únicas pistas.

Es evidente que el éxito en prospección depende de la cantidad y calidad de los indicadores que manejamos. Por este motivo, uno de los objetivos básicos en nuestro proyecto de investigación consistía en aportar el mayor número de indicadores posibles para el hallazgo de nuevos restos de ferrerías de monte.

Así, tras las escorias y restos de hornos, poco tiempo después se incorporó al trabajo de campo un tercer indicador basado en el reconocimiento en superficie de diferentes tipos de **mineral de hierro** existentes en Bizkaia que podían ser utilizados potencialmente en los hornos de reducción. Nos referimos principalmente a los siguientes:



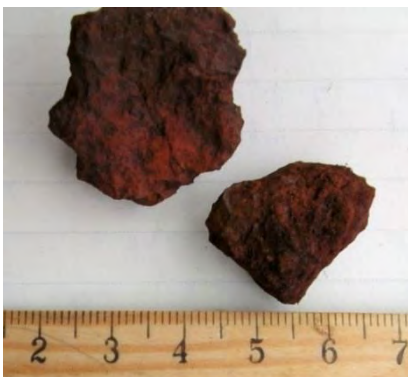
- La **hematites roja u oligisto** (Fe_2O_3). Óxido de hierro de color rojo anaranjado cuya ley en hierro es hasta del 70% y su raya es roja.

Figura 21. Óxidos de hierro (hematites roja), “mineral guía” usado en las haizeolak vizcaínas. Yacimiento de Saukutza 3, Bedia (S. XI d. C.). Fuente propia.



- La **goethita** (FeO_2H). Hidróxido de hierro. Es de color negro y posee entre un 60 - 70 % de ley en hierro. Cristaliza habitualmente como una masa llena de bultos esferoides.

Figura 22. Goetita melonera, La Arboleda, (Trapagaran), Bizkaia.



- La **limonita** ($\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$). Su color es amarillo o pardo negruzco y su raya es parda o amarillenta. Algunos autores la consideran como una roca formada por minerales de hierro hidratados y arcillas. Su ley es del 55 % aproximadamente.

Figura 23. Limonita, monte Hierro, (Gordexola) Bizkaia.

De los minerales de hierro vizcaíno habituales aún en el paisaje, habría que desestimar el uso del carbonato de hierro o siderita (FeCO_3) en las ferrerías de monte debido su baja ley de hierro, cercana al 48 %.

Mediante la prospección, podemos identificar los diferentes minerales de hierro sobre el terreno de un modo sencillo según sus características físicas: forma, color y capacidad de dejar mancha.



Figura 24. Cómo se pueden identificar los minerales de hierro de Bizkaia. Fuente: web.euskadi.eus

Posteriormente se definió un cuarto indicador, la existencia de ***cursos de agua***, pues se constató la estrecha relación que existía entre la ubicación de las ferrerías de monte respecto a la localización de los mismos. De hecho se pudo verificar que más del 90 % de las haizeolak localizadas se hallaban en proximidad de los cursos de agua, en un radio inferior a los 100 m. de distancia. (FRANCO, 2008). De ahí deriva su importancia, y la existencia de una metodología de prospección específica de arroyos implementada por nuestro equipo en Bizkaia, metodología denominada *prospección de aportes de arroyos*, que se ha demostrado como una buena herramienta para la identificación de yacimientos arqueometalúrgicos en zonas de montaña difícilmente accesibles³³

³³. Este concepto, importado desde la vertiente geológica de nuestro colectivo de investigación, se refiere a la «lectura» mediante inspección visual o cribado de los materiales que discurren y se depositan en los arroyos gracias al trabajo que realizan en el medio natural la erosión. Gracias a la experiencia en este tipo de lecturas, se han podido identificar aportes de zonas superiores (de minerales de hierro potencialmente útiles para las ferrerías de monte, o bien escorias de estos antiguos talleres) en zonas bastante impenetrables, que nos han forzado a realizar una dificultosa búsqueda de yacimientos con numerosos casos de buenos resultados bajo la cobertura vegetal (FRANCO, J. 2008).

Finalmente, a partir de la experiencia acumulada en los primeros años, fue posible definir el quinto y último indicador de prospección que nos permitiría determinar las características de un “*yacimiento tipo*”: la ubicación en zonas montañosas aisladas en las que se aprovechan los pequeños rellanos que existen en las laderas para colocar el taller; restos enterrados con forma tumular de tamaño variable, etc.³⁴

Gracias a estas cinco herramientas de búsqueda mencionadas hemos podido ser mucho más precisos en la identificación de los antiguos sitios de producción. Incluso podemos afirmar que la metodología implementada en Bizkaia y la experiencia adquirida hasta el momento nos han permitido trabajar en nuestro paisaje actual de manera eficiente en la localización de las antiguas ferrerías de monte, optimizando así los recursos humanos y económicos a emplear.

³⁴ Acerca de las características del yacimiento tipo hablaremos más extensamente en el próximo capítulo sobre los resultados territoriales.

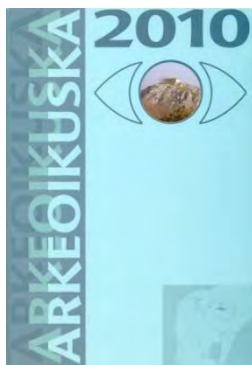
2.6 Publicaciones

Este **capítulo 1** se corresponde parcialmente con las siguientes publicaciones:



2007

FRANCO, F.J. Nuevas propuestas de prospección arqueológica en la región cantábrica: el caso de las ferrerías de monte de Bizkaia, *Territorio, Sociedad y Poder*, nº2, Ed. Trea, Oviedo.



2011

FRANCO, F.J. Tras las huellas de los primeros ferrones. Estudio, protección y valorización del patrimonio paleosiderúrgico en Bizkaia. *Arkeoikuska 2010*, Vitoria-Gasteiz. (Artículo inaugural de la publicación)

2015

FRANCO, F.J.; ETXEZARRAGA, I. y ALBERDI, X. Los orígenes de la tecnología del hierro en el País Vasco: ferrerías de monte o haizeolak. I Coloquio de arqueología experimental del hierro y Paleosiderurgia. *Kobie Serie Paleoantropología*, 2015. Bilbao.

2.7 Bibliografía del capítulo 2

ADAN DE YARZA, M. 1913. La repoblación forestal en el País Vasco. Imprenta de la provincia. San Sebastián,

AMADO, X. *et al.*, 2002 Especificaciones para una Gestión del Impacto desde la Arqueología del Paisaje. En Tapa 26, Universidad de Santiago de Compostela.

ARAGÓN, A. 1995. La importancia de la madera en la tecnología medieval en Gipuzkoa. En Actas de las I Jornadas sobre Minería y Tecnología en la Edad Media Peninsular, Sociedad Española de Estudios medievales, León.

ARAGÓN, A. 2009. Retroceso forestal, desamortizaciones y atraso tecnológico en la industria guipuzcoana del hierro durante el Antiguo Régimen, *Obradoiro de Historia Moderna*, n.18.

ARAGÓN, A. 2011. La evolución del hábitat y el poblamiento en el País Vasco durante las Edades Media y Moderna, *Domitia*. En *Revue du Centre Recherches Historiques sur les Sociétés Méditerranéennes*, 12

BASTERRETXEA, A. 1990. Datos para el estudio de las comunicaciones en Bizkaia durante la época romana. En Simposio sobre la red viaria en la Hispania romana *Institución Fernando el Católico*, Zaragoza.

BASTERRETXEA, Amaia. 1990. Las vías de comunicación en Bizkaia, en *Ibaiak eta Haranak* n° 4 Ed. ETOR, Donostia,

BURILLO, F. 1996. Prospección arqueológica y geoarqueología”. En *Arqueología espacial*, 15. Teruel,

BURILLO, F. y PEÑA, J.L. 1984 Modificaciones por factores geomorfológicos en el tamaño y ubicación de los asentamientos primitivos. En *Arqueología espacial*, 1. Teruel.

CRIADO, F. 1991. Arqueología del paisaje. El área Bocelo-Furelos en los tiempos paleolíticos y medievales, en *Arqueología/Investigación* 6. Santiago de Compostela.

DE GORTAZAR R., CASTELLS, J. 1953. Estudio y reconocimiento del criadero de Vizcaya y Santander. Informes sobre la zona sur y la zona de Bodovalle. Instituto del Hierro y el Acero. Año 6, 4.

E.V.E. 1992-93. “Cartografía y memorias de las 74 hojas a escala 1:25.000 que componen el territorio del País Vasco”.

E.V.E. 2003. “Mapa Geológico del País Vasco a escala 1:25.000”. Versión digital (CD-ROM).

E.V.E. 2003. “Mapa Geológico del País Vasco a escala 1:100.000”. Versión digital (CD-ROM).

E.V.E.-I.T.G.E. 1991. “Mapa Geológico del País Vasco a escala 1:200.000”

FERNÁNDEZ, V. y RUIZ ZAPATERO, G. 1984.El análisis de territorios arqueológicos: una introducción crítica. En *Arqueología Espacial*. Teruel,

FRANCO, F.J. 2008.Ferrerías de monte en los macizos de Ganekogorta, Beraskola y Oiz (Alonsotegi, Bilbao), *Arkeoikuska* 2007, Vitoria-Gasteiz.

FRANCO, F.J. *et al.*, 2014.Ferrerías de monte Callejaverde y Peñas Negras. Nueva tipología de horno plenomedieval y metodologías aplicadas a su estudio, *Kobie, Anejos 13, I Coloquio de Arqueología Experimental del Hierro y Paleosiderurgia*,

FRANCO, F.J. y GENER, M. 2017.Early ironwork in Biscay: Survey, excavation, experimentation and materials characterization. An integral study of the mountainside ironworks. (ferrerías de monte or “haizeolak”). En *Materials and Manufacturing Processes*, Taylor & Francis, London.

FRANCOVICH, R. 2008. La arqueología medieval: entre la historia y la gestión del patrimonio. Ed. Universidad de Granada,

GALÉ, P. 2000.Catálogo de cimas de Bizkaia. 1ª ed. Bilbao,

GARCÍA CAMINO, I. 2002.Arqueología y poblamiento en Bizkaia, siglos VI-XII: la configuración de la sociedad feudal. Diputación Foral de Bizkaia, Dpto. Cultura. Bilbao,

GARCIA CAMINO, I. 2006. Origen y consolidación de la sociedad feudal en el País Vasco. En Historia del País Vasco, Edad Media (siglos V-XV) Coord. P. Barruso y J.A. Lema. Ed. Hiria, Donostia,

GARCIA SANJUAN, L. Introducción al reconocimiento y análisis arqueológico del territorio. Ed. Ariel. Barcelona, 2005.

GASSIOT, E. *et al.*, 2014. La alta montaña durante la Prehistoria: 10 años de investigación en el Pirineo catalán occidental. Trabajos de Prehistoria 71,

GASSIOT, E. *et al.*, 2016. Surface surveying in high mountain áreas, is it posible? Some methodological considerations. En Quaternary International 402.

GENER, M. *et al.*, 2016. Estudio metalúrgico de las armas ibéricas halladas en el Valle del Jutia (Nerpio-Yeste, Albacete). Trabajo, armamento, ritual y comunidades de montaña. En Gladius, 36,

GIL, P.P. 1991. Las mineralizaciones de hierro en el anticlinal de Bilbao: mineralogía, geoquímica y metalogénia. Universidad del País Vasco. 2 Vol. Tesis Doctoral.

GIL, E. 2002. De bestias Míticas y montañas infranqueables... El largo proceso de ocupación de un territorio (desde la Prehistoria al final del mundo romano). En de Túbal a Aitor. Historia de Vasconia. Iñaki Bazán (dir.). Ed. Esfera, Madrid,

GOERLICH. F. y CANTARINO, M. 2010. Rugosidad del terreno. Una característica del paisaje muy poco estudiada. Documentos de trabajo, 10. Fundación BBVA,

HERRERO, J.M. 1989 Las mineralizaciones de Zn, Pb, F en el sector occidental de Vizcaya: mineralogía, geoquímica y metalogénia. Tesis doctoral. Universidad del País Vasco.

HERRERO, J.M. y VELASCO, F. 1985. Rasgos geológicos y metalogénicos del extremo oeste de la cadena pirenaica. En: Yacimientos de Zn, Fe y Mg asociados a rocas carbonatadas en la región Vasco-Cantábrica. II Reunión AEGYM. Reocín, Gallarta, Eugui,

HUMPHRIS, J & REHEN, T. 2014. Iron production and the Kingdom of Kush: an introduction to UCL Qatar's research in Sudan. A. Lohwasser & P. Wolf (Hrsg): Ein Forscherleben zwischen den Welten. Sonderheft MittSAG, Berlin,

HUNT, M. 1996. Prospección arqueológica de carácter metalúrgico y minero: fuentes y restos. *Acontia, Revista de arqueología*, 2,

MONTERO, 2014. *Los metales en la Antigüedad*. Ed. CSIC. Madrid,

OREJAS, A. 1995. *Del marco geográfico a la Arqueología del Paisaje. La aportación de la fotografía aérea*. Monografías CSIC, Madrid.

OREJAS, A. *et al.*, 2002. Los registros del paisaje en la investigación arqueológica. *AEspA* 75.

ORTIZ DE URBINA, E. 2006. *Actividad económica*. En *Historia del País Vasco, Edad Media (siglos V-XV)* Coord. P. Barruso y J.A. Lema. Ed. Hiria, Donostia,

PALET, J.M. 2005 *Estudi i revalorització dels paisatges culturals d'alta muntanya: els projectes Vall del Madriu (Andorra) i la Vansaserra del Cadí (Alt Urgell)*. En *Annals 2004-2005*.

RUIZ ZAPATERO, G. y BURILLO, F. 1988. *Metodología para la investigación en arqueología territorial*, en *Munibe*, 6. San Sebastián,

RUIZ ZAPATERO, G. 1993. *Procesos postdeposicionales*, en *Arqueología espacial* ,18. Teruel,

RUIZ ZAPATERO, G. 2004. *La prospección arqueológica en los inicios del S XXI*, en *Arqueología espacial* ,24-25. Teruel,

SÁNCHEZ, P. 2010. *Las dimensiones del paisaje en Arqueología*. *Munibe*, nº61, San Sebastián.

SAN JOSÉ, S. 2005. *Los inicios de la metalurgia del hierro en la protohistoria de Gipuzkoa*, *Actas del I Congreso Internacional de Paleosiderurgia*. Donostia,

URIARTE, A y URIARTE M.J. 2003. *Explotación forestal y Patrimonio arqueológico. El caso del País Vasco*. En *Ecosistemas: Revista científica y técnica de ecología y medio ambiente*. Vol. 12, Nº. 1,

URTEAGA, M. 1988. Arqueología de la producción del hierro en Guipúzcoa. Antecedentes. Época medieval y postmedieval. Tesis doctoral inédita, Universidad de Valladolid.

VERA, J.A. 2004. Geología de España. Sociedad Geológica de España (SGE) e Instituto Geológico y Minero de España (IGME). Madrid.

CAPÍTULO 3

Del lugar al territorio

Catálogo de yacimientos e interrelaciones

Capítulo 3.

Del lugar al territorio

Catálogo de yacimientos e interrelaciones

SUMARIO: 3.1. Introducción. 3.2. La creación del catálogo Haizeola: algo más que un simple inventario. 3.2.1. Resultados cuantitativos. Un nuevo mapa para una antigua tecnología. 3.3. Análisis y estudio de las ferrerías de monde. Una valoración de conjunto. 3.3.1. La definición del “yacimiento tipo” en Bizkaia y otros factores de localización. 3.3.2. Vínculos entre el trabajo estacional y el desarrollo del artesanado. 3.3.3. Sobre la relación de los talleres de producción con los caminos tradicionales. 3.3.4. ¿Haizeola? El fin de una leyenda. 3.3.5. Un patrimonio en peligro Factores postdeposicionales. 3.4. Conclusiones. 3.5. Publicaciones. 3.6. Bibliografía del Capítulo 3.

3.1 Introducción

En este capítulo se van a exponer los resultados que ha proporcionado la aplicación de la metodología definida en el capítulo anterior al reconocimiento y análisis arqueológico de los restos de ferrerías de monte en el territorio vizcaíno. El trabajo llevado a cabo nos ha permitido conocer “un poco de muchos” asentamientos relacionados con la antigua producción manual del hierro a lo largo del territorio. Las relaciones que se pueden establecer entre las diferentes ubicaciones, analizadas desde un punto de vista multidisciplinar, nos han ayudado a comprender muchas cuestiones específicas sobre la ocupación de aquel espacio, la evolución tecnológica de nuestra sociedad en el pasado y los modos de vida de aquellos primitivos artesanos del hierro.

Asimismo, la labor sistemática de documentación y prospección del territorio ha permitido la obtención de un mapa de distribución que refleja el alcance que tuvo la industria metalúrgica en Bizkaia, muy superior al que se conocía con anterioridad, y que muestra unos patrones de asentamiento determinados.

El estudio comparativo de los asentamientos localizados en el mismo territorio nos ha permitido realizar una valoración de conjunto, circunstancia que ha hecho posible reconocer por ejemplo, algunas singularidades funcionales y características morfológicas y topográficas del “yacimiento tipo” de una ferrería de monte en Bizkaia; continuaremos con alguna característica determinada del trabajo ferrón que hemos inferido mediante la prospección; y acabaremos reflexionando sobre la fragilidad de este registro arqueológico condicionado por las dinámicas humanas y naturales que afectan y han afectado al paisaje vizcaíno a lo largo de los siglos.

3.2 La creación del Catálogo Haizeola: algo más que un simple inventario

Uno de los hechos diferenciales del proyecto de investigación sobre las ferrerías de monte o haizeolak de Bizkaia estriba en que quizás sea la primera aproximación al estudio de este registro arqueológico realizado gracias a los resultados proporcionados por siete campañas de prospección. Esta herramienta “macro” de análisis del territorio nos ha posibilitado conocer el estado de conservación, características generales y perspectivas de decenas de yacimientos catalogables (además de todos aquellos restos de escoriales que localizamos pero desestimamos por hallarse totalmente descontextualizados hoy día³⁵).

³⁵ Hemos observado restos de escorias hoy día descontextualizados hallados en comarcas con un paisaje densamente humanizado como por ejemplo Portugaleta (comarca del Gran Bilbao) donde el avance de la industria hizo desaparecer la ferrería de monte del lugar conocido en la documentación escrita como “el Escorial”(1682)(RAMOS, 2003) que existía extramuros de la villa medieval. Hubiera sido la instalación de este tipo más próxima al mar del País Vasco una vez conocidos los datos de la prospección de las ferrerías de monte en todo el territorio del País Vasco. (FRANCO, ETXEZARRAGA, y ALBERDI, 2017; en prensa “En Ballonti hubo ferrerías”. DEIA 01-10-2013).



Figura 25. Dispersión de los prospectores en una zona despejada de prospección intensiva en los Montes de Galdames (año 2005).

El trabajo sistemático de prospección con catas ha logrado sentar unas bases sólidas para el mejor conocimiento de la entidad patrimonial de las ferrerías de monte de Bizkaia, llegando a considerar el paisaje como un elemento activo (GASSIOT *et al.*, 2016) en la evolución histórica del trabajo del hierro, que se puede rastrear además de un modo efectivo.

En el capítulo anterior se ha descrito con detalle el conjunto de métodos, procedimientos y técnicas utilizadas para reconocer el terreno y obtener nuevos datos sobre la ocupación del territorio vizcaíno en la Antigüedad y Edad Media. El fin último sería elaborar el inventario de ferrerías de monte de Bizkaia, cuya base de datos es el denominado Catálogo Haizeola³⁶. Este catálogo consta de un conjunto de fichas que describen individualmente y de forma ordenada, una serie de elementos arqueológicos relacionados entre sí pertenecientes a las haizeolak localizadas en Bizkaia. Cada uno de estos yacimientos tiene un número de inventario y se ha entregado, junto con su valoración del resto de campos y fotos correspondientes, en un formato compatible para incluirse en el SIG que administra el Centro de Patrimonio Cultural del Gobierno Vasco en Vitoria Gasteiz (véase la ficha que se adjunta a continuación, Figura 26).

La creación del Catálogo Haizeola ha constituido en cierto sentido la culminación lógica del proceso de reconocimiento arqueológico del territorio vizcaíno, en lo que a ferrerías de

³⁶ El objetivo final sería que las propuestas de este inventario quedasen integradas en el Registro de Bienes Culturales Calificados y del Inventario General del Patrimonio Cultural Vasco -BOPV nº 203 22 de octubre de 1999-.

monte se refiere, y contaba con un doble objetivo: por una parte, la localización del mayor número posible de restos de antiguos talleres ferrones a lo largo del territorio, con el fin de intentar dilucidar al mismo tiempo la entidad histórica que se escondía debajo de unos escoriales que se hallaban en franco peligro tanto por su escasa perceptibilidad, como por ser ampliamente desconocidos por la población en general³⁷; por otra, que dicho catálogo supusiera para la Administración Pública Vasca una herramienta de gestión para un tipo de patrimonio arqueológico ciertamente vulnerable (es imposible proteger lo que se desconoce).

³⁷ Cuando comenzamos nuestro proyecto en el año 2002, a pesar de los avances obtenidos hasta el momento (PEREDA, 1997; GORROTXATEGI, y YARRITU, 1984) hemos de reconocer que el grado de desconocimiento sobre fenómeno paleosiderúrgico en Bizkaia era grande, conllevando aún multitud de mitologías e incógnitas asociadas. Por este motivo, desde que comenzamos, apostamos por el potencial de la prospección arqueológica, desarrollando un planteamiento específico para un territorio concreto, Bizkaia, y un tipo de yacimiento concreto, las haizeolak.

FICHA CATÁLOGO HAIZEOLA

DENOMINACIÓN	MUNICIPIO	OTRA DENOMINACIÓN	
EL PESO 1	Arcetales	NO	
FICHA NÚMERO TERRITORIO	COMARCA	BARRIO-ENTIDAD	
146 Bizkaia	Encartaciones	El Peso	
HOJA UTM	COORDENADAS - X	COORDENADAS - Y	COORDENADAS - Z ARCHIVO PLANOS
	480474	4787935	221
ARCHIVO FOTOGRAFICO	TIPO GENERAL	TIPO ESPECIFICO	
	Preindustrial	Ferrería de monte	
PERIODO GENERAL			
Romano - Edad Media			
LOCALIZACIÓN			
Desde la parada de autobús que hay en el barrio del Peso en la calle a Tras los Heros, bajamos por un camino y a 60 m. se entra en una campa a la izda. Descendemos hacia una cabaña y arroyo tras el cual se haya el gran escorial			
DESCRIPCIÓN ACTUAL			
Escorial de grandes dimensiones que tiene 100 m. de longitud en su perímetro exterior, forma de media luna con alineación N-S y una anchura variable entre 10 y 25 m. Ubicado en una pradera de pasto y con un viejo castaño en en el extremo S del escorial.			
VALORACIÓN			
El uso como pastizal ha favorecido la conservación del gran escorial en el fondo de este valle. Su pendiente media se halla entre el 18 y 35 % hacia la margen izda del arroyo.			
PROTECCIÓN ACTUAL	PROTECCIÓN PROPUESTA	PROPIEDAD	
Ninguna	Inventariable	Particulares	
MEDIO SOCIOECONOMICO	USO ORIGINAL	USO ACTUAL	
Estable	Preindustrial	Ganadería	
INTERVENCIÓN	PERSPECTIVAS ARQUEOLOGICAS	ANTE QUEM	
J. Franco. Prospección con catas 2009	Buenas		
BIBLIOGRAFIA			
CAUSAS DETERIORO			
Labores agropecuarias			
DOCUMENTACIÓN ARQUEOLOGICA			
Gran escorial de unos 100 m de longitud. En superficie hallamos escorias de diverso calibre, fragmentos de mineral (vena) y areniscas. Además de un franmento de cerámica común.			
DOCUMENTACIÓN ORAL	FECHA INVENTARIO		
Abelardo Llaguno	2009		

Figura 26. Modelo de ficha del Catálogo Haizeola.



Figura 27. Fotografía del yacimiento del Peso 1 (Arcentales), la línea de contorno rojo señala las dimensiones actuales del escorial que se ha vertido hacia la pendiente del arroyo. El taller ferrón se hallaría en el rellano superior rallado.

Cabe mencionar en este punto que el apoyo de la administración pública es habitual y fundamental en este tipo de proyectos. En nuestro caso, desde el ámbito público lo realizó básicamente Gobierno Vasco y Diputación Foral de Bizkaia (FRANCO, 2010), porque de ellos dependía directamente el diseño de políticas de gestión y protección de del patrimonio arqueológico vasco y vizcaíno

Gracias a la elaboración de este inventario y como consecuencia del análisis de los datos recogidos mediante la prospección sistemática³⁸, se ha podido efectuar un análisis territorial del trabajo artesanal del hierro dentro de las antiguas comunidades rurales vizcaínas. La interpretación de dichos datos nos aporta, como veremos a continuación, la adecuada dimensión cuantitativa primero, e interesantes datos cualitativos después, de este fenómeno paleosiderúrgico en Bizkaia.

³⁸ Usada no como sinónimo de prospección intensiva, sino como un método global que se ajusta a un sistema determinado de trabajo (GARCÍA SAN JUAN, 2005).

3.2.1 Resultados cuantitativos. Un nuevo mapa para una antigua tecnología

Tras llevar a cabo el reconocimiento del terreno, la imagen territorial de la tecnología del hierro prehidráulico en Bizkaia que teníamos se ha transformado radicalmente. En la década de los ochenta se conocían treinta y un yacimientos inventariados (GORROTXATEGI y YARRITU, 1984); en el año 2000, gracias a Aitor Uriarte (a la postre técnico medioambiental de nuestro Equipo de Arqueología del Museo de la Minería del País Vasco) se amplía a cuarenta y nueve, tras la publicación de su interesante obra divulgativa: “Las haizeolak en Bizkaia: antiguas ferrerías de montaña de los Montes de Triano o de Galdames” (URIARTE, 2000). En esta obra se recoge también un censo de aquellos sitios de producción conocidos en estos montes.

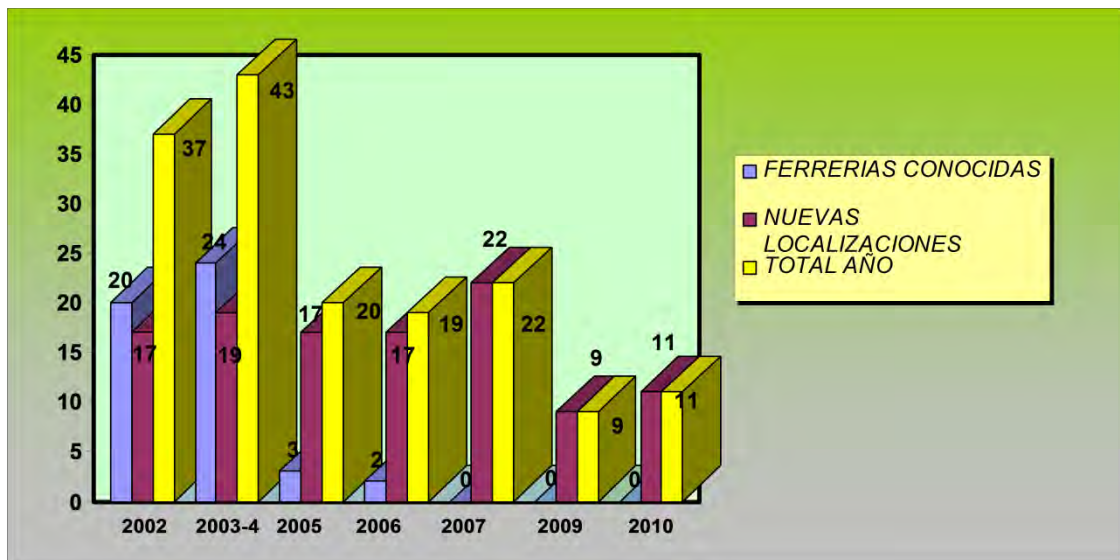


Figura 28. Número de ferrerías identificadas en cada campaña de prospección en relación con el número de yacimientos conocidos en la zona con anterioridad.

Tras nuestra intervención, el número de yacimientos aumentó considerablemente (ver Figura 28), llegando a los 163 yacimientos catalogados para Gobierno Vasco en 2010, y a los 170 en 2014 (FRANCO, 2014)

Gracias al conocimiento de un importante conjunto de yacimientos, se ha incrementado notablemente la imagen de la paleosiderurgia prehidráulica en este territorio a lo largo de

un periodo aproximado de unos 1.000 años (comprendido por el momento entre el S. III d. C. y el S. XIII–XIV d. C.³⁹ según las dataciones efectuadas). Aunque este periodo de vigencia tecnológica se podría ampliar según los registros e indicios que manejamos en el País Vasco a un periodo de unos 2.000 años de producción de hierro en ferrerías de montaña, periodo que comprendería desde la segunda Edad de Hierro (PEÑALVER y SAN JOSE, 2003) hasta la época bajomedieval, y que entraría en progresivo declive con la llegada de las primeras ferrerías hidráulicas al territorio, que comenzaron a asentarse junto a los cauces de los ríos en el S. XIII (FERNÁNDEZ, 2011). No obstante, gracias a los datos disponibles actualmente, se piensa que ambas tecnologías coexistieron aún durante algún tiempo.⁴⁰

La nueva imagen que nos proporciona el redescubrimiento de aquella antigua tecnología manual del hierro en Bizkaia la presentamos en el siguiente mapa:

³⁹ Las dataciones radiocarbónicas realizadas en el curso de esta investigación a las que se refiere esta cronología, se tratarán con mayor detalle en el Capítulo 4 dedicado al marco cronológico y cultura material.

⁴⁰ Existen dataciones radiocarbónicas realizadas por nuestra investigación, que colocan por el momento a las ferrerías de monte de Biriguera 1 (Bizkaia) y Olazar 3 (Gipuzkoa) en funcionamiento en el S. XIV.

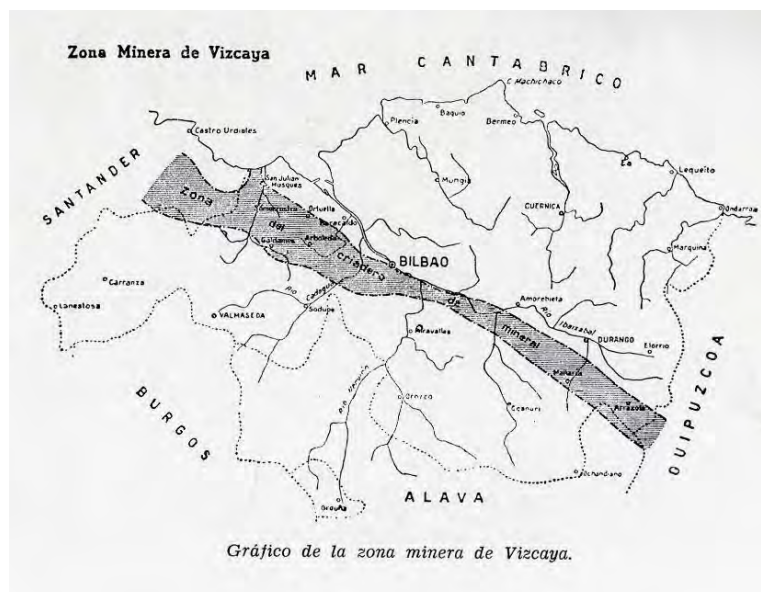


Figura 30. Gráfico de la zona de criadero de mineral de Bizkaia. Fuente: CALLE ITURRINO, E. 1963

A lo largo de este eje o fractura mineralizada que parte Bizkaia por la mitad se concentra la gran mayoría de los restos de las antiguas ferrerías de monte⁴².

En el mapa puede apreciarse el gran número de datos de haizeolak obtenidos en ciertos municipios de la Zona Minera vizcaína: Galdames (54), Sopuerta (25), Arcentales (18), Alonsotegi (14) o Bilbao (10), se revelan como grandes contenedores de la antigua memoria histórica del hierro.

Por el contrario, llama la atención la escasa representatividad de otras localidades emblemáticas de la Zona Minera, como Muskiz (6), Abanto y Zierbana (6), Ortuella (1) y Trapagaran (5). En estos lugares, aun habiendo sido los montes de Triano y Somorrostro lugares reconocidos desde época romana como tradicionales lugares de explotaciones de óxidos de hierro de gran calidad (CAJIGAS, 1997), es probable que hayan experimentado a lo largo de los siglos una fuerte alteración de su paisaje debido probablemente a las

⁴² El resultado final de la prospección de las ferrerías de monte, se dio a conocer en el artículo de la publicación Arkeoikuska 2010 (FRANCO, 2010).

explotaciones reiteradas, sobre todo cuando estas han perdurado hasta época moderna usando métodos industriales devastadores (MANNONI y GIANNICHECKDA, 2003).

En torno a estos montes desventrados por la acción de la dinamita y el trabajo infatigable de una legión de mineros venidos de todo el país, no sólo es muy difícil encontrar restos de zonas antiguas de extracción⁴³, sino que somos conscientes de que numerosos yacimientos de pequeños talleres metalúrgicos como los que nos ocupan, han debido ser frecuentemente arrasados o sepultados⁴⁴ en estas zonas donde predomina el denominado “paisaje lunar” (figura 31).



Figura 31. Concha II (Gallarta), última mina de hierro que cerraba un ciclo de explotación del hierro en Bizkaia (1993) que comenzó con las haizeolak. Explotación primero a cielo abierto y luego en casi 60 km de galerías.

Por otra parte, el sistema aquí empleado se ha exportado, por iniciativa del Centro de Patrimonio Cultural de Gobierno Vasco, a los territorios vecinos de Gipuzkoa y Álava, con

⁴³ La superposición de la explotación del mineral a lo largo de los siglos en Bizkaia ha provocado la desaparición de posibles zonas de extracción para estas ferrerías de monte. En todo nuestro catálogo, sólo tenemos indicios de explotación en los yacimientos de Oiola V (Galdames), Biroleo2 (Sopuerta) y Sobrepeña (Arcentales)

⁴⁴ En este sentido, podemos observar notables excepciones como el yacimiento inventariable de la ferrería de monte de Peñas Negras (Ortuella) que ha perdurado milagrosamente entre dos inmensas montañas de escombros pertenecientes a la cercana mina Picui.

la intención de obtener un mapa homologado de distribución de aquella antigua tecnología en todo el territorio de la Comunidad Autónoma Vasca (en adelante, CAV).⁴⁵

Como consecuencia se obtuvo un nuevo mapa territorial de la paleosiderurgia de toda Euskadi (Figura 32), en el que se puede apreciar que la expansión tecnológica tiende a seguir las fracturas mineralizadas de hierro a lo largo de todo el territorio (FRANCO, J.; ETXEZARRAGA, I. y ALBERDI, X. 2017) sin entender de fronteras administrativas⁴⁶. Y aunque nuestro interés lógico es el mapa de la paleosiderurgia en Bizkaia, es muy ilustrativo comprobar cómo se comportaba esta tecnología en los territorios colindantes. Cuantitativamente hablando, Bizkaia cuenta con 170 yacimientos conocidos en la actualidad, Gipuzkoa con 150 y Alava 25. Lo que suma un total de 345 yacimientos repartidos por toda la CAV.

⁴⁵ Dicho trabajo se ha llevado a cabo, aplicando la metodología consolidada en Bizkaia, por un equipo de personas capitaneado por los arqueólogos Iosu Etxezarraga y Xabier Alberdi (que poco después se integrarían en nuestro Equipo de Arqueología del Museo de la Minería del País Vasco) y en colaboración y coordinación con el autor de esta tesis.

⁴⁶ Conocemos datos sobre la mineralización que desde Bizkaia continúa en la misma dirección por Cantabria y que contiene este tipo de escoriales, pero es un territorio que por desgracia está aún sin investigar en profundidad (MARCOS, 2003).

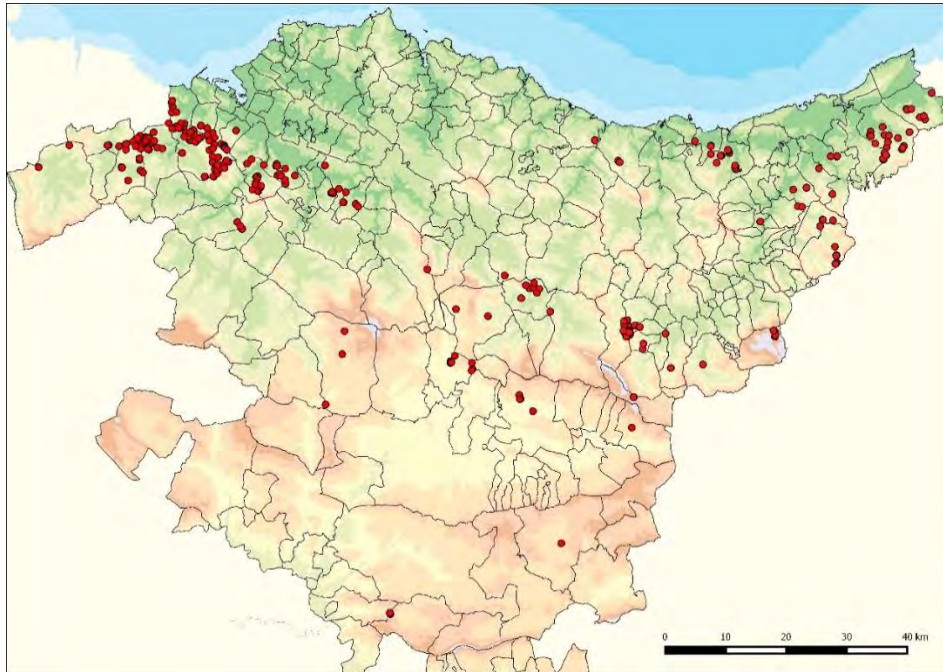


Figura 32. Mapa de la antigua tecnología de transformación del hierro en el País Vasco. Cada uno de los 345 puntos se corresponde a una misma evidencia arqueológica: ferrerías de monte.

Sin duda, este nuevo instrumento patrimonial para el País Vasco en general, y para Bizkaia en particular, nos capacita para la protección, valorización y estudio de nuestra paleosiderurgia como en pocas regiones europeas, viniendo a cubrir así un vacío histórico que grandes arqueometalurgistas europeos, como el recientemente desaparecido Pleiner, apuntaba en el año 2000 para nuestro país⁴⁷.

3.2.1.1 ¿Existieron sistemas de transporte e intercambio de mineral en algunas ferrerías de monte de Bizkaia?

Observando el mapa de distribución espacial de las ferrerías de monte, se extrae otra interesante conclusión: existen casi una veintena de yacimientos pertenecientes a los municipios de Carranza, Gordexola y parte de Arcentales y Trucios que se sitúan en puridad en los bordes o claramente fuera de esta área de mineralización principal. Algunos

⁴⁷ “La mayoría de los países europeos pueden ser considerados hoy en día, como cartografiados en términos de inventarios de estos monumentos relacionados con la metalurgia antigua del hierro (...) Algunas áreas europeas permanecen sin investigar. Existe una ausencia de datos arqueometalúrgicos de este tipo en España y Portugal, en los Balcanes y en el Oriente Próximo Clásico.” (PLEINER, 2000)

de ellos ligados quizás a otras estructuras geológicas secundarias como diapiros o fallas más pequeñas (HERRERO y VELASCO, 1985), si bien hemos de tomar precauciones en este sentido, dado que la presencia de cualquier pequeño afloramiento de mineral que encontramos en la actualidad no ha de implicar necesariamente que fuese aprovechado como un pequeño distrito minero en la Antigüedad o Edad Media (MANNONI y GIANNICHEDDA, 2004). Sería precisa una intervención y análisis caso a caso para dilucidar cuáles son las razones de cada una de estas ubicaciones. O si el mineral se desplaza, aunque sea poco, cuáles son los criterios y patrones que definen la localización de dichos espacios de producción.

Abundando en la misma dirección, el análisis concreto de dos de los yacimientos perteneciente a este grupo nos lleva a plantear la hipótesis de que ambos pudieran estar relacionados con una posible actividad de flujos de transporte del mineral y lupias, prestándose por tanto a un análisis complementario sobre la posible existencia de sistemas complejos de producción e intercambio (QUIROS, 2014).

Este tipo de afirmaciones las basamos en los resultados obtenidos en sendas intervenciones arqueológicas realizadas en el momento de la prospección de los yacimientos de Lekubarri en Gordexola, cuyo escorial se ha datado en el S. VII d.C.; y el de Akalarra (Dima) ubicado en el Parque Natural de Urkiola y perteneciente al S. IV d.C. En ambos casos se localizaron óxidos de hierro (hematites roja en concreto) de origen alógeno en una zona donde el mineral que abundaba, sin embargo, era la limonita⁴⁸.

⁴⁸ Podríamos mencionar un caso similar documentado en Gipuzkoa. Nos referimos a la excavación en un control de obra en Astigarribia (Mutriku) donde se encontraron hematites de fuera de ese valle (PÉREZ y ALBERDI 2007), en el escorial de una haizeola datado en torno al año 1000 (FRANCO, ETXEZARRAGA y ALBERDI, 2017).



Figura 33. Cata de evaluación en la ferrería de monte de Lekubarri, S. VII d. C. (Gordexola)

En concreto, en la ferrería de monte altomedieval de Lekubarri se hizo una cata de evaluación donde apareció dicho óxido de hierro probablemente proveniente del valle colindante más al norte⁴⁹. El mineral de los montes Hierro y Santurce (con sugerente toponimia) de la zona próxima, ya tuvo cataminas para intentar la explotación de la limonita en época industrial (ROYO, 1997), pero al parecer los ferrones se pudieron haber decantado por un mineral más rico de otros montes cercanos⁵⁰.

En el caso de la ferrería tardorromana de Akalarra, la limpieza del corte producido por la pista forestal permitió obtener muestras de carbón y de mineral de hierro tipo hematites, en un entorno donde predomina la limonita en superficie, proveniente probablemente de algún pequeño afloramiento en la cara SW de este mismo macizo de montaña hacia el valle de Arrazola. En este caso, el antiguo taller de producción se instaló junto a una surgencia o manantial ubicado a 730 m. de altitud, lugar que hoy día es un abrevadero para el ganado.

⁴⁹ Los montes más cercanos que tienen ese tipo de mineral es la parte SW del macizo de los Montes de Galdames, perteneciente a los municipios de Gueñes y Galdames, y se hayan a más de 8 km. de distancia en línea recta.

⁵⁰ Pensemos que debido a su peso específico sería más fácil transportar un carro de mineral, que proporcionaría numerosas producciones en un horno de reducción, a una zona en la que ya existiera abundante madera para hacer carbón y algún pequeño curso de agua, que por el contrario abastecer desde otro lugar lejano la cantidad de madera necesaria y de calidad suficiente para hacer el carbón que precisarían estas antiguas ferrerías.



Figura 34. Yacimiento de Akalarra, S.IV d. C. (Dima). Vista de la limpieza del corte producido por la pista forestal y estrato de escorias y tierras negras.

3.2.1.2 La densidad de yacimientos en relación con la importancia del laboreo del hierro en la Antigüedad y Edad Media vizcaína.

Existen numerosas variables que han podido determinar el número, el estado de conservación y el conocimiento de las ferrerías de monte que nos ha llegado a la actualidad. De entre todas esas variables posibles destacamos las tres (dos positivas y una negativa) que nos parecen más relevantes:

1. La larga trayectoria de explotación mediante esta tecnología prehidráulica de los recursos mineros de hierro en la vertiente vasco cantábrica (PEÑALVER y SAN JOSE, 2003), lo cual habría favorecido la abundancia de restos.
2. El hecho de haber realizado las prospecciones arqueometalúrgicas de manera sistemática lo que ha favorecido el hallazgo de nuevos yacimientos y determinado su densidad actual dentro del mapa patrimonial de Bizkaia.
3. La existencia en el paisaje vizcaíno de condiciones medioambientales que habrían incidido negativamente en la pervivencia de este registro arqueológico (que son las que al fin y al cabo propician las pautas de formación y desaparición de estos yacimientos arqueológicos) (GARCIA SANJUAN, 2005). Sobre todo si hacemos referencia a los altos índices de erosión en estas zonas de montaña, y a los usos del

suelo (agropecuario, silvicultura y entornos urbanos) que soporta este medio humanizado, al uso del espacio, etc.

Una vez realizado el inventario de las ferrerías de monte y cuantificado su número, se ha convertido en uno de los yacimientos arqueológicos de época histórica más importante con sus 163 entidades catalogadas (FRANCO, 2011). En cuanto a la densidad media de este registro arqueológico en el territorio vizcaíno, sería de una haizeola por cada 13 km². Así, según los datos obtenidos se puede afirmar que ha entrado en la escena histórica una tecnología que parece haber marcado también en cierta manera la época antigua y medieval en Bizkaia, con una presencia del trabajo del hierro más o menos constante (FRANCO y GENER, 2016).

Realizando el análisis por comarcas, se aprecia que existen comarcas costeras donde no hemos localizado restos de la antigua industria⁵¹ ferrona, como son Uribe Kosta, Busturialdea y Lea-Artibai, ubicadas en el norte del territorio, pero es bien conocido que en prospección la ausencia de resultados positivos también es un resultado. De hecho, para investigar cualquier fenómeno histórico es igualmente valioso y necesario conocer sus límites, encontrar respuestas a la ausencia, o plantear hipótesis explicativas en su defecto. En este caso, la no presencia de este tipo de industria en estas comarcas costeras podría obedecer a ciertas hipótesis, como la falta de unos recursos minerales de calidad, o bien la supuesta ausencia de una asentada tradición del trabajo artesano del hierro en la zona, capaz de motivar un posible transporte o intercambio (como bien hubiera podido ocurrir en otras zonas de Encartaciones que hemos visto más arriba).

⁵¹ Entendida literalmente como el conjunto de operaciones materiales ejecutadas para la obtención, transformación o transporte de uno o varios productos naturales.(RAE)

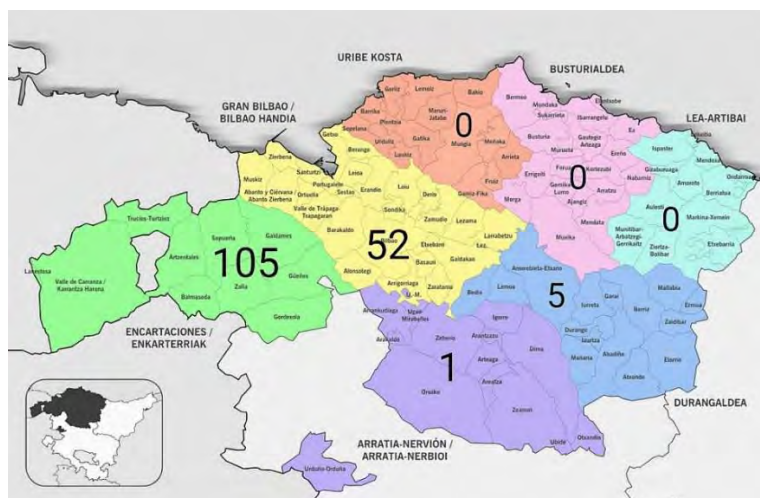


Figura 35. Mapa de las comarcas de Bizkaia con el número de ferrerías de monte localizadas.
 Fuente gráfica: Wikipedia Commons

Del resto de comarcas, la de menor relevancia sería la de Arratia-Nerviñ que sólo cuenta con el Yacimiento de Akalarra (Dima). Durangaldea cuenta con un ejemplo en el yacimiento de Menditxo (Elorrio) y cuatro más en Bedia. A gran distancia de estos se sitúa el notable caso de la comarca del Gran Bilbao que aglutina 52 haizeolak, lo que supone casi un tercio del total.

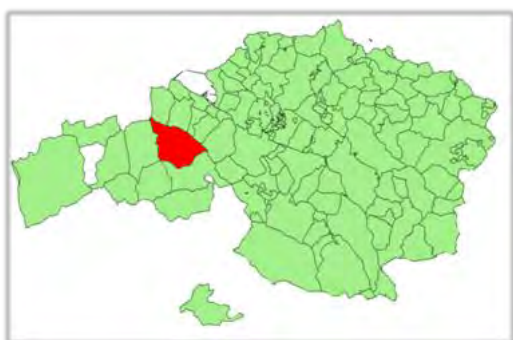


Figura 36. Municipio de Galdames

Pero el caso más relevante que nos ofrece el mapa de ferrerías de monte de Bizkaia (Figura. 29) es sin duda la **comarca de Encartaciones**, donde se aprecia la mayor concentración de yacimientos, con 105 ejemplares. La densidad de ferrerías de monte en esta comarca es de un yacimiento por cada 4 km² (FRANCO, 2010). Dicho de otra manera, podemos afirmar que casi 7 de cada 10 yacimientos catalogados en Bizkaia se ubican en zona encartada.

Descendiendo de nivel y analizando el catálogo de ferrerías de monte por municipios, si en algún lugar se ha podido recuperar la huella de los antiguos ferrones, ese ha sido en el municipio de Galdames. Se podría decir que es en este valle donde la Historia escribió el carácter de su gente “templado a hierro y fuego”, para saber identificar y aprovechar en su

paisaje agreste, un mineral de hierro que habrían de reducir primero y moldear después, generación tras generación.

La impronta de aquel trabajo especializado se aprecia a través de los numerosos escoriales esparcidos aún hoy día lo largo de sus 44 km² (ocupando tan sólo el 2% del territorio vizcaíno), donde hemos identificado un total de 54 yacimientos paleosiderúrgicos. Esta cantidad supone prácticamente una tercera parte de los 163 yacimientos que han sido detectados en Bizkaia hasta 2010. Más de la mitad de los censados en Encartaciones pertenecen a Galdames, y es el único municipio del País Vasco⁵², por el momento, que presenta tal densidad de restos de ferrerías de monte: más de 1 ferrería de monte por km².

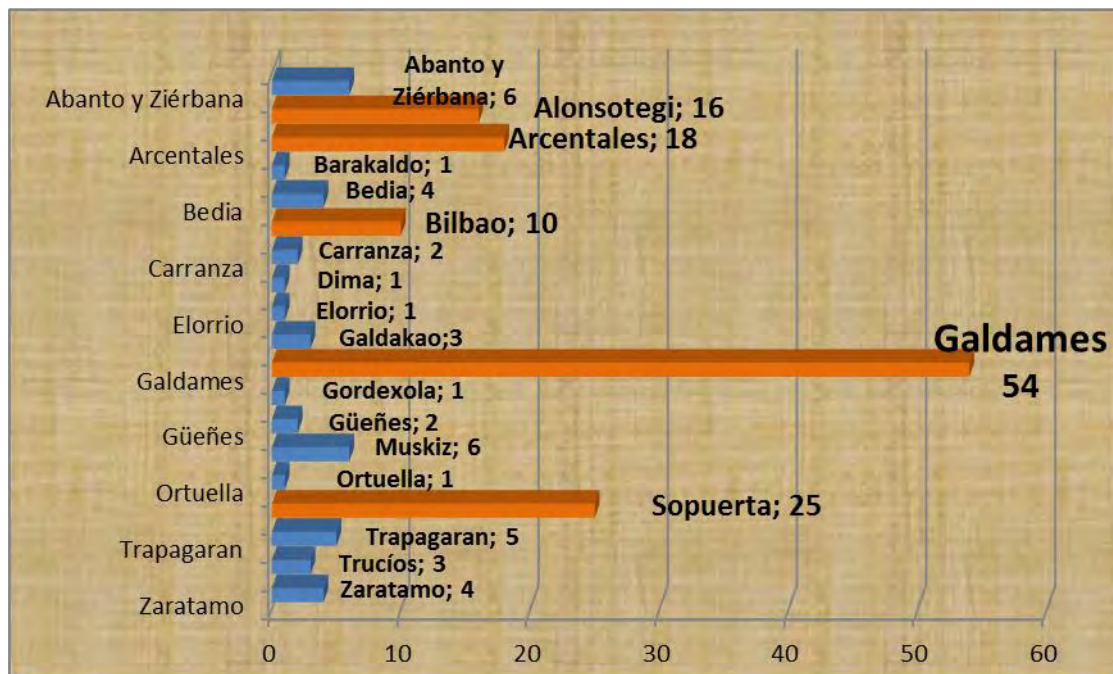


Figura 37. Resultado cuantitativo de la prospección arqueometalúrgica de Bizkaia por municipios.

Sin embargo, en la comarca de Encartaciones, se da la singular circunstancia de que ahora conocemos dónde y cómo realizaban su trabajo los mineros y ferrones encartados de época antigua y medieval sin haber encontrado aún los asentamientos donde vivían. Nos falta aún el estudio de otro tipo de marcadores poblacionales que nos aproximen a la articulación del

⁵² Es interesante también el centro productor metalúrgico guipuzcoano del entorno de Legazpi, Gabiria, Zerain, Mutiolo, Segura y Zegama donde han sido catalogados 76 escoriales que se conservan de forma significativa en estos municipios (URTEAGA. & UGARTE, 2014; FRANCO, ETXEZARRAGA, y ALBERDI, 2017)

territorio encartado para los siglos que nos ocupan. La arqueología se convierte en la única fuente posible en la que trabajar para conocer la estructura de poblamiento en estos lugares sobre los que hoy día no se manejan datos, a diferencia de otras zonas bien estudiadas en su poblamiento medieval, como la denominada Bizkaia “nuclear”, que gracias a trabajos como el de Iñaki García Camino (GARCÍA CAMINO, 2002) no sólo logra vertebrar un territorio mediante la localización y estudio de los asentamientos de las comunidades rurales, si no que analiza las complejas relaciones socioeconómicas que se van estableciendo entre sus pobladores en la etapa medieval.

Aun así, al margen de estas cuestiones, Encartaciones, en general y, el valle de Galdames en particular, se muestran como un entorno natural óptimo para poder completar el antiguo ciclo del hierro en Bizkaia: extracción, industria primaria de la ferrería de monte y proceso de afino, fragua del herrero en el poblado. En esta última fase es donde se transformaría el hierro en objetos de consumo que, a la sazón, tendrían un papel destacado en la economía en la sociedad antigua vizcaína.

No obstante, hay que obrar con cautela y tomar este tipo de afirmaciones con la precaución que se merecen, puesto que a través de contextos arqueológicos recuperados en Bizkaia hasta el momento, no somos todavía capaces de definir la organización total de la producción del hierro; es decir, el grado de vinculación que existía entre el minero, el carbonero, el maestro ferrón y el herrero del poblado (actividades de extracción minera, carboneo, reducción de mineral a metal, y producción de objetos). Al igual que Ehrenreich (EHREINREICH, 1991), no somos partidarios de concebir el antiguo ciclo del hierro como un proceso monolítico (desde la adquisición de materias primas hasta los productos manufacturados) con un nivel de especialización homogéneo, tal y como se había venido considerando hasta ahora quizás por la falta de métodos adecuados de investigación de este tipo de registro arqueológico (MONTERO y ROVIRA, 2010). Lo que sí podemos afirmar en virtud de nuestra investigación, es que la actividad del artesano metalúrgico que trabajaba en las ferrerías de monte vizcaínas era una actividad eminentemente

especializada⁵³ y físicamente separada del aprovisionamiento de materias primas y de la forja secundaria. Desconocemos por el momento si el ferrón realizaba también labores no cualificadas de minería o de forja en la fragua del poblado, o si, por el contrario, eran personas y trabajos independientes.

3.3 Análisis y estudio de las ferrerías de monte. Una valoración de conjunto

En el primer apartado de este mismo capítulo hemos repasado los datos cuantitativos obtenidos en la prospección y el análisis a nivel macro del territorio vizcaíno. En este se va a descender al nivel semi-micro, esto es, al yacimiento, para analizar los datos cualitativos recabados en la catalogación individualizada de cada una de las ferrerías de monte. Se trata de explorar y determinar aquellas áreas funcionales que se pudieran identificar en superficie (zona de asentamiento del taller ferrón, escorial, lugar de aprovisionamiento de agua, de materias primas, etc.), al tiempo que observamos las características comunes de los yacimientos y, todo aquello que los pudiera individualizar. Este tipo de análisis nos ha servido también para delimitar cuáles serían aquellos yacimientos propuestos para su especial protección o para planificar ulteriores intervenciones.

3.3.1 La definición del “yacimiento tipo” en Bizkaia y otros factores de localización

El hecho de tener la posibilidad de efectuar análisis comparativos usando una base de datos de 163 yacimientos es realmente estimable de cara a intentar definir un sistema tecnológico desaparecido hace siglos, pero que cuenta con unas características comunes a todos ellos suficientemente constatadas.

⁵³ La documentación del ciclo de producción que se desarrollaba dentro del taller de una ferrería de monte plenomedieval en Bizkaia, se ha documentado mediante diversas excavaciones y analíticas y será expuesta en el siguiente capítulo.

La labor de recogida de datos nos ha servido también para entender las pautas de distribución y asentamiento de las antiguas ferrerías con objeto de explotar los recursos minerales que contenía Bizkaia. Los criterios de localización de los talleres son similares en todo el territorio histórico, y como consecuencia, se ha podido caracterizar un “yacimiento tipo” predominante.

El catálogo de hallazgos revela que a pesar de la distancia entre unas zonas y otras, existen patrones comunes en las condiciones idóneas para el asentamiento de las ferrerías de monte en Bizkaia. El mapa de distribución de esta tecnología paleosiderúrgica revela la necesidad de buscar parajes donde se combinen el mineral de hierro, el combustible vegetal y algún curso de agua.

Estas variables de localización no han de tener su reflejo necesario en un paisaje tan humanizado como el actual, ni parecen estar condicionadas por el régimen de vientos dominante.

Al margen de las peculiaridades de cada yacimiento, existen una serie de patrones sobre el terreno que en conjunto aparecen en más del 90% de las 163 ferrerías de monte censadas para Gobierno Vasco en Bizkaia, a saber:

- a) ***Ubicación en zonas de montaña*** (bien sea collados, laderas o fondos de valle), aisladas por lo general de los lugares de habitación y próximas a las materias primas, donde se suelen aprovechar los pequeños rellanos que existen en las laderas o en los fondos de valle para colocar las distintas partes de un taller ferrón de carácter artesanal. Tras la reducción del mineral las escorias resultantes del proceso se desalojan a favor de la pendiente cercana.



Figura 38. Maqueta que simula una típica ferrería de monte de Bizkaia según el estado de conocimientos del año 2010 (en la actualidad la forma y disposición de los hornos de reducción habría cambiado). Museo de la Minería del País Vasco.

- b) **Forma y tamaño.** La forma que presentan en superficie estos escoriales tiene una ligera forma tumular de tamaño variable (entre 4 y 100 metros de longitud y diferentes anchuras), bajo cuyo manto vegetal se encuentran los niveles de escoria, piedras de horno (areniscas en el caso vizcaíno) y otros materiales propios de un lugar de producción del hierro.



Figura 39. Trabajos de documentación en superficie sobre el túmulo (14×8 m.) del escorial de Menditxo (Elorrio).

- c) ***Presencia en las inmediaciones del yacimiento de arroyos o manantiales.*** El agua era utilizada por el ferrón para varias operaciones: el lavado de mineral (ya que la eliminación de la ganga disminuye la cantidad de combustible vegetal necesario), el recubrimiento de las paredes interiores del horno de reducción de arcilla humedecida (lo cual facilitaba una fusión a menor temperatura), la labores de forja, y, por último, para uso propio de los ferrones en su estancia en los talleres de trabajo.



Figura 40. Ferrería de monte de la Estación 1 (Arcentales) en funcionamiento en el S. VI d. C. Tras la limpieza se aprecia como las escorias se han vertido desde el rellano donde se asentó el taller de producción por la pendiente hacia el propio arroyo

A continuación vamos a mostrar la relación existente entre las tres características de los yacimientos vizcaínos que acabamos de mencionar y los datos estadísticos generales obtenidos en las prospecciones de las ferrerías de monte.

3.3.1.1 Emplazamiento en zona de montaña.

En la siguiente tabla se pueden comparar el número y porcentaje de escoriales que se han encontrado a diferentes alturas⁵⁴.

ALTURA	Nº DE ESCORIALES	PORCENTAJE
De 0 a 99 m.	8	4,9%
De 100 a 199 m.	20	12,2%
De 200 a 299 m.	38	23,3%
De 300 a 399 m.	34	20,8%
De 400 a 499 m.	31	19 %
De 500 a 599 m.	16	9,8%
De 600 a 699 m.	13	7,9%
De 700 a 799 m.	3	1,8%

Tabla 2. Altimetrías de las ferrerías de monte de Bizkaia

Como puede observarse en la tabla, nos percatamos de que la mayor parte de las ferrerías de monte, el 63,2% en concreto, se ubican a media ladera entre los 200 y los 500 metros de altitud. Esta es la ubicación preferente elegida por los antiguos ferrones vizcaínos y suelen asentarse en zonas de rellano en la ladera.

⁵⁴ En la zona minera vizcaína, donde se engloban la mayoría de las haizeolak localizadas, el paisaje se desarrolla desde el nivel el mar hasta los 998 metros de altura del monte Ganekogorta. Fuera de esta zona, en la comarca del Duranguesado existen cimas como el Amboto con 1.331 m., y en Arratia- Nervión se llega a la altura máxima del monte Gorbea con 1.481 m.

Por otra parte, existen dos zonas de relativa ocupación: una se situaría en los fondos de valle y hasta los 200 metros de altura con el 35,5% de los casos, y otra entre los 500 y 700 metros de altitud que cuenta con el 17,7% del total. Por encima de los 700 metros son ya muy escasos los yacimientos asentados.

3.3.1.2 Forma y tamaño.

En general suelen presentar una forma alargada asociada al borde del lugar donde se asienta el taller de producción de la ferrería; pero cuando existe una pendiente muy pronunciada a favor de la cual se han vertido las escorias sobrantes, el escorial se puede prolongar incluso durante decenas de metros ladera abajo.

En cuanto al tamaño, en la tabla 3 podemos ver la relación existente entre el número y porcentaje de los 163 escoriales obtenidos y su tamaño: el 41,7 % del total tienen entre 10 y 19 metros de longitud por una anchura variable⁵⁵; el 29,4 % entre los 4 y 9 metros; y el 19,6% entre 20 a 29 metros.

LONGITUD DEL ESCORIAL	NUMERO	PORCENTAJE
De 4 a 9 m.	48	29,4%
De 10 a 19 m.	68	41,7%
De 20 a 29 m.	32	19,6%
De 30 a 39 m.	10	6,1%
De 40 a 49 m.	3	1,8%
Mas de 100 m.	2	1,2%

Tabla 3. Longitud de los escoriales medida a lo largo del borde del asentamiento ferrón

⁵⁵ Según el volumen del depósito en origen, más los factores antrópicos y naturales que han influido sobre dicho depósito a lo largo de los siglos.

Mucho menos representados quedan los escoriales de mayor tamaño: 10 entre los 30 y 39 metros, 3 con poco más de 40 metros y 2 de un tamaño superior a 100 metros⁵⁶ (producidos probablemente por una batería de hornos). Resulta curioso el vacío documental existente en el intervalo de 50-100 metros en el que no se han encontrado ninguna muestra.

Respecto a la disposición de estos túmulos de escorias, en alguna ocasión cuando la conservación del escorial lo permite, se ha podido apreciar la deposición del escorial pendiente abajo desde un punto más o menos homogéneo de vertido en el rellano del taller ferrón. Se forma entonces un depósito en forma de cono que en algún caso, como ocurre en el yacimiento de Callejaverde 2, hemos podido comprobar su coincidencia (una vez documentado en la excavación) con el funcionamiento de un solo horno de reducción.

El estudio comparativo de los escoriales procedentes del trabajo del hierro prehidráulico en Bizkaia muestra algunas conclusiones previas. La interpretación del conjunto de evidencias en superficie, permite constatar por ejemplo que no existen diferencias perceptibles entre las características de los escoriales en función de las cronologías. Es decir, la tipología de las escorias y otros restos de producción de un yacimiento de época tardorromana y otro plenomedieval es indistinguible a simple vista y en hipótesis parecen provenientes de un sistema tecnológico similar (a falta de documentar en todo caso si el modelo de horno de reducción romano en nuestro territorio es del mismo tipo que el medieval). Pero sí existen datos objetivos de arqueometría de escorias que pueden corroboran esta afirmación. Larrazabal hizo un estudio de las escorias provenientes de los yacimientos de Oiola II (romano) y Oiola IV (plenomedieval). A pesar de que reconocía que hubiera sido deseable un mayor número de muestras relacionadas con las diferentes estructuras de combustión (LARRAZABAL, 1997), las analíticas desvelan los mismos elementos químicos en proporciones similares en las escorias de ambos yacimientos, lo cual apoya la hipótesis del recurso a las mismas fuentes minerales. Por otra parte, tampoco desde el punto de vista de la tipología de las escorias, se aprecian grandes diferencias tecnológicas entre los dos momentos.

⁵⁶ Nos referimos a los yacimientos de El Peso 1 (Arcentales) y Oiola II (Trapagaran), donde se han recuperado en superficie cerámica de época medieval y romana respectivamente (FRANCO, 2011, y UNZUETA, 2015).

En cuanto al tamaño, no se perciben diferencias, tanto si los agrupamos en atención a su cronología como en atención a su localización geográfica. En el primer caso, por ejemplo, se han hallado dos escoriales de más de 100 m. de longitud de dos épocas muy diferentes (Oiola II, romano y El Peso 1, medieval); y en el segundo caso, se han encontrado en un mismo valle (Durangaldea, Gran Bilbao o Encartaciones, por ejemplo) escoriales de gran tamaño junto con otros pequeños asociados, formando conjuntos productivos.

Por tanto, el fenómeno de la paleosiderurgia en Bizkaia parece relativamente homogéneo en lo que a los datos de prospección de superficie se refiere. Sin embargo, un análisis detenido del fenómeno que efectuaremos en el capítulo dedicado a discusión y conclusiones nos pondrá sobre aviso por su complejidad. Habrá que esperar a los resultados de nuevas analíticas y excavaciones para documentar el tipo de evolución real que ha experimentado esta tecnología a lo largo de al menos los mil años de funcionamiento (S. III- S XIII-XIV).

3.3.1.3 Presencia de agua

La presencia del agua en las inmediaciones de las ferrerías de monte de Bizkaia se constata en todas la fichas del Catálogo Haizeola y se muestra como un elemento vital. Por este motivo, del análisis comparativo de los 163 yacimientos se desprende que 149 de ellos se hayan junto o a menos de 100 metros de un pequeño curso de agua, lo que supone un 91,4% del total. De los 14 restantes, 11 han sido localizados a más de 100 metros del agua, y 3, a más de 200.

Sobre la importancia del agua como factor de localización ya escribimos en el 2003 tras la primera campaña de prospección (FRANCO, 2004) y recurrentemente (FRANCO, 2008 y 2011). Es una condición que hemos observado que se cumple en todos los casos. De hecho, otros autores también habían hablado con anterioridad de esta aparente predilección de los metalurgistas por la proximidad del agua, que se traducía en instalaciones junto a los cursos de agua (FABRE, 2001), aunque según Fabre con algunas excepciones para su estudio sobre la metalurgia antigua en la zona de los Altos Pirineos franceses. Así lo indicaba también para el caso vizcaíno Gorrotxategi en el precedente señalado de nuestra carta arqueológica de ferrerías de monte (“además en numerosos casos se encuentran junto a pequeñas corrientes de agua de montaña” GORROTXATEGI y YARRITU, 1984). Otros autores mencionan el mismo hecho más recientemente para el caso de búsqueda de haizeolak en Alava (LOPEZ DE ARMENTIA, 2010) o Gipuzkoa (UGARTE y URTEAGA, 2014) aunque no ha quedado constatada dicha proximidad en

todos los casos (a diferencia de nuestro inventario donde es una constante), según los autores, por los “cambios antrópicos radicales que se han producido en el paisaje recientemente” que habrían destrozado el paisaje coetáneo a las ferrerías de monte.

3.3.2 Vínculos entre el trabajo estacional y el desarrollo del artesanado

Otro aspecto muy relevante relacionado con el estudio del agua en las ferrerías de monte vizcaínas, es la hipótesis de estacionalidad en el trabajo de aquellos artesanos del hierro. Según los datos recabados, 21 de los 163 yacimientos se hayan vinculados a arroyos estacionales, es decir, secos a finales del verano y en el otoño. Según este criterio, cabe la posibilidad de que esta actividad ferrona se realizase en estas montañas, al menos en parte, con un carácter estacional durante el invierno y primavera, lo cual supondría realizar un trabajo de «temporada» en unos meses con menor demanda de labores agropecuarias. No obstante, no nos atrevemos a extrapolar aún esta hipótesis al conjunto de Bizkaia con los datos que manejamos en la actualidad, si bien la hipótesis de trabajo permanece abierta.



Figura 41. Imagen de la zona donde se asienta el yacimiento de Lekubaso 2 (Bedia) junto al arroyo contiguo de carácter estacional (seco en el momento de la foto).

Mientras tanto consideramos que en las comunidades rurales vizcaínas de la Antigüedad y Edad Media, con base agropecuaria y de explotación del bosque, el ritmo de vida vendría marcado por el de las plantas y los animales y por los trabajos que precisaba su explotación, en lo que se podría denominar “ciclo estacional”. Por este motivo, al ser predecible la distribución espacial y temporal de los diferentes tipos de recursos que tenían estas

comunidades rurales, y aquí incluiríamos también los minerales del territorio vizcaíno, sería posible desarrollar sistemas planificados para su gestión (CHAPA y MAYORAL, 2007), lo cual denota claramente que existía una sociedad que comenzó a mirar también hacia la explotación de los recursos naturales que le brindaba su entorno, y que poseía además un grupo de artesanos especializados capaces de usar determinados conocimientos tecnológicos para su oportuna transformación.

Esta actividad artesanal, aparece como un marcador más de la complejidad sociopolítica de la sociedad local en el alto y plenomedievo según el registro arqueológico recuperado no sólo en Bizkaia, sino en todo el cuadrante noroccidental de España (QUIROS, 2014). A finales del siglo XX, gracias al estado de las investigaciones, ya se aceptaba de modo generalizado entre los arqueometalurgistas que la metalurgia estaba relacionada con especialistas, complejidad social y comercio (MONTERO y ROVIRA, 2010). De hecho, este es un tema muy indagado también en los últimos 30 años por la arqueología política, lo que viene a confirmar la existencia de un vínculo muy estrecho entre la estructuración de la actividad secundaria y el incremento de la complejidad política y social (COSTIN, 2001; 2005). En esta línea existen varios autores que han investigado sobre la invención, desarrollo y recesión del sistema tecnológico (LAVAN, 2007), sobre el grado de intensidad de una producción especializada en función de la estructura social y económica (WICKAM, 2008) o sobre el estudio económico de los sistemas de producción y circulación

En definitiva, la idea del especialista metalúrgico sería un factor clave en la economía política de sociedades complejas (THORNTON, 2009). La gestión del tiempo, del espacio y de la tecnología metalúrgica, son claros y nuevos indicadores en los que hemos de fijarnos para valorar adecuadamente el desarrollo y complejidad social que podían tener las sociedades locales vizcaínas en la época de estudio que nos ocupa.

La posibilidad de que este régimen hídrico estacional que ahora apreciamos en ciertos arroyos hubiera variado en la Antigüedad o Edad Media, ha sido desechada por los geólogos de nuestro equipo de arqueología del Museo Minero que se han documentado al respecto con el catedrático en esta materia en la Universidad del País Vasco, Iñaki Antigüedad. Antigüedad corrobora que el régimen hídrico de los arroyos de Bizkaia no se habría modificado en los últimos 2000 años (ANTIGÜEDAD, 1986). Por lo tanto, cabe la posibilidad de que los antiguos ferrones hicieran una elección totalmente intencionada, al menos, en los 21 asentamientos que hemos identificado como estacionales.

3.3.3 Sobre la relación de los talleres de producción con los caminos tradicionales

Hace tan sólo 10 años, el estado de conocimientos sobre las ferrerías de monte en el País Vasco permitía mantener diversas hipótesis abiertas sobre los factores que condicionaban la viabilidad de una instalación de este tipo y que estaban pendientes de estudio y en su caso confirmación (coto minero, vientos dominantes, vías pecuarias, combustible y algún curso de agua). *“Sin embargo, ante la cantidad de lagunas y contradicciones que aún existen en torno a estos aspectos, no podemos dar por sentado estas hipótesis”* (ETXEZARRAGA, 2004).

En esta tesitura aparecía mencionada la posible presencia de vías pecuarias u otro tipo de vías de comunicación tradicional en el entorno próximo de las haizeolak. Nuestro equipo comenzó la prospección en 2002, si bien fue a partir de 2005 cuando se comenzó a recabar información a este respecto. Para ello fue necesario documentarse también sobre la caminería antigua de Bizkaia (BASTERRETXEA, 1990). El resultado obtenido tras el trabajo de campo indica que el número de talleres de producción de hierro prehidráulico que parecen relacionados con estas antiguas vías pecuarias o antiguas vías de comunicación tienen una media del 35% sobre el total de los localizados en estos años (el máximo, 44%, en 2005; el mínimo, 28%, en 2010).

Son cifras reseñables, pero el análisis de los datos de yacimientos cercanos a los caminos de cierta antigüedad que recorrían estos macizos de montaña y aquellos de los fondos de los valles (muchos de ellos hoy día convertidos en carreteras), nos hace tomarlas con cierta precaución debido a que podrían interpretarse ciertas diferencias, por ejemplo entre aquellos caminos tradicionales bien conocidos y ubicados en los fondos de valle (como calzadas reales, calzadas romanas y otras vías de comunicación) que no tienen un número significativo de haizeolak próximas, y aquellos otros antiguos caminos pecuarios que a través del monte comunican unos valles con otros, en los que sí parece existir más relación de proximidad con algunos talleres de producción

Por lo tanto, no parece que sea un factor de localización absolutamente determinante para las haizeolak de Bizkaia, como la presencia de materias primas o agua, pero habrá que continuar trabajando en esta hipótesis para estimarlo en la medida que se merece

3.3.4 ¿Haizeola? El fin de una leyenda

Como comentamos en la introducción, el nombre más común en euskera con el que han trascendido las ferrerías de monte en Bizkaia es el de “haizeola”. Este concepto de “ferrería de aire” parece que provenía de la zona del Goierri guipuzcoano (ARBIDE, I. y URCELAY, J.M., 1995) apoyándose en la creencia popular de que este tipo de instalaciones metalúrgicas se colocaban en lugares de altura bien venteados para que fueran avivados de modo natural. La justificación arqueológica la proporcionaba Arbide que defendía esta posición para las ferrerías de Legazpi (Gipuzkoa) argumentando que la ubicación de los antiguos talleres ferrones localizados en esas montañas se correspondía en mayor o menor medida con la rosa de los vientos de la zona⁵⁷.

En nuestro caso, ya desde la primera campaña de prospección, estudiamos, como uno de los factores de localización de haizeolak (junto con el coto minero del hierro, la madera y el agua), la orientación de los vientos dominantes en relación con los asentamientos. Así lo recogimos, de hecho, en todas las memorias técnicas y publicado recurrentemente (FRANCO, 2004; 2005; 2006), y siempre en el sentido de desestimar esa hipótesis de las “ferrerías de aire” y su tiro natural.

Para ello en cada campaña se comprobaron los datos de orientación de las ferrerías localizadas y extrapolado los datos de viento histórico de cada una de las estaciones meteorológicas vizcaínas más cercanas a los yacimientos para su cotejo (según los informes meteorológicos publicados por el Gobierno Vasco⁵⁸). De este modo pudimos observar una dirección dominante de los vientos del suroeste (y del norte en un segundo plano) constante más o menos a lo largo del año (el hecho de estar ubicados en latitudes medias provoca que sea en invierno cuando más afectan los vientos. Lo contrario sucede en verano gracias al anticiclón de Las Azores, mientras que en primavera y otoño, en cambio, se dan alternancias de vientos tanto del norte como del sur (RUIZ y GALDOS, 1989-).

⁵⁷ “Siendo vientos predominantes de la zona el Noroeste (Aldaizea), el Sur (Hegoia) y el Suroeste (Arraizea), todos los zepadiak están situados de forma que reciben el influjo de estos vientos aunque de forma primordial el Noroeste” (ARBIDE *et al.*, 1980). Recientemente el trabajo de Ugarte y Urteaga sobre la misma zona, rechaza esta teoría gracias a un registro ampliado y tras estudiar de nuevo la orientación de los escoriales que tienen una orientación dominante al Sur (UGARTE, J.L. y URTEAGA M. 2014).

⁵⁸ Informe Meteorológico año 2001 y 2002 Dpto. de Transportes y Obras Públicas del Gobierno Vasco. Dirección de Meteorología y Climatología. Vitoria-Gasteiz 2002 y 2003



Figura 42. Túmulo de escorias de 23×10 m. de la ferrería de monte de Hoyos de Gasteran 1 (Galdames) ubicada a 630 m. de altitud en interior de una gran dolina. Esta hendidura natural tiene varias paredes que le protegen de los vientos dominantes.

La mayoría de las ferrerías estudiadas, se situaban tal y como hemos visto en las altimetrías, a media ladera, pero también existían en zonas bajas (inferiores a 200 m. de altitud y fondos de valle) y otras, como por ejemplo, Mina Princesa (Galdames) u Hoyos de Gasteran I (Galdames), a gran altura, pero en el fondo de dolinas, con una intención clara de protegerse de la intemperie. En ambos casos, es difícil que tanto unas como otras reciban una ventilación natural.

Por otra parte, si concluimos con que los vientos dominantes son del suroeste, primero, y norte después, ¿por qué tenemos registros en cualquier dirección de la rosa de los vientos? Se demuestra, por tanto, la escasa entidad de la afirmación de que el interior de estos hornos se avivaban mediante tiro natural—aunque no dudamos que en zonas muy concretas pudiera ayudar—, siendo más factible la hipótesis de que su atmósfera reductora se lograra por instrumentos artificiales como fuelles, cuyas toberas registramos en las excavaciones practicadas en Bizkaia como veremos en el próximo capítulo.

3.3.5 Un patrimonio en peligro. Factores postdeposicionales

Puede afirmarse que desde el momento en que una ferrería de monte se abandona pasa de ser una ocupación humana, a un elemento sometido a las dinámicas del paisaje del que forma parte (BURILLO, 1997). Existen diferentes variables que inciden sobre estos procesos de cambio y sobre la mejor o peor conservación de las haizeolak en Bizkaia:

1. Unas hacen referencia a las características propias del yacimiento en sí. Evidentemente es más fácil que nos lleguen restos de ferrerías de monte de época plenomedieval que de época romana o anterior. Además, se trata de unos yacimientos ciertamente humildes: son sitios de producción de escasa monumentalidad y de tamaño reducido, lo cual no favorece su perdurabilidad en el tiempo.
2. Otras hacen referencia a la ubicación del yacimiento. Ya referimos en el capítulo anterior que trabajamos en zonas de montaña con estrategias propias de la arqueología de montaña. Estos talleres de producción se suelen asentar en rellanos de ladera (afectados por los procesos erosivos que disgregará a buen seguro parte del depósito de desechos o escorias que se suele abandonar a favor de la pendiente y, parte del propio taller si este es de reducido tamaño) o en fondos de valle (afectados por la colmatación que ocultará los restos de la ferrería de monte bajo un lecho de sedimentos).
3. Y las últimas variables se refieren a los factores postdeposicionales, es decir, todos aquellos procesos de alteración del yacimiento que hacen que las haizeolak nos lleguen en las condiciones que nos han llegado⁵⁹. Estos factores han sido estudiados sistemáticamente cada campaña y los hemos diferenciado entre aquellos de origen natural y los antrópicos.

⁵⁹ Las modificaciones producidas por la erosión y transporte del suelo en los restos de haizeolak de Bizkaia dependen de factores esenciales como la topografía⁵⁹ (pendiente y posición de los depósitos), la climatología (régimen de precipitaciones y temperaturas), la hidrología (caudal distribución y dinámica de las corrientes de agua), la cobertura vegetal y el grado de antropización del paisaje (tipos de cultivo, silvicultura, presencia de aterrazamientos, etc.) (BURILLO y PEÑA, 1984).⁵⁹

FACTORES POSTDEPOSICIONALES EN LAS FERRERÍAS DE MONTE DE BIZKAIA			
ORIGEN	CAUSAS DE DETERIORO	YACIMIENTOS AFECTADOS	PORCENTAJE
Antrópico	Explotación forestal	76	46,6%
	Construcciones y viales	24	14,7%
	Explotación agropecuaria	21	12,8%
	Carga para Altos Hornos	10	6%
Natural	Erosión de pendiente	33	20,2%
	Erosión fluvial	10	6%

Tabla 4. Factores postdeposicionales que inciden negativamente en las haizeolak vizcaínas. El cuadro se refiere a datos que suman todas las campañas. Existen yacimientos que están afectados por

La observación de los *factores de origen antrópico* que inciden negativamente en la preservación de este grupo de 163 yacimientos arqueológicos nos enseña de nuevo la extrema importancia de la explotación forestal en Bizkaia como primer factor de destrucción efectiva de las ferrerías de monte (un 46,6% de media según la tabla anterior)⁶⁰. Pueden haber ciertas dudas acerca de la sostenibilidad ambiental de este tipo de silvicultura de especies de crecimiento rápido, pero de lo que no cabe ninguna duda, observando los datos, es de su carácter pernicioso para la preservación del patrimonio arqueometalúrgico vizcaíno.

⁶⁰ Los porcentajes se mueven entre la cifra escandalosa de la campaña 2006, con un 70% de los yacimientos localizados ese año afectados de una u otra forma por la explotación forestal, y el 42% de la campaña 2004.



Figura 43. . Escorial de Lingorta (Alonsotegi), partido en dos por la creación de una pista para la explotación forestal y repoblado con pino insigne.

A bastante distancia, con un 14,7% de los casos, se hallan aquellas haizeolak afectadas por construcciones y viales que ha hecho el hombre, debido a las necesidades de ocupación y al entorno sumamente humanizado y urbanizado del paisaje vizcaíno, cuyo territorio tiene una densidad media 519,58 hab/km² (según censo INE 2014, sólo superada por Madrid y Barcelona).

Por otra parte, los desmontes y remociones diversas originados para crear nuevos pastos y zonas de cultivo, perjudicaron a un 12,8 % de las ferrerías de monte localizadas.

Como curiosidad, hemos incluido ese 6% de yacimientos alterados por la pérdida de masa de los escoriales que se llevaron a los Altos Hornos de Vizcaya cuando a mediados del siglo pasado escaseaban los óxidos de hierro en la minería industrial. Se trata de aquellos escoriales explotados que suelen dejar una forma residual característica de media luna o cantera, y se hallaban en lugares accesibles a los camiones⁶¹.

⁶¹Popularmente conocidos como GMCs por las iniciales que ponían en su delantera.



Figura 44. Escorial de Regomedo (Arcentales) de 30 m. de longitud. Fue cargado para la fundición y permanece su forma característica de media luna.

Por otra parte, en cuanto a los *factores postdeposicionales de origen natural* que afectan en distinta medida a todos estos yacimientos arqueometalúrgicos, cabe destacar la importancia de la erosión de pendiente, cuyo porcentaje, aunque varía de unas comarcas a otras, se haya en una media de un 20% del total de las ferrerías de monte afectadas por la dispersión de materiales (33 casos). El alcance de las modificaciones producidas por la erosión y transporte del suelo en estas ferrerías depende principalmente del grado de la pendiente y la posición de los depósitos (los escoriales se suelen ubicar en el borde del taller ferrón), si bien influyen también otros factores, como la climatología cantábrica, la abundante cobertura vegetal y el grado de antropización del paisaje (GARCIA SANJUAN, 2005 y BURILLO y MONNE, año) como ya hemos hecho mención más arriba.

Para conocer más datos sobre estos posibles efectos postdeposicionales en los yacimientos, a partir de la campaña 2006⁶² se han medido las pendientes medias de las laderas donde se asientan los talleres de producción. En la tabla 5 observamos una muestra suficientemente representativa (tomada sobre 63 yacimientos) donde se aprecia que a la hora de elegir un

⁶² Desde la campaña 2006, aprovechando un pequeño cambio que nos habían introducido en la base de datos del Centro de Patrimonio Cultural de Gobierno Vasco, comenzamos a tomar datos de la pendiente media

rellano donde ubicar su taller, los ferrones vizcaínos preferían aquel que permitiera una fácil evacuación de escorias por una pendiente acusada (de entre 20 y 29 % de media).

DATOS DE LA PENDIENTE MEDIA DE LADERA DE LOS ESCORIALES DE BIZKAIA		
PENDIENTE	Nº ESCORIALES	% DEL TOTAL
NO RESEÑABLE	12	19%
1 -9 %	3	4,7 %
10 – 19 %	16	25,3%
20 -29 %	28	44,4 %
30 – 39 %	5	8%

Tabla 5. La erosión de pendiente calculada sobre un total de 63 escoriales (desde la campaña 2006).

Por tanto, estos factores son importantes tenerlos en cuenta a la hora de evaluar los aportes superiores de tierra sobre el yacimiento y el grado de descontextualización de los restos de producción que suelen rodar a cotas inferiores.



Figura 45. Haizeola de Arteta (Galdakao), presenta un buen estado de conservación (catalogada con la protección propuesta de “inventariable”), pero parte del escorial se ha desplazado ladera abajo hasta el fondo de valle debido a la erosión de pendiente (pendiente media 23%).

Menor incidencia tiene la erosión fluvial (6%), pero denota la relación directa entre este tipo de ferrerías y la necesidad de agua para sus labores. Dado que la mayoría de yacimientos localizados aprovechaban la pendiente que acababa en el arroyo para el vaciado de sus escorias, no es de extrañar que algunos antiguos depósitos arqueológicos muy próximos al curso de agua hayan sufrido una pérdida de su volumen original debido a las dinámicas de la fuerza hidráulica.

3.4 Conclusiones

El análisis territorial de esta antigua tecnología de transformación del hierro ha hecho posible plantear de un modo más fiable, cuáles serían las hipótesis de trabajo necesarias para profundizar en su conocimiento y cuáles los yacimientos idóneos para su posterior

estudio. Dicha metodología nos facilita asimismo el acercamiento a los “mapas mentales”⁶³ de aquellos primeros ferrones de Bizkaia. De este modo podemos intuir los diversos factores que influyeron en la elección de un determinado lugar como asentamiento metalúrgico para aprovechar los recursos minerales de la zona.

Aunque el estudio arqueológico de los criterios por los que el maestro ferrón eligió instalar su taller de producción en un determinado lugar no es siempre fácil, porque en los asentamientos vizcaínos entran en juego numerosos factores que condicionaron aquella elección. Y el caso es más complejo aún si atendemos a las hipótesis que parecen cumplir algunos yacimientos de ferrería de monte en Bizkaia: trabajo estacional, posible transporte de mineral a talleres más alejados, etc.

Por lo tanto, somos conscientes de que la razón de cada una de estas localizaciones del inventario vizcaíno no la deberíamos de buscar tanto en sus factores internos sino, más bien, en la interrelación entre yacimientos y el territorio. Lo que Mannoni denomina “pasar de la monografía del lugar a la historia del territorio” (MANNONI y GIANNICHECKDA, 2004). Son esas interrelaciones que establecemos en el territorio las que nos facilitarían las características generales para identificar un yacimiento tipo en Bizkaia cuyos restos hemos de aprender a identificar trabajosamente sobre el paisaje actual. Un paisaje que se muestra tremendamente dinámico y cambiante tanto desde el punto de vista humano como erosivo.

Como se aprecia en el nuevo mapa que presentamos de esta antigua tecnología, son decenas y decenas los escoriales que han perdurado en unas mínimas condiciones de conservación hasta nuestros días, hasta llegar al número de 163 en el año 2010 y 170 en la actualidad. Estas cifras han convertido estos yacimientos en uno de los tipos de yacimientos arqueológicos de época histórica más abundantes del territorio histórico (es digno de estudio aparte la densidad de yacimientos en el valle encartado de Galdames), y dan muestra de la actividad altamente especializada que aportaba complejidad social y un claro valor añadido a aquellas comunidades rurales de época antigua y medieval que emplearon con destreza este sistema de laboreo manual del hierro.

⁶³ Concepto propio referido a la articulación del territorio y organización del trabajo en su medio natural por parte de aquellos antiguos artesanos del hierro.

Tecnológicamente no podemos afirmar, con los datos que manejamos en la actualidad, que existan diferencias tipológicas entre los escoriales de época romana y plenomedieval ni que se aprecien particularidades zonales en función de la comarca vizcaína en la que se encuentren los restos. A la espera de nuevas investigaciones, los estudios tipológicos de las escorias halladas y la arqueometría de las mismas abren la hipótesis de un mismo sistema tecnológico que estuvo en funcionamiento en Bizkaia durante todo ese tiempo.

A describir dicho sistema nos dedicaremos a continuación, en el siguiente capítulo.

3.5 Publicaciones

Este capítulo se corresponde parcialmente con las siguientes publicaciones:

2011

FRANCO, F.J. Tras las huellas de los primeros ferrones. Estudio, protección y valorización del patrimonio paleosiderúrgico en Bizkaia. Arkeoikuska 2010, Vitoria-Gasteiz. 23-34.

2017

FRANCO, F.J.; ETXEZARRAGA, I. y ALBERDI, X. Los orígenes de la tecnología del hierro en el País Vasco: ferrerías de monte o haizeolak. Kobie Sección Paleoantropología. Bilbao.

3.6 Bibliografía del Capítulo 3

ANTIGÜEDAD, I. 1986. Estudio hidrogeológico de la cuenca del Nervión-Ibaizabal. Contribución a la investigación de los sistemas acuíferos kársticos. Tesis doctoral. UPV.

ARBIDE, I. *et al.*, 1980. Ferrerías en Legazpi, asociación Burdinola, San Sebastián,

ARBIDE, I. y URCELAY, J.M. 1995. Instalaciones primitivas utilizadas para la obtención del hierro en Legazpi”, en Simposi Internacional sobre la farga catalana, Andorra.

BASTERRETXEA, A. 1990. Datos para el estudio de las comunicaciones en Bizkaia durante la época romana. En Simposio sobre la red viaria en la Hispania romana, Institución Fernando el Católico, Zaragoza,

BURILLO, F. y PEÑA, J.L. 1984. Modificaciones por factores geomorfológicos en el tamaño y ubicación de los asentamientos primitivos. En *Arqueología espacial*, 1. Teruel,

BURILLO, F. 1997. Prospección arqueológica y geoarqueología, en *Actas del II encuentro de Arqueología y Patrimonio*, Ed. Ayto. Salobreña,

CAJIGAS, S. 1997. Monografías de pueblos de Bizkaia: Abanto-Zierbena. Diputación Foral de Bizkaia. Bilbao,

COSTIN, C.L. 2001. Craft production systems. En *Feinman, G. y Price, T.D. eds., Archaeology of the milenium.*

COSTIN, C.L. 2005. Craft production, H Maschner ed. *Hadbook of Methods in Archeology*, New York,

GARCIA CAMINO, I. 2006. Origen y consolidación de la sociedad feudal en el País Vasco. En *Historia del País Vasco, Edad Media (siglos V-XV)* Coord. P. Barruso y J.A. Lema. Ed. Hiria, Donostia,

GARCIA SANJUAN, L. , 2005. Introducción al reconocimiento y análisis arqueológico del territorio. Ed. Ariel. Barcelona

GORROTXATEGI, X. y YARRITU, M.J. 1984. Prospecciones arqueológicas en Vizcaya durante 1983. Del Eneolítico a la Edad Media: asentamientos al aire libre, necrópolis y ferrerías de monte. Cuadernos de la sección Eusko Ikaskuntza,

CALLE ITURRINO, E. 1963. Las Ferrerías Vascas. Artes Gráficas de la Santa Casa de Misericordia. Bilbao,

CHAPA, T. y MAYORAL, V. 2007. Arqueología del trabajo. El ciclo de la vida en un poblado ibérico. Akal, Madrid,

EHRENREICH, R.M. 1991. Metalworking in Iron Age Britain: hierarchy or heterarchy?. En R.M. Ehrenreich (ed) Metals in society: theory beyond the analysis. MASCA Research papers in Science and Archaeology, 8,

FRANCO, F.J. 2004. Ferrerías de monte en el macizo de Alén (Artzetales, Sopuerta, Trucíos-Turtzios) en Arkeoikuska 2003, Vitoria-Gasteiz.

FRANCO, F. J. 2006 Ferrerías de monte del sector SE del macizo de Galdames y del sector E de Uribe y N de Bilbao. En Arkeoikuska 2005. Vitoria- Gasteiz.

FRANCO, F.J. 2008. Ferrerías de monte en los macizos de Ganekogorta, Beraskola y Oiz (Alonsotegi, Bilbao), Arkeoikuska 2007, Vitoria-Gasteiz.

FERNANDEZ CARVAJAL, J. A. 2011 Ferrería-molino de Bengola. En Arkeoikuska: Investigación arqueológica,

GASSIOT, E. *et al.*, 2016. Surface surveying in high mountain areas, is it posible? Some methodological considerations. En Quaternary International 402.

GORROTXATEGI, X. Y YARRITU, M. J. 1984. Prospecciones arqueológicas durante 1983. Del Eneolítico a la Edad Media: asentamientos al aire libre, necrópolis y ferrerías de monte, en Eusko-Ikaskuntza . Donostia,

HERRERO, J.M. y VELASCO, F. 1985. Rasgos geológicos y metalogenéticos del extremo oeste de la cadena pirenaica. En: Yacimientos de Zn, Fe y Mg asociados a rocas carbonatadas en la región Vasco-Cantábrica. II Reunión AEGYM. Reocín, Gallarta, Eugui,

Informe Meteorológico año 2001. 2002. Dpto. de Transportes y Obras Públicas del Gobierno Vasco. Dirección de Meteorología y Climatología. Vitoria-Gasteiz

Informe Meteorológico año 2002. 2003.Dpto. de Transportes y Obras Públicas del Gobierno Vasco. Dirección de Meteorología y Climatología. Vitoria-Gasteiz.

LAVAN, L. 2007. Explaining technological change: innovation, stagnation, recession and replacement. In *Technology in transition*, Leiden Boston,

MANNONI, T. y GIANNICCHEDDA, E. 2003. *Arqueología de la producción*. Ed. Ariel, Barcelona,

MARCOS, J. 2003. La metalurgia prehidráulica del hierro: aproximación a las ferrerías secas en Cantabria. *Sautuola: Revista del Instituto de Prehistoria y Arqueología Sautuola* N° 9,

MONTERO, y ROVIRA, S. 2010. Introducción a la Arqueometalurgia. En *Manual de Arqueometalurgia, Cursos de formación permanente para arqueólogos*, Alcalá de Henares,

PEREDA, I. 1997. Aportación al conocimiento de la metalurgia del hierro en los s. XI-XIII en Bizkaia: yacimiento de Oiola IV, en Kobie (*Serie paleoantropología*, n° 24). Bilbao

PÉREZ CENTENO, J.M. y ALBERDI, X. , 2006. Acometida de aguas en el barrio de Astigaribia (Mutriku) en *Arkeoikuska* 06, Departamento de Cultura de Gobierno Vasco.

PEÑALVER, J. Y SAN JOSE, S. 2003. *Burdin Aroko herri harresiak*. Bertan 20. Diputación Foral de Gipuzkoa,

PLEINER, R. 2000. *Iron in archaeology: The European bloomery smelters*. Praga.

QUIROS, J.A., 2014. Dalla periferia: archeometallurgia del ferro nella Spagna nord-settentrionale nell'alto e pienomedioevo. En *L'archeologia della produzione a Roma (Secoli V-XV)*, Roma,

ROYO, M. A. 1997. *Gordexola: estudio histórico-artístico*, Diputación Foral de Bizkaia, Bilbao,

RUIZ URRESTARAZU, E. y GALDOS, R, 1989. El clima de la vertiente atlántica del País Vasco, en *Ibaiak eta haranak* 1. Ed. Etor, San Sebastián,

UGARTE, J.L. y URTEAGA, M. 2014. *Arqueología del hierro medieval. Los escoriales del distrito de Legazpi*. Boletín Fundación Arkeolan, 17, Irun.

UNZUETA, M. 2015.Ferrería romana de Loiola, en Arkeoikuska 2014. Gobierno Vasco, Vitoria-Gasteiz.

WICKHAM, C. 2008.Rethinking the structure of the Early Medieval Economy in The long morning of medieval Europe,

CAPÍTULO 4

El sistema de producción en las ferrerías de monte

Excavaciones selectivas desarrolladas en Bizkaia

Capítulo 4.

El sistema de producción en las ferrerías de monte

Excavaciones selectivas desarrolladas en Bizkaia

SUMARIO: 4.1. Introducción. 4.2. El ciclo de producción del hierro antiguo desarrollado en Bizkaia: 4.2.1. El aprovisionamiento del mineral. 4.2.2. Abastecimiento de materia prima u obtención de la energía. 4.2.3. Abastecimiento de materia prima u obtención de la energía. 4.2.4. Mercado o consumo. 4.3. Técnica de diagnóstico: la prospección geofísica. 4.4. Las excavaciones practicadas en Bizkaia Occidental. 4.4.1. Ferrería de monte de Callejaverde. (Muskiz). 4.4.2. Ferrería de monte de Peñas Negras (Ortuella). 4.4.3. Ferrería de monte de Arrastaleku 1 (Bilbao). 4.4.4. Ferrería de monte de Peña Helada 1 (Galdames). 4.5. Definiendo un taller ferrón de época plenomedieval en Bizkaia. 4.5.1. Primeras conclusiones acerca de las ferrerías de monte plenomedievales. 4.5.2. El ámbito tecnológico vizcaíno. 4.5.3. En busca de modelos regionales. 4.6. Publicaciones. 4.7. Bibliografía del Capítulo 4.

4.1 Introducción

En este capítulo vamos a tratar, primeramente, de determinar, cuáles han sido los procesos tecnológicos asociados al trabajo del hierro antiguo en el territorio y a la obtención del metal (qué recursos usaban, qué residuos generaban, qué fines perseguían aquellos artesanos del hierro) así como definir cómo identificar y documentar sus restos arqueológicos. Para ello, expondremos el ciclo de trabajo o cadena técnico-operativa empleada en un taller artesanal de una ferrería de monte de época medieval que hemos podido documentar posteriormente en Bizkaia.

Un objetivo esencial para nuestra investigación era, tratar de esclarecer cómo la sociedad vizcaína en la Antigüedad y en la Edad Media resolvió la necesidad tecnológica que se le presentaba a la hora de transformar un mineral en metal. Para este fin, tras el análisis del inventario vizcaíno, seleccionamos 5 ferrerías de monte cuya excavación nos permitiera

obtener las características generales de aquel sistema producción utilizado y, al tiempo, mostrar su importancia como documento histórico-arqueológico (FRANCO, 2014).

Para afrontar esta nueva fase de excavaciones, iniciamos una nueva andadura junto con otros equipos de trabajo que dirigieron la intervención arqueológica en yacimientos previamente seleccionados según nuestra línea de investigación. Entre 2007 y 2010, con la empresa Ondare Babesa S.L., realizamos las intervenciones en los yacimientos contiguos de Callejaverde I y II (Muskiz); y entre 2012 y 2015, bajo la dirección de Iosu Etxezarraga y Xabier Alberdi (integrados en nuestro Equipo de Arqueología del Museo de la Minería del País Vasco desde el 2014), se volvieron a obtener documentos arqueológicos relevantes en los yacimientos de Peñas Negras (Ortuella), Arrastaleku 1 (Bilbao) y Peña Helada 1 (Galdames).

También en este capítulo vamos a intentar precisar cuáles han sido las herramientas operativas empleadas (selección de yacimientos, prospecciones geofísicas, excavación y arqueometría) capaces tanto de abordar la complejidad habitual que presentan estos yacimientos arqueometalúrgicos, como de caracterizar el trabajo realizado en las ferrerías plenomedievales de Bizkaia.

Por último, tras analizar los avances producidos en estas excavaciones, discutiremos los nuevos argumentos para el debate sobre la evolución diacrónica y tipología de los hornos de reducción del hierro en Bizkaia, con el objetivo ir definiendo un modelo de desarrollo regional en este territorio histórico.

4.2 El ciclo de producción del hierro antiguo desarrollado en Bizkaia

Reconstruir todos los pasos necesarios para la obtención final de un objeto elaborado en hierro nos puede dar idea de la laboriosidad que implica este proceso metalúrgico (véase figura 46). Esto es en parte debido a que el proceso técnico necesario para obtener metal a partir de la forma que se presenta en la naturaleza, es más complejo que en el caso de otros metales (oro, plata, cobre, estaño, etc.) pues su temperatura de fundición es la más alta de los metales usados en la Historia (1.538 °C), circunstancia que condicionó la manera de trabajarlo (en estado sólido y mediante forja en caliente) al no poder los hornos de la época alcanzar tal temperatura (MONTERO, 2014).

Sin embargo, a pesar de los inconvenientes técnicos, es cierto que cuando el hierro logra entrar en una sociedad, se convierte en un recurso estratégico esencial, a causa sobre todo de sus propiedades mecánicas. El ciclo del hierro pasa a ser entonces una pieza clave de los medios de producción capaz de optimizar multitud de procesos de trabajo (GENER, 2010). Además, la organización económica en torno al trabajo del hierro consigue que la

mayor parte de la sociedad acceda a estos productos, insertando el trabajo del herrero en los poblados y realimentando así toda la cadena. (CHAPA ;MAYORAL, 2007).

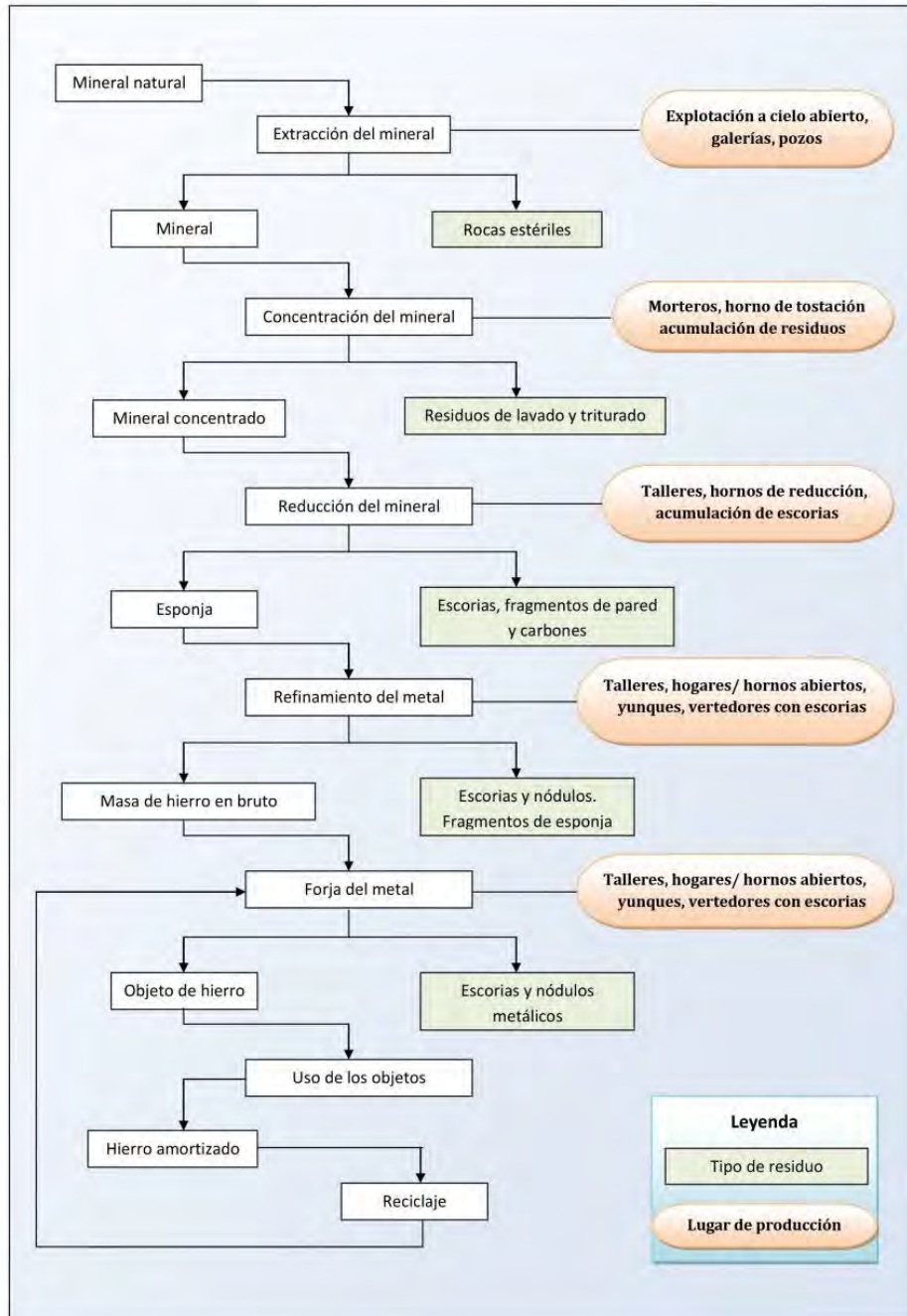


Figura 46. Esquema de la cadena operativa del método directo de reducción del hierro. Fuente: SERNEELS, 1997 y adaptación propia

Como podemos apreciar en la Figura 46 (columna de la derecha), la metalurgia del hierro es una actividad ciertamente sucia y contaminante que, afortunadamente para los arqueometalurgistas, deja gran cantidad de residuos allá donde se desarrolla, diversas fases o momentos de la producción (ROVIRA y RENZI, 2010): cuando se lava, almacena y tritura el mineral, por ejemplo, que deja fragmentos de mineral y ganga en el sitio en el que se realiza la operación; o en el momento de usar estructuras de fuego abiertas (hornos de tostación o calcinación) u hornos de reducción, que aparecen las escorias, los cenizales carbonosos y las propias estructuras de fuego residuales.⁶⁴

Como podemos intuir, al igual que ocurría en la fase de la prospección, es muy importante la formación de arqueólogos especialistas en producción capaces de identificar en el proceso de excavación los diferentes tipos de restos que produce una ferrería de monte. Asimismo, también es importante determinar a cuál de las fases del trabajo referidas en el gráfico anterior se corresponderían. No es lo mismo un fragmento de mineral de hierro de un tipo que otro, y su aspecto no es igual si el mineral se ha machacado o ha pasado ya por un proceso de calcinación (que dejaría posiblemente unas finísimas vetas blanquecinas en la superficie interna de la hematites según la experimentación practicada). Tampoco es lo mismo una escoria de sangrado, que una escoria del fondo de horno o calota, una escoria vitrificada, o, las minúsculas láminas y gotas que se desprenden en una actividad de forja, etc. Todo esto nos ofrece una información muy relevante que de cara a identificar cuál es el tipo de producción metalúrgica que estamos documentando y que no puede quedar de ningún modo en ese “tintero” que es la terrera de la excavación arqueológica.

⁶⁴ Aunque la mayor parte del metal es retirado por el artesano metalúrgico para ingresarlo en otras cadenas productivas, siempre hay partes minúsculas que quedan en el lugar de trabajo. Las escorias y cenizas se suelen retirar al escorial pero siempre queda algo tras la operación de limpieza en el suelo original. Por último, de las estructuras de combustión, sus restos serán tanto más evidentes cuanto más complejas sean (ROVIRA, S. Y RENZI, M. 2010). Esta última afirmación, en el caso de los hornos de reducción hallados en Bizkaia, pondría de relevancia su complejo diseño técnico: (el hecho de embutir parte del horno realizando un corte en la ladera también ha favorecido la conservación de los hornos que describiremos en este capítulo).

Dado que para comprender e interpretar adecuadamente los restos de estas producciones de hierro es necesario aprender a integrarlos dentro de su cadena operativa (*chaîne opératoire*: HUMPHRIES, y REHREN, 2014), vamos a describir a continuación la **cadena técnica operativa del hierro**, si bien entendida ésta como una secuencia de acciones que realizaban los mineros, carboneros, ferrones y herreros vizcaínos en la Antigüedad y Medioevo, implicadas en la producción de un artefacto (COMENDADOR, 2010; MARTINON-TORRES, 2002).

Esta secuencia que constaba teóricamente de cuatro fases:

- El aprovisionamiento del mineral
- El abastecimiento de materia prima u obtención de la energía
- La organización del trabajo en una ferrería de monte de Bizkaia en la Edad Media
- El mercado o autoconsumo

4.2.1 Aprovisionamiento del mineral

El proceso de transformación del mineral de hierro comienza desde su extracción en las minas. En el caso de Bizkaia, cuyo suelo se ha caracterizado la por abundancia y buena calidad del mineral de hierro suponemos, y precisamente por ese motivo, que la extracción del mineral en la Antigüedad y Edad Media se efectuaba en lugares accesibles y en superficie, mediante pequeñas explotaciones en forma de cantera a cielo abierto. Sin embargo, solo tenemos constancia de tres casos (debido probablemente a la sobreexplotación histórica de las veneras⁶⁵) asociados a ferrerías de monte en Bizkaia (citados en el capítulo anterior), y que no disponen aún de datación.

⁶⁵ Tanto en la prehistoria como en la historia, la minería es una actividad que muestra una fuerte tendencia a superponerse de forma reiterativa en los mismos puntos del paisaje debido a los avances tecnológicos en lugares que anteriormente habían sido dados por improductivos (GARCIA SANJUAN, L., 2005).



Figura 47. Labores de minería en superficie. Fuente: maqueta de un ferrería de monte. Museo de la Minería del País Vasco.

La elección de la clase de mineral que se iba a extraer para utilizar en estos hornos parece que no se reducía exclusivamente a una cuestión de pureza, sino que otras características físicas, como la dureza, por ejemplo, podían ser también factores determinantes. Ya hemos mencionado que a día de hoy tan sólo se ha podido constatar, en las antiguas instalaciones que se trabajaron a lo largo del territorio, la presencia del hematites rojo⁶⁶ u oligisto (Fe_2O_3) con casi un 70 % de contenido de hierro y más fácil de desmenuzar que otros óxidos de su familia con una ley de hierro similar, como la goetita, por ejemplo (PEREDA, 1997; FRANCO, 2010).

4.2.2 Abastecimiento de materia prima u obtención de la energía

Una vez extraído el mineral, hacía falta reunir la materia prima necesaria para su transformación. La opción elegida fue el carbón vegetal por su superior poder calorífico frente a la madera, lo que provocó una deforestación⁶⁷ intensa del entorno de la ferrería de

⁶⁶ Popularmente conocido en Bizkaia como “vena”, porque los mineros de época industrial salían de la mina teñidos de un rojo sangre.

⁶⁷ Según los estudios antracológicos practicados parece que tenían cierta preferencia por el roble y haya. En el capítulo 5 nos extenderemos más al respecto.

monte, en una etapa histórica caracterizada por el carácter boscoso y la abundancia de la vegetación autóctona (GOGEASCOECHEA, 1996)⁶⁸.



Figura 48. La actividad del carboneo era realizada fuera del taller ferrón. Fuente: Maqueta ferrería de monte Museo de la Minería del País Vasco

No obstante, parece que la obtención del combustible no supuso un serio problema para los antiguos ferrones. Aunque desconocemos el ritmo de tala, hemos de pensar que el carboneo estaba dentro de un proceso de explotación racionalizado del bosque. De hecho, hay que tener en cuenta que la madera es una fuente de energía de tipo no renovable si está sometida a uso intensivo, por lo que para que no se agote tiene que ser gestionada adecuadamente. En palabras de la medievalista Isabel del Val: *“El concepto y el conocimiento del medio en el medievo estaba clarísimo. Protegían mucho tanto lo que se refiere al agua como al monte que también lo protegían mucho. Tenían unas políticas de protección muy claras...en una época en la que el tránsito por el bosque y el aprovechamiento del mismo era mucho más habitual de lo que pensamos”*⁶⁹

Para finalizar este apartado sobre el aprovechamiento energético, no quisiéramos obviar la necesidad de esa fuente de energía que se supone casi inagotable y que no se suele valorar de forma justa: la energía humana desarrollada a lo largo de todo el ciclo de producción del hierro. En distintos momentos de nuestra investigación hemos podido constatar evidencias

⁶⁸ El análisis de las condiciones naturales originales para las haizeolak vizcaínas y los estudios antracológicos realizados al respecto, se encuentran descritos con detalle en el próximo capítulo dedicado a la arqueometría de materiales.

⁶⁹ Palabras recogidas de la profesora de Historia Medieval de la Universidad de Valladolid Maria Isabel del Val en la revista Aranzadiana n° 127. Donostia, 2006.

que materializan el trabajo “manual” y, por tanto, la energía que los artesanos desarrollaron en las diversas fases de trabajo que, se producían en el taller ferrón.

De este modo, hemos comenzado a considerar conceptos relacionados con la organización del trabajo, como son las propias tareas a realizar, el tiempo necesario para llevarlas a cabo, o la fatiga del individuo, por ejemplo (MANNONI y GIANNICHECKDA, 2004), cuestiones que conformarán algunas de las características de lo que podríamos denominar *Homo Faber ferrón*.⁷⁰

4.2.3 La organización del trabajo en una ferrería de monte de Bizkaia en la Edad Media

En esta fase neurálgica del ciclo productivo del hierro prehidráulico, esto es, el trabajo en el taller metalúrgico propiamente dicho, los artesanos procuran primero el acondicionamiento del sitio productivo y producen, después, la transformación fisicoquímica de los materiales. En este proceso de producción, que busca la obtención de metal de manera económicamente viable, se consigue reducir el óxido de hierro a hierro metálico, sometiendo el material a una temperatura específica en la atmósfera reductora de un horno, (HUMPHRIES y REHREN, 2014).

A finales del siglo pasado, se podría decir que ya estaban documentadas de un modo general todas las fases del proceso de beneficio del mineral de hierro gracias al yacimiento mejor investigado en Bizkaia hasta ese momento, Oiola IV (S. X-XIII): tostación-reducción-forja primaria. Las unas, gracias a las evidencias (hornos de tostación y forja) y, las otras, por el estudio arqueométrico de las escorias ante la ausencia de hornos de reducción (LARRAZABAL, 1997).

En la actualidad, combinando los resultados de las diversas excavaciones que hemos practicado en el oeste vizcaíno, hemos logrado precisar con mayor detalle aún la disposición espacial del taller ferrón (que puede contener lugares de habitación temporal,

⁷⁰ Aquél que fabrica algo con sus propias manos y la ayuda de herramientas; aquél en definitiva, que consigue *extraer algo de lo que está dado, convertirlo en algo hecho, consagrarlo a un uso particular y emplearlo* (FLUSSER, 2002; COMENDADOR, 2010)

almacenamiento de agua, depósitos de materias primas, etc.) y la cadena técnico-operativa completa que se desarrolla en la propia ferrería de monte.

El trabajo realizado también nos ha permitido conocer que un ferrón experto en un taller metalúrgico de este tipo, emplearía unos tres días de trabajo (si tenemos en cuenta el secado del horno) desde la preparación del mineral y construcción del horno hasta la depuración del primer tocho de metal (FRANCO, 2014).

A continuación vamos a señalar, de un modo general, las fases de trabajo dentro del taller de ferrería de monte de época medieval, pero adaptadas a las características de la industria que hemos identificado en Bizkaia, por lo que no vamos a contemplar, por ejemplo, la secuencia que se realizaría en otro tipo de hornos, o el uso de fundentes que sí se añaden en otros ámbitos tecnológicos, etc.

1) Construcción del horno

El horno de reducción es el elemento central del taller de producción. Está compuesto por piedra arenisca como material constructivo (característica de amplias zonas de Bizkaia) con alto poder refractario. El material que consolida el alzado del horno junto con estas areniscas es la arcilla humedecida, que también recubre las paredes internas del mismo (figura 49), con el fin de favorecer el aislamiento térmico suficiente para soportar temperaturas en torno a los 1.100-1.300°C.⁷¹



Figura 49. Fragmento de pared interna de horno escorificada. Se aprecia en este caso cómo la escoria ha penetrado en la arcilla que aísla el interior del horno. Yacimiento Castaños 1 (Galdames)

⁷¹ Más información sobre la composición de las pastas de las paredes del horno en el capítulo 4 sobre arqueometría.

Las dimensiones de estos hornos evidentemente no son arbitrarias, y responden a una conjunción entre distintas variables técnicas que hacen posible alcanzar dicha temperatura y una atmósfera reductora. Para ello es necesario además; la aportación de aire (comburente) mediante un fuelle en el caso de los ferrones medievales vizcaínos. Este hecho determina, por ejemplo, la anchura del horno, (frente a la tobera se encuentra una pared inclinada a 45°) que está condicionada por la profundidad de penetración del chorro de aire. Si fuera mayor habría zonas frías, y si fuera menor, un sobreconsumo de combustible y una atmósfera oxidante en exceso (BAMBERGER, 1985; ROVIRA, S. y RENZI, 2010).

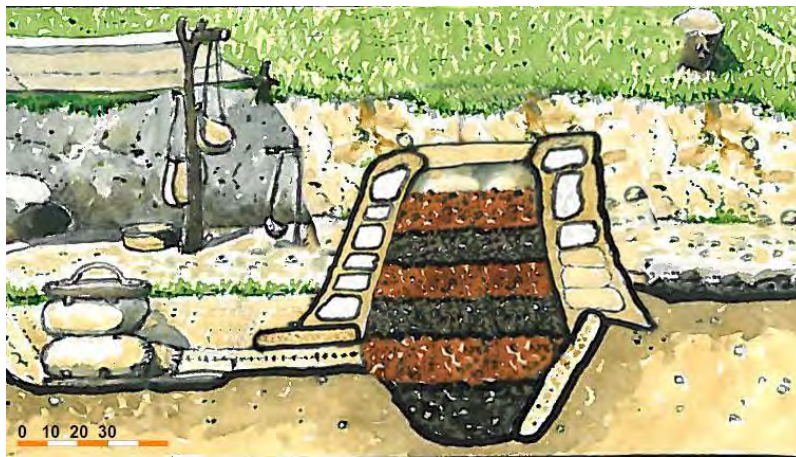


Figura 50. Recreación de la sección de un horno plenomedieval en Bizkaia. Sobre la pared inclinada estaría la hipotética zona de rotura y descarga del horno. Sin embargo, las hipótesis al respecto están abiertas porque nuestro registro arqueológico llega a poco más altura que ese punto. Dibujo: Fernando Hierro.

2) Lavado del mineral, tostado y triturado

El mineral que se va a utilizar en la ferrería se encuentra combinado en rocas, las cuales contienen elementos indeseados denominados ganga. Por ello, debe ser acondicionado para favorecer el posterior proceso de fusión. Gracias a la arqueología experimental⁷² (CREW, 1991; DUNGWORTH & DOONAN, 2013; GALLEGO, 2014, FRANCO, 2014), se cree que en el proceso de producción del hierro se realizaba una preparación inicial del mineral,

⁷² La arqueometalurgia experimental es una gran ayuda para caracterizar estos contextos. En cierta manera podíamos afirmar que es una ventaja que los procesos que se dan en las haizeolak no dependan tanto de cuestiones culturales como de las leyes inmutables de la física y la química. (ROVIRA, y RENZI,, 2010)

lavándolo para eliminarle parte de la ganga que traía adosada⁷³. La humedad y los agentes atmosféricos como el frío o el calor, favorecerían el agrietamiento de los fragmentos de mineral y, por lo tanto, su permeabilidad a la circulación de los gases reductores por su interior.

Seguidamente el mineral se extendía junto con leña abundante, en unos grandes hornos al aire libre denominados “de tostación o calcinación”. Las dimensiones de estos hornos, según los datos del yacimiento de Oiola IV (Trapagaran), eran variables, pudiendo llegar a los 2,50 m. de longitud por 1 o 1,5 m. de anchura, semiexcavados en el terreno y contando con unas hiladas de piedra arenisca alrededor (PEREDA, I. 1997)⁷⁴.

Con posterioridad a la calcinación, se trituraría el mineral en un mortero hasta conseguir el tamaño de fragmentos adecuado para el proceso de reducción que se elaborará en el horno bajo.

⁷³ En la industria siderúrgica moderna, aún existían dos tipos reconocidos para separar el mineral y la ganga antes de la fundición. Uno de ellos relacionado con el agua, es la separación por densidad donde se sumergen todas las rocas en agua (el agua tiene una densidad intermedia entre la ganga y el mineral de hierro), y otro, la imantación (no recomendable en el caso de la hematites, que no es magnética).

⁷⁴ De este estilo hemos constatado hornos similares en la excavación del yacimiento de Peña Helada 1 (Galdames), aunque sin embargo, en el yacimiento de Peñas Negras (Ortuella), el horno de tostación que hemos documentado es estrecho y largo (30 por 120 cm aproximadamente) y excavado en el terreno. En estos hornos de escasa entidad se alcanzarían temperaturas en torno a los 600-700°C (una temperatura superior podría dar lugar a fusiones parciales) que calcinarían el mineral para asegurar una mejor reacción al calor. Con este proceso el ferrón obtenía un mineral exento de agua, y mucho más poroso y quebradizo.

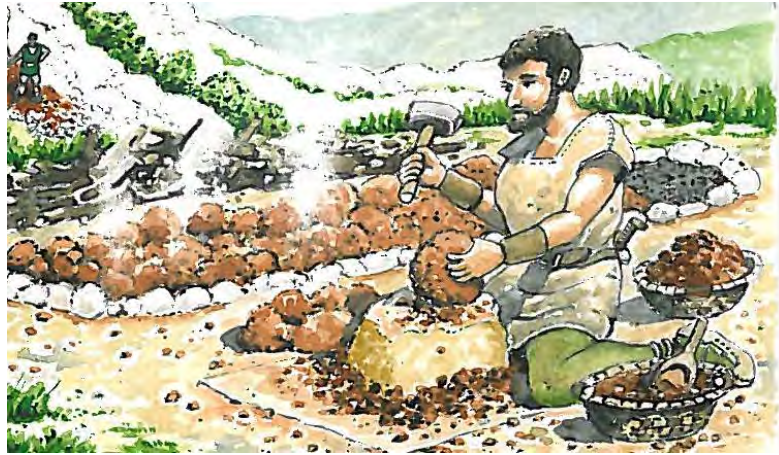


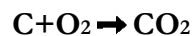
Figura 51. . Horno de calcinación de mineral junto al mortero para machacado del mismo. Dibujo: Fernando Hierro.

3) La carga del horno y el proceso de reducción

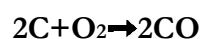
Este es, sin duda, el momento clave de todo el ciclo del hierro y donde se pone a prueba la capacidad técnica de los maestros ferrones transmitida de generación en generación. Es también la etapa en la cual se producen la mayoría de las transformaciones físico-químicas en la materia prima.

El sistema básico de obtención del hierro a partir de un óxido de hierro y a través de un proceso pirotécnico, es el que conocemos como proceso de reducción directa. Para ilustrar el caso vamos a seguir la descripción del proceso propuesto por el especialista Marc Gener (GENER, 2010).

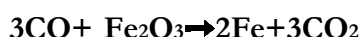
El proceso de reducción comienza tras encender el fondo del horno con algo de leña y abundante carbón. De este modo se inicia el proceso de combustión del carbón, que seguiría la siguiente fórmula:



Es decir, Carbono (carbón)+Oxígeno (aire) = Dióxido de Carbono. Esto es lo que ocurriría en condiciones normales. Pero sin embargo en el horno, debido a la acumulación de carbón y mineral que se carga por la zona superior, no hay una circulación libre del aire que se insufla mediante el fuelle, y la combustión se produce con déficit de oxígeno en una estructura más o menos cerrada. El carbón no puede entonces arder libremente y se produce esta reacción:



Es decir, que 2 Carbono (carbón) + Oxígeno (aire) = 2 Monóxido de Carbono (CO). El monóxido de carbono además de ser tóxico⁷⁵ es altamente reactivo. Así, el carbón arde en una atmósfera reductora y rica en CO, que toma el oxígeno del mineral (porque el del aire se ha consumido en la combustión) y que se reconoce porque produce una característica llama azulada⁷⁶. Si asumimos que el mineral usado en las haizeolak de Bizkaia es hematites (Fe₂O₃), tenemos:



Así pues, el Monóxido de Carbono reacciona con el Óxido de Hierro hasta aislar el hierro metálico, que es lo que queremos obtener, y liberar Dióxido de Carbono (humo).

A todo este proceso químico para generar una adecuada atmósfera reductora, se une el hecho de que para que se produzca la reacción del gas con el óxido de hierro es necesario alcanzar altas temperaturas dentro del horno.

En este proceso térmico, a los 800°C se comienza a obtener una esponja pastosa de hierro mezclado con escorias denominada tocho o lupia (agoa en euskera), que es necesario separarla de la ganga sobrante para compactar el metal. Esto se consigue al alcanzar el horno la temperatura aproximada de entre 1.100 o 1.300°C y mantenerlo, momento en el que la escoria formada por el silicato de hierro, parte del óxido ferroso y una masa vítrea con el resto de componentes, adquiere la viscosidad necesaria para segregarse y fluir en parte por los laterales internos del horno hacia el fondo del horno, o hacia al exterior en otros modelos con un sangrado más claro que en el nuestro⁷⁷. El resultado final es una masa de hierro esponjiforme, compuesta por hierro metálico, escoria solidificada y fragmentos de mineral sin reducir y carbón, a la que se le denomina también lupia. En este

⁷⁵ La toxicidad de este proceso junto con su peligrosidad es, como hemos mencionado, uno de los principales factores por el cual las haizeolak se ubican fuera de lugares poblacionales, y el que hace que hoy día también, la fundición siderúrgica sea considerada aún en el ranking mundial de profesiones, como el oficio más tóxico y peligroso (dato extraído de los recursos on-line del Curso básico de formación en Prevención de Riesgos Laborales de UGT).

⁷⁶ Uno de los mejores estudios en la actualidad sobre las diferentes coloraciones que va adquiriendo la llama del horno en su proceso de reducción es el propuesto por J.M. Gallego en el I Coloquio de Arqueología Experimental y Paleosiderurgia (GALLEGO, 2014).

⁷⁷ Tal es el caso documentado en la zona de Pirineos franceses (BEYRIE, 2002), donde se constata el sangrado al exterior en hornos del S. III a. C. mediante una abertura en la parte baja de un horno.

último momento es probable que los ferrones vizcaínos aislasen esta esponja de hierro incandescente manipulándola desde el exterior con ayuda de una barra y extrayéndola por la parte superior de la pared en rampa. Esta acción se llevaría a cabo, si el horno tuviese un hipotético desarrollo en altura, rompiendo parte de la chimenea (ver figura 52), o bien sacándolo por la parte superior del vaso del horno si estos fueran exclusivamente abiertos.



Figura 52. Extracción de la lupia de hierro o “agoa” al final del proceso de reducción en un horno vizcaíno por su parte superior, al que en este caso se ha añadido una hipotética chimenea. Dibujo: Fernando Hierro.

Teniendo en cuenta el dato de que el punto de fusión del hierro es 1.538°C , percibimos que la técnica empleada (denominada “método directo”) en nuestras haizeolak, para transformar el mineral de hierro en un hierro bajo en carbono, es un procedimiento ciertamente “imperfecto”, aunque suficientemente “rentable” para permitir obtener un hierro metálico en estado pastoso y con impurezas adosadas.

Existen estudios que avalan la utilización de fundentes para ayudar a evacuar las escorias, empleándose principalmente para ello caliza, cenizas de helecho, arena y arcilla (MANNONI, y GIANNICCHEDDA, 2004; ROVIRA, y RENZI, 2010). Pero los análisis de escorias realizados en diversas ferrerías de monte de Bizkaia desestiman esta posibilidad en nuestro entorno, tal y como ya constataba Larrazabal en los análisis de los yacimientos vizcaínos de Oiola II (S. III-IV) y Oiola IV (S. X-XIII) (LARRAZABAL, 1997), y volvemos a documentar en las escorias de Arrastaleku 1 (FRANCO y GENER 2016).

Por tanto, hemos de concluir que la ganga que acompaña a los óxidos de hierro en nuestra zona de estudio contiene los componentes químicos necesarios para que se pueda reducir

directamente; sin necesidad de otros aditivos. Es aquello que Salvador Rovira denomina “minerales autofundentes” (ROVIRA, y RENZI, 2010), y que una transmisión de conocimiento no escrito de algunos metalúrgicos e ingenieros colaboradores del Museo de la Minería del País Vasco denominan del mismo modo⁷⁸.

4) Afinado final: forja primaria (“Golpeando el hierro mientras esté caliente”)

Este último paso realizado en el lugar de producción influye decisivamente en la calidad final del tocho de hierro. Una vez extraído el tocho de hierro metálico por la parte superior de la pared en forma de “rampa”, la consolidación en nuestras haizeolak, se lleva a cabo mediante la técnica termomecánica del forjado. La lupia obtenida ha de ser depurada mediante el golpeo “in situ” de la masa de hierro aún caliente y sobre una superficie dura, como alguna piedra grande del lugar (como la hallada, por ejemplo, en la excavación de Callejaverde II –Figura 53-). Para favorecer la compactación del producto, también se solía golpear con mazos de madera para evitar la rotura del tocho obtenido (PLEINER, 2000)⁷⁹.

En todo este proceso el metal se deforma, cerrándose los huecos que pudieran haber quedado en su interior, mientras que las impurezas se van eliminando a fuerza de golpes, ya sea triturando las inclusiones sólidas o expulsando la escoria que por efecto del calor está en estado líquido o semilíquido (GENER, 2010). Un ejemplo de estas escorias de forja primaria o afino, ha sido hallado en Arrastaleku 1, lo que viene a confirmar la existencia de este tipo de operaciones de afino de la lupia in situ en el propio asentamiento metalúrgico (ver Capítulo 4).



Figura 53. Yunque de forja primaria hallado en la excavación de Callejaverde II. Aún presenta restos de escoria adosados mediante el calor en el centro. Fotografía: José Ángel FERNÁNDEZ.

⁷⁸ Estas personas precisan que en fundiciones como Altos Hornos de Vizcaya, era conocido que la hematites roja aportaba calor a la reacción a partir de que toma los 800 grados centígrados de temperatura aproximadamente, lo cual evidentemente facilitaría su fundición e incrementaría exponencialmente su eficiencia y atractivo.

⁷⁹ Era un tratamiento preliminar de limitada eficiencia y sobre todo muy difícil, porque la escoria enfría muy rápido y el conglomerado puede a menudo fracturarse. Por eso era necesario artesanos con experiencia precisa al respecto.

Una vez preforjada la materia prima, para proporcionarle una mayor calidad al producto, se cree que se podría realizar, en la misma ferrería de monte, una nueva fase de calentamiento en la que de nuevo se introduciría la lupia en un horno ubicado al aire libre, denominado de forja, de menor entidad que el de reducción. Al respecto, existen documentados varios ejemplos documentados in situ en el yacimiento de Oiola IV (PEREDA, 1997) que avalan esta hipótesis, aunque en el resto de yacimientos investigados en Bizkaia no se ha podido confirmar tal extremo, apuntando a un procedimiento de forja fuera del yacimiento, en el poblado en este caso⁸⁰.

4.2.4 Mercado o autoconsumo



Figura 54. Herrero del S. XII. Pórtico de la Iglesia de Santa M^a la Real de Sangüesa.

Esta es la última fase del ciclo de producción del hierro antiguo desarrollado en Bizkaia en la Antigüedad y Edad Media. Tras conseguir la forma básica necesaria para su transporte, se abandonaría el sitio productivo para trasladar a los poblados el tocho de hierro obtenido en la ferrería de monte.

En los lugares de habitación se terminaría el ciclo del hierro, dando lugar a un posible mercado o autoconsumo del objeto final obtenido. Aquí se trabajaría en instalaciones en teoría más cómodas, donde los herreros forjarían de nuevo el hierro para obtener, mediante su afinado, productos diversos como clavos, herraduras, aperos de labranza, armas, etc.

⁸⁰ Cuanto más se forje el metal, más se puede librar de inclusiones, o al menos distribuir las de forma homogénea pero nunca quedará limpio del todo dado que las impurezas son unas de las principales características del hierro obtenido mediante el proceso de reducción directa

Pero debido a nuestro precario estado de conocimientos, tenemos que contemplar también otras posibilidades fuera de la fragua: el tocho se puede almacenar, comerciar e intercambiar entero o en parte; puede ocurrir que haya centros de redistribución y de elaboración más especializada (como pudo ser el poblado de Bagoeta en Álava—AZKARATE y SOLAUN, 2014)

Aunque el resultado genérico de todo este proceso es el hierro dulce, en los hornos de forja del herrero se podría recubrir el tocho de carbón para carburar o para darle una consistencia más similar a la del acero, de modo que a mayor contacto de la lupia con el carbono, mayor probabilidad de obtener acero y mayor calidad en la aleación. Tampoco se descarta que gracias a la pericia de los artesanos ferrones y a un conocimiento puramente empírico, en ocasiones obtuvieran acero (con un contenido de entre 0,2 y un 2,1% de carbono en masa) de modo directo en el mismo horno de reducción gracias a ciertas variaciones intencionadas (GENER, 2010).

Según Costin, existiría un claro vínculo entre la estructuración de esta actividad productiva secundaria de los herreros en las sociedades locales y el incremento de su complejidad política y social (COSTIN, 2005). Podríamos decir que el actual registro arqueológico de las ferrerías de monte de Bizkaia es un marcador significativo, donde se constata un artesanado eminentemente especializado al menos en la producción primaria. Pero en este sentido, hemos de reconocer que a día de hoy aún es necesario superar el divorcio existente entre estos centros de producción, mejor estudiados, y los contextos de consumo (QUIROS, 2014), de los que desgraciadamente aún nos faltan datos. La realización de análisis integrados de los escasos objetos metálicos hallados en lugares de habitación de la época y de marcadores de producción de las haizeolak podría permitir comprender la biografía del instrumental metálico vizcaíno.

Para concluir esta descripción sobre la cadena técnica operativa completa del hierro prehidráulico en Bizkaia, nos vamos a apoyar en la figura 55 que resume de un modo idealizado el proceso de elaboración del hierro en época plenomedieval en las laderas del antiguo poblado de Bilbao (ubicado en el fondo del valle), antes de la fundación de la villa en 1300.



Figura 55. Reconstrucción figurada del yacimiento de Arrastaleku I (XI_XII) con el pequeño poblado de Bilbao al fondo del valle, junto al arenal.

En la figura podemos observar todas las instancias y circunstancias que determinan este proceso y que podemos dividir siguiendo a Beatriz Comendador en tres grupos (COMENDADOR, 2010):

La propia *cadena técnica* estrictamente manual para transformar un mineral de hierro en un objeto manufacturado cuya elección tecnológica se integra en las comunidades vizcaínas de Plena Edad Media⁸¹.

Los *procesos internos* que se dan en el taller de la ferrería de monte (documentados según las excavaciones que abordaremos a continuación), donde el artesano elige cuáles son los pasos a dar y el orden en la producción.

Por último, los *factores culturales*, que es el conjunto de condicionantes económicos, sociales, territoriales e imaginarios que marcan el modo de hacer hierro en este territorio concreto y permiten reconocerlo entre otras producciones medievales, tanto por el “estilo” de estas

⁸¹ Se aprecian las fases de esta cadena que no se han podido documentar en el entorno de la haizeola: la minería y carboneo, y la posterior fase de la fabricación del producto elaborado que se realizaría en el poblado en la forja del herrero.

manufacturas (PRIETO, 2001) como por las características que tipifican e individualizan nuestros talleres de producción.

4.3 Técnicas de diagnóstico: la prospección geofísica

Uno de los principales objetivos de nuestra investigación, era documentar mediante las excavaciones de algunos escoriales seleccionados en Bizkaia el punto neurálgico de todo este ciclo de producción del hierro. Tarea a priori complicada, ya que las intervenciones arqueológicas llevadas a cabo en las ferrerías de monte, se suelen caracterizar precisamente por entrañar ciertas dificultades desde el punto de vista de su lectura estratigráfica (ROVIRA y RENZI, 2010). Esto es así básicamente debido a que es un espacio donde el propio proceso productivo exige el acarreo y evacuación constante de materiales, tiene diversas estructuras de escasa entidad, y depósitos de pequeños nódulos de carbones y mineral de hierro (PEREDA, 1992), los cuales en ocasiones no se sustancian más que como manchas de cierta coloración. Además, tras la experiencia como estudiante en la excavación de Oiola IV, y los primeros sondeos efectuados en los primeros yacimientos seleccionados, aumentaba el convencimiento personal de que estos sitios de producción tendrían una complicada lectura arqueológica por su estratigrafía ciertamente “horizontal” (FRANCO *et al.*, 2014).

En esta tesitura, en el año 2008 aparece en escena el horno de Callejaverde I (Muskiz) en aparente buen estado de conservación, y la consecuente posibilidad de realizar una excavación en extensión hacia el yacimiento contiguo que denominamos Callejaverde II (FRANCO *et al.*, 2014). Era el momento adecuado para pararse a reflexionar sobre qué tipo de técnicas utilizar para mejorar los resultados a la hora de abordar la excavación. Así decidimos establecer en este lugar un banco de pruebas donde experimentar lo que la prospección geofísica puede aportar a la caracterización de estos escoriales, y planteamos la realización de diversos estudios geofísicos que proporcionasen indicios sobre la localización de nuevos hornos de reducción, pero también sobre posibles lugares de habitación, nuevos datos sobre el volumen de los escoriales, o de otras estructuras asociadas a diversas fases de la producción metalúrgica.

Gracias a la colaboración de una empresa de ingeniería geofísica, se probaron en este lugar durante el año 2009 tres métodos diferentes (ver figura 56): georradar, tomografía eléctrica 3D polo-dipolo y magnetómetro. Los dos primeros son métodos activos (se introducen

señales en el subsuelo para medir su respuesta), y responden a la constante dieléctrica del terreno y a la conductividad eléctrica, respectivamente. El tercero es un método pasivo (se mide la presencia e intensidad de señales asociadas a las propiedades de los materiales enterrados sin emitir señal alguna) y responde a las variaciones de susceptibilidad magnética.



Figura 56. Georadar, tomografía eléctrica y magnetometría en el yacimiento de Callejaverde II (Muskiz).

Como veremos a continuación, únicamente resultó satisfactorio el sistema magnetométrico para localizar un punto que a la postre correspondería a los restos del horno de reducción de Callejaverde II ⁸².

La prospección magnetométrica empleada es un método de empleo sistemático como técnica auxiliar de la arqueología, no sólo para la detección de posibles elementos metálicos de hierro (como los escoriales) (SMELAKOVA *et al.*, 2008), sino, y más importante, por su capacidad para la identificación de zonas donde el efecto del fuego ha producido pequeños, aunque medibles, cambios de la susceptibilidad magnética del suelo. Por ejemplo, uno de los materiales más susceptibles de ver incrementado su magnetismo por la acción humana es la arcilla, sometida a procesos de combustión potentes, como es el caso de los hornos de

⁸² No obstante, hemos de advertir que el uso combinado de los otros dos sistemas, georadar y prospección eléctrica, sí se ha demostrado recientemente eficaz para la prospección en zonas desérticas, como las de Sudán (ULLRICH, 2014; HUMPRIS y CAREY, 2016) donde su uso ha derivado en una nueva técnica de utilización conjunta útil para calcular la volumetría de los escoriales.

reducción de las haizeolak que probablemente llegaron a los 1.300 °C. Cuando se enfriaban las arcillas con las que se construían las paredes interiores de estos hornos, los óxidos de hierro presentes en su composición (magnetita, hematita y maghemita); se magnetizaban por el efecto del calor y alineaban entonces con el campo magnético terrestre. Esta nueva magnetización quedaba fijada en las arcillas cocidas durante miles de años. Este fenómeno, que se denomina termorremanencia (GARCIA SANJUAN, 2005), lo hemos aprovechado para detectar hornos de reducción mediante sensores adecuados, en base a su contraste con otras zonas del yacimiento en el que la termorremanencia no se ha visto alterada (CLARK, 1996).

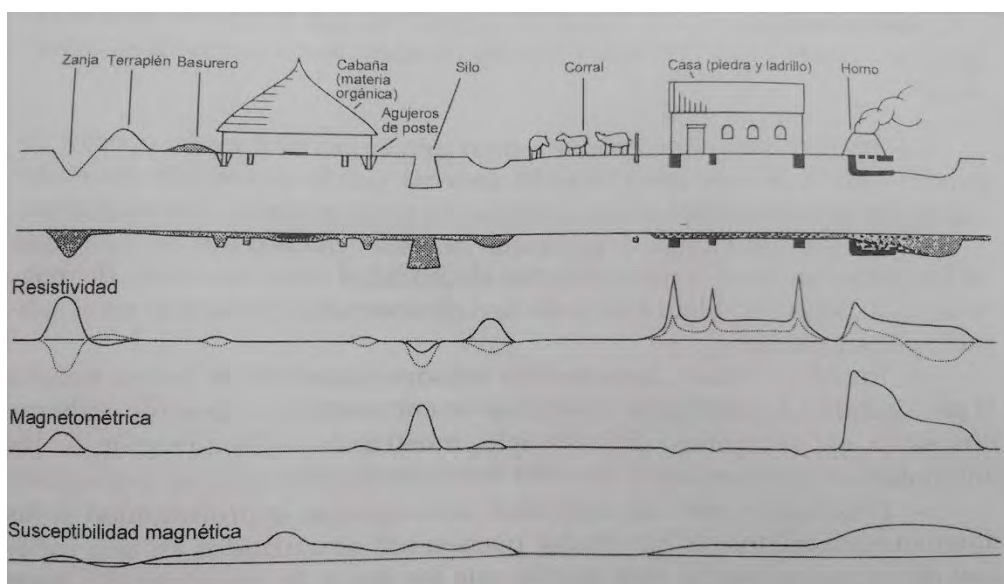


Figura 57. Respuesta de diferentes tipos de estructuras arqueológicas a determinados métodos de prospección geofísica (a la derecha se observa claramente la respuesta del horno respecto a la magnetometría). Fuente: CLARK, 1996.

En Bizkaia disponíamos de un antecedente del uso de estudios magnéticos previos en una ferrería de monte, concretamente en el yacimiento de Tresmoral 6 (Sopuerta), donde la magnetometría ayudó a identificar dos áreas que a la postre coincidirían con grandes hornos de tostación del mineral de hierro⁸³.

⁸³ El descubrimiento de dichos hornos de tostación del mineral de hierro fue lo más relevante de aquella intervención practicada en el año 1992 por Inmaculada Martín (MARTIN, 1992)

Por nuestra parte, la prospección magnetométrica realizada en Callejaverde II (S. XIII), consistió en medir la intensidad del campo magnético en una serie de puntos (303) sobre el área donde se iba a proceder a la excavación. Estos puntos los distribuimos sobre una malla regular de metro por metro en la extensión del yacimiento. Con este procedimiento obtuvimos un mapa de isovalores con la distribución de la intensidad del campo magnético sobre el cual se realizó la interpretación arqueológica. Tal y como se aprecia en la gráfica resultante (ver figura 58) se detectó un pico significativo en la zona superior del área planteada que se diferenciaba del magnetismo “normal” de su alrededor (no termorremanente). En la posterior campaña de excavaciones realizada se confirmó que este punto se correspondía con los restos del segundo horno de reducción hallado en el yacimiento.

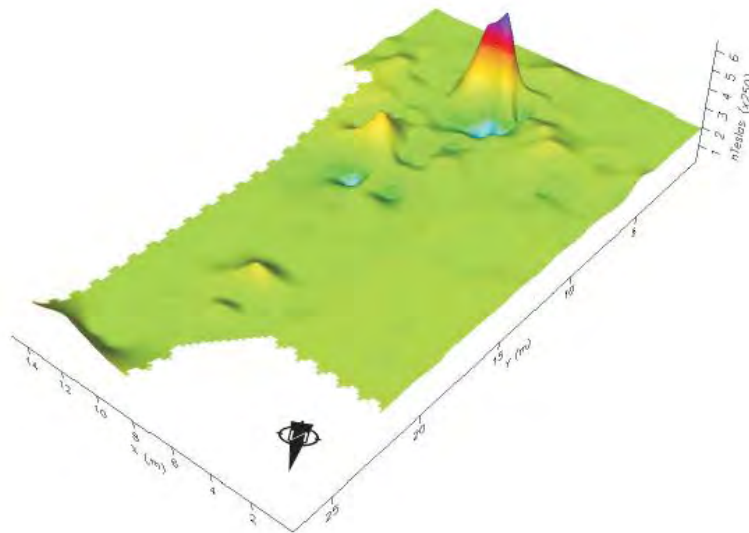


Figura 58. Campo magnético total del yacimiento presentado en falso relieve. El pico superior coincide con el posterior hallazgo del horno de reducción de Callejaverde II (Muskiz).

Con la utilización de este método se localizaron las estructuras y de combustión y por lo tanto, se decidió establecer su uso como protocolo de actuación en todos los yacimientos arqueometalúrgicos seleccionados para excavar en Bizkaia⁸⁴.

⁸⁴ De hecho, nuestro equipo de arqueología cuenta desde hace tiempo con los medios técnicos necesarios para desarrollar el proceso completo de prospección magnetométrica.

Por último, reseñamos que en ocasiones el resultado de la magnetometría puede aportar datos directos sobre la organización del antiguo trabajo del hierro en este tipo de talleres artesanos. Se ilustra este aspecto en la figura 59, donde se reflejan los resultados obtenidos en la magnetometría practicada en el yacimiento del S. XI de Peñas Negras (Ortuella). En dicha figura se aprecian dos grandes áreas con un magnetismo relevante que se corresponden con las escorias, lo que denota que el grueso del vertido de los desechos de producción se depositada en el borde del taller. Mientras, en el centro del gráfico aparece un pico magnético cuya situación coincide con el hallazgo de un nuevo horno de reducción. En definitiva, esta información obtenida gracias a la geofísica nos muestra cómo los maestros ferrones de Peñas Negras mantenían su área de trabajo limpia arrojando los desechos de la producción siderúrgica a más de 6 metros (pendiente abajo) de la zona nuclear del taller, esto es, el horno de reducción.

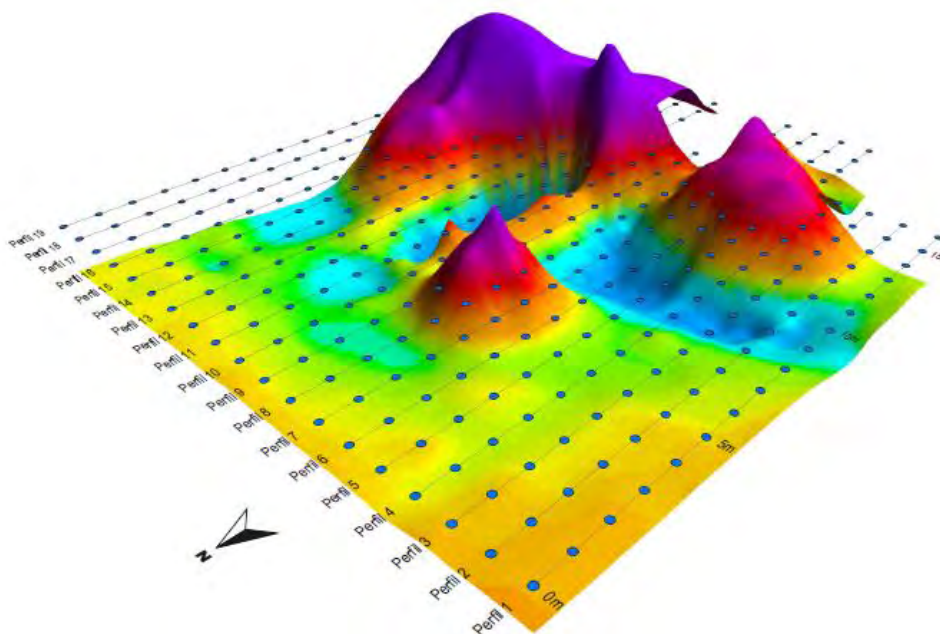


Figura 59. Campo magnético total del yacimiento de Peñas Negras (Ortuella) presentado en falso relieve. En el punto central se halla el horno de reducción y a más de 6 m. de distancia el vertido de escorias y otros desechos productivos.

4.4 Las excavaciones practicadas en Bizkaia occidental

Las excavaciones de haizeolak realizadas en el territorio de Bizkaia constatan un fenómeno tecnológico del cual sabemos aún poco a nivel global. Y aunque permiten avances significativos, como por ejemplo reconstruir el sistema plenomedieval de producción del

hierro prehidráulico (a través de la cadena técnica operativa documentada en diversos talleres del oeste del territorio cuyas localizaciones podemos ver en la figura 60), hemos de reconocer que queda todavía mucho camino por recorrer en la investigación.

A pesar de todo, podemos afirmar que la metodología implementada y la experiencia adquirida nos han permitido lograr cierta eficacia a la hora de localizar las infraestructuras productivas en los yacimientos, optimizando así los recursos humanos y económicos a emplear.

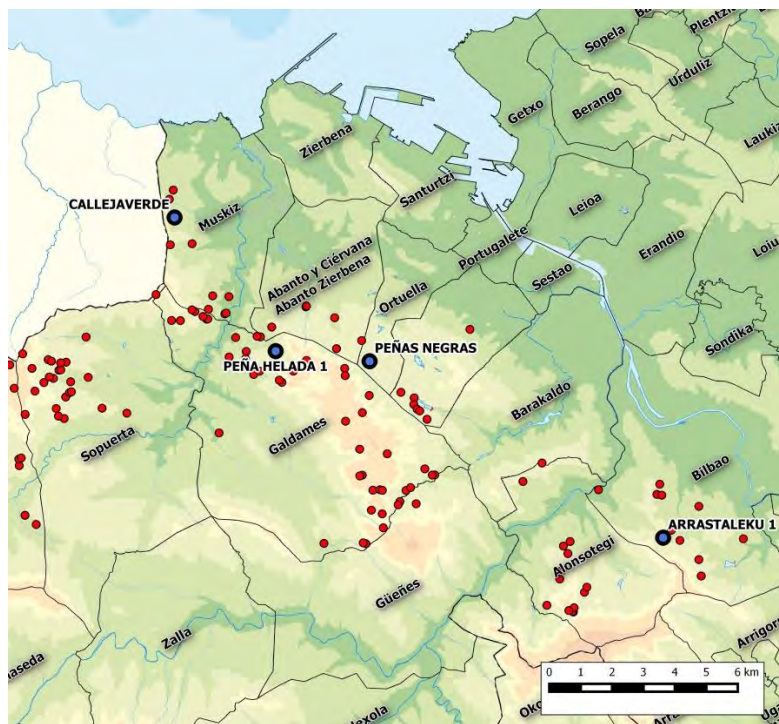


Figura 60. Mapa de localización de las excavaciones realizadas en el marco del proyecto de investigación en el occidente vizcaíno.

A nivel del País Vasco, hemos logrado registrar por primera vez hornos de reducción de hierro prehidráulicos conservados de manera significativa que permiten su “reconstrucción” teórica: en Bizkaia, dos en Callejaverde (Muskiz), uno en Peñas Negras (Ortuella), otro en Peña Helada (Galdames), y en el caso de Gipuzkoa, uno en Olazar (Oiartzun), otro en Barrenola (Berastegi) y otro en Anporreta (Arrasate) (FRANCO, ETXEZARRAGA y ALBERDI 2016). Hasta ese momento en Euskadi tan solo se habían documentado hornos conservados de manera muy fragmentaria, como es el caso del horno registrado en Iaso Betaio (Sopuerta) (GORROTXATEGI y YARRITU, 1995), la base de horno localizada en el coto minero de Aizpea (Zerain) (UGARTE y URTEAGA 2014) y el

fondo de horno de reducción asociado al asentamiento medieval de Bagoeta (Arrazua-Barrundia):-

Por otra parte, a la hora de seleccionar los lugares donde realizar las excavaciones han influido no solo ciertas limitaciones relativas al protocolo utilizado, sino también otro aspecto que a la postre ha determinado la elección de los cuatro yacimientos seleccionados (Muskiz, Ortuella, Bilbao y Galdames), que no es otro que el de compartir, a priori, ciertas características comunes:

- Buen estado de conservación (figuran en el Catálogo Haizeola con la propuesta de protección de bienes “inventariables”)
- Situación relativamente cercana a veneras que también se han explotado en época industrial.
- Cercanía a pequeños cursos de agua.
- Probabilidad de encontrar los restos de un único horno (con lo cual evitamos las interferencias estratigráficas de excavar en un emplazamiento múltiple).
- La existencia de un pequeño rellano en la ladera como zona de asentamiento del taller de producción.
- Son instalaciones productivas aisladas.⁸⁵

Dicho esto, veamos a continuación los aspectos más reseñables de las diferentes intervenciones arqueometalúrgicas realizadas en los municipios ya mencionados de Muskiz, Ortuella, Bilbao y Galdames.

⁸⁵ Las ventajas de este aislamiento consisten en que las estructuras, los restos y las trazas se van a referir, directa o indirectamente, al mundo de la producción paleosiderúrgica, y algunas de ellas, con certeza a la secuencia de operaciones del trabajo artesano. Pero tiene un inconveniente importante, la falta de las relaciones físicas y espaciales con otros contextos históricos coetáneos (como los de consumo, por ejemplo). Por el contrario, excavar en un asentamiento puede hacer complicado separar lo que concierne a la vida cotidiana de los habitantes de aquello exclusivo de los artesanos del hierro (MANNONI y GIANNICHEDDA 2004) (el único ejemplo que tenemos en el País Vasco de hornos de reducción en asentamiento es Bagoeta en Alava –AZKARATE y SOLAUN 2014).

4.4.1 Ferrería de monte de Callejaverde (Muskiz 2007, 2008 y 2010)

Como mencionamos más arriba, el horno denominado Callejaverde I apareció en buen estado de conservación en el primer sondeo practicado. Callejaverde es junto con Peña Helada 1 y Oiola IV (casi en su totalidad) (PEREDA, 1997), los tres únicos yacimientos de ferrería de monte excavados en su extensión total por el momento en Bizkaia y en el País Vasco.

A continuación vamos a describir con cierto detalle este primer horno de reducción para poder obviar los detalles formales en los siguientes yacimientos puesto que resultaron relativamente similares en estructura y dimensiones, y figuran con precisión en el artículo de la publicación de referencia de Kobie junto a José Ángel Fernández, Iosu Etxezarraga y Xabier Alberdi (FRANCO *et al.* 2014) y en la publicación de Kobie 2015 (FRANCO, ETXEZARRAGA, y ALBERDI, 2015).



Figura 61. Callejaverde I vista cenital, amortizado por los rellenos y una vez excavado. Se aprecia la escoria que se ha aglutinado en torno a la tobera en el interior del horno y en la pared de enfrente, una gran laja de arenisca dispuesta en pendiente. Fotografía: J. A. Fernández.

El horno hallado presenta una estructura en forma troncocónica invertida y planta con tendencia ovoide, con unas dimensiones de 70×90 cm. en su parte superior y de 30×40 en la base. La pared mejor conservada es la orientada al este (realizada en el propio corte al terreno natural), tiene más de 80 cm. de altura y está hecha de arcilla fuertemente rubefactada. Las otras tres paredes están construidas por bloques de arenisca y arcilla, destacando por su disposición la pared norte (frente a la tobera) que tiene un gran bloque plano de arenisca dispuesto con una inclinación de 45° sobre la horizontal (FERNÁNDEZ, 2008; FERNÁNDEZ y FRANCO, 2007 y 2010). Además de la tobera



Figura 62. Zona de trabajo del ferrón y posible forma de insuflar aire al interior del horno. Fotografía: J.A. Fernández

existe otro agujero a nivel del fondo del horno (pared este) de unos 5 cm de diámetro, que quizás no sea operativo para extraer escorias fluidales de modo masivo (aunque la arqueología experimental nos demuestra que efectivamente es posible sangrar al menos parte de un horno de paredes más estrechas por minúsculos agujeros)⁸⁶, pero si sería operativo como posible ventilación no forzada (favorecería

el tiro del horno en ocasiones y una hipotética evacuación de gases en la parte baja), probable comprobador del estado técnico del fondo de horno (se podrían observar y también “palpar” con una varilla los materiales del fondo), y cenizal .



Figura 63. Mortero para triturar el mineral realizado en arenisca. Fotografía: J.A. Fernández.

Para instalar el horno de reducción, los artesanos debieron practicar un corte en el terreno natural o aterrazamiento artificial, donde también colocarían la zona de trabajo junto al fuelle para insuflar aire tal como se ve en la figura 62.

La tobera guarda una posición totalmente horizontal y aunque es de sección circular⁸⁷ (se aprecia en su parte terminal escorificada por el impacto térmico interior) está inserta en una construcción de forma rectangular a modo de caja que la contiene, fabricada con lajas de arenisca y arcilla.

⁸⁶ Experimentos como el realizado en marzo de 2017 por el compañero herrero Thomas Mink con ayuda de un flujo eléctrico de aire constante, muestran cómo se puede sangrar al menos parte de un horno bajo con un agujero de no más de 1,5 cm. de diámetro (https://youtu.be/26E1_jQGwic). Aunque no podemos extrapolar directamente esta experiencia a una tecnología totalmente manual como la que nos ocupa, es un resultado revelador de las precauciones que debemos mantener a la hora de establecer hipótesis.

⁸⁷ Es importante decir que en los 4 hornos con toberas que hemos excavado a lo largo de la investigación, ninguno tendría una tobera cerámica, es decir fabricada previamente en un horno cerámico (RENZI, 2010), más bien parecen ser bloques de arcilla cocida modeladas in situ para adaptarlas al fuelle (MANONNI y GIANNICHECKDA, 2004).

Durante este primer sondeo también apareció un mortero de mineral en un bloque de arenisca con una depresión central, que se podía haber usado recurrentemente para desmenuzar el mineral una vez tostado antes de introducirlo en el horno junto con el combustible. Dicho objeto viene a constatar una fase más del proceso de trabajo del hierro en estos talleres prehidráulicos.



Figura 64. Horno de CallejaverdeII. Izda. Vista S. se aprecia la tobera y piedra trabajada de apoyo en la línea del fuelle. Dcha. Vista E de nuevo aparece la “rampa” de 45 ° frente a la tobera. Fotografía: J.A. Fernández

Los datos obtenidos en Callejaverde I fueron datados mediante dos muestras radiocarbónicas y ambas (de la última carga del horno y del escorial) se corresponden a una ferrería de monte en activo a mediados del S XIII (FRANCO *et al.*, 2014).

Como hemos comentado, la excavación en extensión hacia el rellano superior nos ha permitido identificar un nuevo horno de reducción, denominado Callejaverde II, la distribución espacial de ese taller ferrón y nuevas fases de la cadena técnica operativa.

En esta ocasión el horno de reducción se sitúa en un lugar central del rellano de producción (esto será más o menos una constante en el futuro). Para su instalación, se ha aterrazado la zona de trabajo junto al fuelle y acondicionado todo el taller retirando a una esquina todas las piedras existentes. Aunque la conservación en altura es más deficiente (unos 40 cm. como máximo) se ha podido constatar la tobera con la misma caja

rectangular, una piedra plana de apoyo en la zona exterior del fuelle y el agujero del fondo a la altura del crisol del horno.

En Callejaverde II se tomó la decisión de hacer un corte en sección para ver la fábrica de



Figura 65. Corte en sección realizado en el horno de reducción de Callejaverde II. Fotografía: J.A. Fernández.

uno de estos hornos de ferrería de monte. Gracias a él se constató al menos una pared realizada aprovechando el corte en el terreno natural y recubierta de arcilla (5 cm de espesor) para aislar el interior del horno. Mientras que la pared opuesta se levanta con piedras de arenisca y una capa interior de arcilla de unos 8-10 cm. En esta misma pared junto a la base del horno, se encuentra el agujero inferior del crisol de escasa

sección como se aprecia en el corte efectuado, con unos 40 cm. de desarrollo horizontal.

En este yacimiento de Callejaverde II se documentó, gracias a varios agujeros de poste, lo



Figura 66. Hebilla de Bronce. Fotografía, J.A. Fernández

que podría ser la habitación temporal de estos talleres de producción por parte de los ferrones. Ese espacio probablemente correspondería a una especie de refugio donde estar a cubierto de inclemencias y donde pasar la noche, y algún objeto de cultura material de la época como una hebilla de bronce (Figura 66)

Por último, es interesante apuntar la presencia de un establecimiento de forja primaria donde el tocho o lupia caliente se depura en una gran piedra del lugar (figura 53) piedra que aún conserva adherencias de escoria en su centro.

En definitiva, este yacimiento en su conjunto nos ha permitido analizar buena parte del ciclo de producción del hierro prehidráulico y su distribución espacial en las diferentes

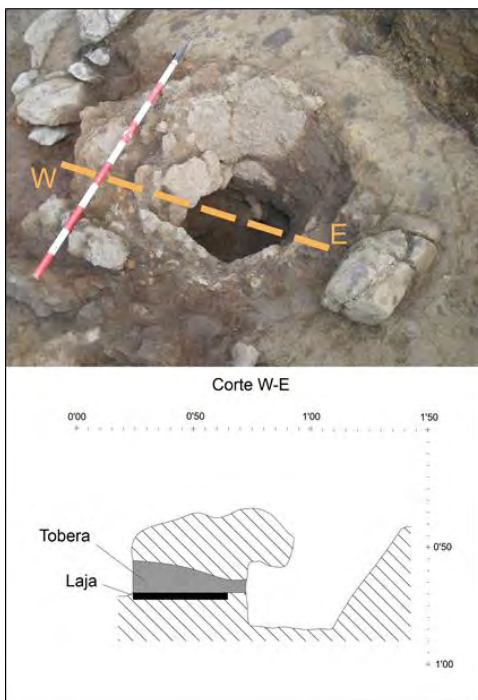
zonas del taller: lavado⁸⁸, depósitos de carbones, machacado en morteros, hornos de reducción, forja primaria, zona de habitación y zona de trabajo. Lo que ha quedado sin documentar en este caso es la existencia de algún horno de tostación, y existe la duda de si algunas manchas se corresponderían a depósitos de mineral.

4.4.2 Ferrería de monte de Peñas Negras (Ortuella 2012 y 2013)

Tras la magnetometría (figura 58), con el objetivo de avanzar en nuestra investigación, realizamos sondeos para intervenir unos 30 m. cuadrados.

Gracias a la intervención desarrollada se ha podido descubrir un horno de reducción datado en los S. XI-XII, en relativo buen estado de conservación y, de similares características a los de Callejaverde: forma ligeramente exvasada, sin rotura inferior para el

sangrado masivo de escorias y extracción de la lupia, tobera de aireación, pequeño agujero en el crisol, pared inclinada frente a la tobera, asentado en un corte realizado al terreno, etc. (FRANCO *et al.*, 2014).



Se trata de un horno que sufrido numerosas refacciones y en el que se observan al menos tres reparaciones⁸⁹, lo que viene a indicar un uso continuado del mismo. En este sentido, cabe señalar que toda la estructura del hogar del horno fue alojada en el interior del hueco de un hogar anterior, probablemente debido al deterioro asociado al uso continuado de aquel primitivo horno que provocó el

Figura 67. Horno de reducción de Peñas Negras. En la sección se aprecia la estructura del hueco para la tobera (laja de arenisca y de mayor a menor anchura), protuberancia sobre tobera por las remociones, y la pared inclinada de enfrente.

⁸⁸ Existe un depósito de agua practicado en un corte del terreno que podría dedicarse a labores diversas como lavado de mineral, formación de barro para mantear el horno, etc.

⁸⁹ Al respecto, son llamativas, por ejemplo, las placas de arcilla que “parchean” una sobre otra la parte superior de la tobera en varias capas, aunque no podemos descartar que esa protuberancia también podría haber facilitado en cierta manera la circulación interna del aire y, por ende, la convección de los gases reductores en el horno.

desplazamiento del nuevo unos centímetros.

Otros elementos pertenecientes a la instalación siderometalúrgica documentados a través de estos sondeos son un horno de tostación o calcinación estrecho y alargado, ubicado en una zanja practicada en la ladera natural y por encima del horno. Junto a esta área de calcinación se sitúa un pequeño depósito de combustible y de mineral de hierro. También se han hallado, fragmentos de cerámica relacionados probablemente con los periodos de habitación de los ferrones en el taller de producción.



Figura 68. Horno de reducción de Peñas Negras y sobre él, el horno de calcinación practicado en una zanja del terreno.

En octubre de este 2017 llevaremos a cabo la excavación completa del yacimiento para finalizar la documentación del rellano productivo, por lo que cabe la posibilidad de que podamos obtener alguna información más sobre el ciclo del trabajo y de la vida de aquellos artesanos especializados en este lugar.

4.4.3 Ferrería de monte de Arrastaleku 1 (Bilbao 2014)

El municipio de Bilbao contiene diez yacimientos de ferrería de monte, y entre ellos, elegimos, para realizar una intervención arqueológica, la de Arrastaleku por su ubicación y

aparente bien estado de conservación. Por idénticos motivos, fue la primera ferrería de monte en contar con un panel interpretativo en el País Vasco.



Figura 69. Vista general del pequeño rellano de producción de Arrastaleku 1. Entre el camino de subida al monte Pagasarri y la haizeola discurre un arroyo de régimen estacional.

No obstante, cuando localizamos el horno de reducción nos encontramos con que no estaba en tan buen estado como cabría esperar: se encontraba arrasado por remociones posteriores producidas cuando fue usado como lugar defensivo del Sitio Carlista de Bilbao de 1874 (según testimonios materiales hallados⁹⁰). Aun así, hemos podido documentar las características constructivas de la fábrica de la base del horno y una losa plana de arenisca para asentar la base de caja que contiene la tobera.

⁹⁰ No es infrecuente hallar ocupación posterior en los lugares donde antiguamente se asentaban las haizeolak porque, en muchas ocasiones, al estar ubicadas en los rellanos zonas de pendiente, han ofrecido estupendas cualidades como atalayas defensivas en época de conflictos. Así ocurrió en tiempos de la Guerra Carlista en este yacimiento de Bilbao (se ha hallado una moneda de la época y restos de una construcción de escasa entidad), o en tiempos de la Guerra Civil, con el rellano productivo de Peñas Negras, que sirvió de asentamiento bélico como muestran sus trincheras.



Figura 70. Vista general de la estructura de la base del horno apoyada sobre la cumbre de la parte más alta del rellano.

A pesar de localizar el horno de reducción prácticamente arrasado, la arqueometría de las escorias (recogidas según los criterios aportados por el laboratorio de arqueometría de materiales del Instituto de Historia del CSIC, y carbones de diferente estratigrafía) y las dataciones realizadas, nos han permitido obtener información y avanzar en el conocimiento relativo a algunos aspectos fundamentales de la organización del trabajo y de la técnica empleada por los artesanos en este lugar. Así, hemos podido datar, mediante análisis de C^{14} del fondo del horno y de los carbones de las producciones más antiguas, la época en la que permaneció en activo esta ferrería de monte: la primera actividad en la base del escorial, hacia las décadas centrales del siglo XI; y la amortización, las décadas centrales del siglo XII. En base a ello podemos contextualizar esta actividad artesanal antes de la fundación de la villa de Bilbao en 1300.

Por otra parte, también hemos constatado mediante el análisis de escorias (ver capítulo 4 dedicado a la metalografía), tanto el proceso de reducción de hierro en este sitio (con temperaturas superiores a los $1.300^{\circ}C$) como la presencia de forja primaria o afino en el mismo taller ferrón. Asimismo, también se ha constatado, gracias a la comprobación del grado de beneficio del mineral (hematites $-Fe_2O_3-$), que el proceso era más eficiente en las últimas hornadas que en las más antiguas (en términos de beneficio). De lo que cabe

deducir que puede existir una evolución técnica o un mejor aprovechamiento de los recursos por parte de los maestros ferrones (FRANCO y GENER, 2016).

4.4.4 Ferrería de monte de Peña Helada 1 (Galdames 2015)

En 2015 se ha podido documentar un nuevo taller metalúrgico plenomedieval (S. XI-XIII) en torno al escorial de Peña Helada 1. El yacimiento excavado consiste en un conjunto de instalaciones y estructuras realizadas para completar la cadena técnico-operativa que permitía obtener un lingote o tocho de hierro a partir de mineral extraído directamente del entorno próximo. Como novedad, hemos comprobado que el yacimiento se adapta perfectamente a la ladera y en esta ocasión, en lugar de tener un único rellano productivo, se extiende en 16 metros de longitud, distribuyendo sus diferentes ámbitos en tres distintos rellanos de la propia ladera (ver figura 71) (ALBERDI, ETXEZARRAGA y FRANCO, 2016), a saber:

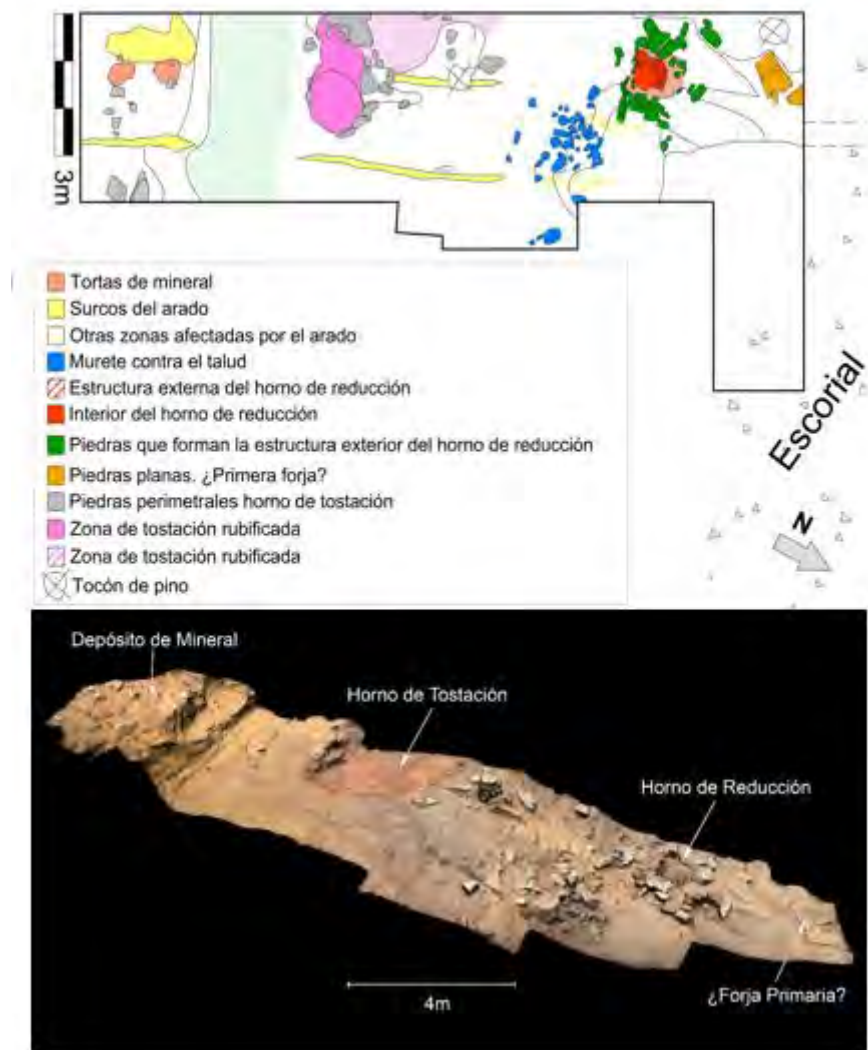


Figura 71. Gráfico e imagen 3D de la ferrería de monte de Peña Helada 1 adaptada a la ladera en tres niveles. Autor: Iosu Etxezarraga.

En el ambiente superior se sitúa la zona de depósito de mineral. En él se han identificado trazas de óxido de hierro tipo hematites desmenuzado y compactado por la acción prolongada de almacenamiento.

En el espacio intermedio, se identifica un pequeño rellano dedicado a horno de tostación. En él se calcinaba el mineral y presenta al menos dos fases de uso. El horno encontrado recuerda a los hornos documentados en los años 90 en Oiola IV (PEREDA, 1997), de planta ovalada (3 m. de longitud en este caso), fuertemente rubefactados, semiexcavados en el terreno (30 cm. de profundidad) y circundados por piedras areniscas.

En la parte inferior se halla la zona de trabajo en torno a un horno de reducción. En él se observan las mismas características formales de los hallados en Callejaverde y Peñas Negras: la pared de horno más conservada (65 cm.) es la que se adosa al corte practicado en la ladera para instalar el horno y la zona de trabajo junto al fuelle; aparece una única tobera y sobre la pared inclinada de enfrente una arenisca en chaflán, que refuerza la idea del trabajo permanente sobre esta zona; y en el fondo, el horno, de nuevo un agujero de 5 cm y 30 de longitud.



Figura 72. Peña Helada. Fotografía del horno de reducción. Las flechas indican los orificios que comunican el exterior con el interior: en rojo, la tobera y, en verde, orificio secundario. Gráfico: Iosu Etxezarraga

Este mismo nivel del horno de reducción se dedica en parte a una posible zona de forja primaria que se concreta mediante unas piedras grandes escuadradas y cimentadas en el suelo en la dirección de la rampa de extracción de la lupia. En gran medida, esta es la zona del escorial, de 18×13 m. de extensión aproximadamente, donde se han vertido a favor de la pendiente natural los desechos de años y años de producción.

Es interesante reseñar que en esta ferrería de monte hemos logrado mensurar por primera vez en este territorio mediante una zanja practicada mecánicamente en el escorial, el

volumen del mismo: 91m^3 aproximadamente (lo que equivaldría a unas 340tm^{91}), y el del volumen interno aproximado del horno conservado: $0,17\text{m}^3$ (170l). Con estas proporciones, podemos hacernos tan sólo una idea de la ingente cantidad de reducciones que fueron necesarias para que un horno de estas dimensiones generara ese volumen de escorial. Estos datos nos sugieren un período de actividad dilatado, y efectivamente, las diversas analíticas radiocarbónicas realizadas vienen a corroborar este aspecto, ofreciendo un arco cronológico que se inicia a finales del siglo XI y se extiende hasta mediados del XIII.

Por otra parte, Peña Helada es importante también por algo que habíamos intuido en las anteriores excavaciones pero no habíamos podido constatar: la posibilidad de una amortización de estos hornos en el monte por parte de los ferrones (de hecho el material de relleno suele tener muy poco que ver con un posible derrumbe del horno o con los restos de una última reducción, lo que sugiere que los hornos se vacían intencionadamente). En este taller de producción hemos podido documentar el relleno de la cubeta del horno con materiales del entorno inmediato (básicamente tierra y algunas piedras), que arrojan una datación radiocarbónica (S. XI) anterior a la de la propia estructura (S.XII-XIII). La colmatación; podría ser la mejor forma de proteger un horno, que al final quedaría como una estructura abandonada en el monte⁹². Este hecho favorece otra hipótesis colateral: la de que fuesen unos hornos con no mucho más desarrollo en altura o con una chimenea no excesivamente alta, dado que una chimenea con cierta altura sobre el nivel del terreno podría dificultar su relleno o hacerlo innecesario.

4.5 Definiendo un taller ferrón de época plenomedieval en Bizkaia

⁹¹ La hematites roja tiene un peso específico de 4.200 kg/m^3 y la escoria logra tener entre un 15 y un 20% menos de ley de hierro.

⁹² Se puede establecer cierta similitud con el trabajo que realizamos los arqueólogos cuando acabamos la campaña de excavación y protegemos la estructura, además de con el geotextil de rigor, rellenándolo con tierra del entorno y algunas piedras colocadas para no dañar la estructura.

4.5.1 Primeras conclusiones acerca de las ferrerías de monte plenomedievales

A modo de conclusión, podríamos decir que los resultados obtenidos en estas cuatro intervenciones arqueológicas en el occidente vizcaíno (Callejaverde, Peñas Negras, Arrastaleku 1 y Peña Helada 1) reflejan ciertas similitudes, tanto en la cronología de las mismas, como en las pautas de ocupación del espacio de la ferrería de monte, aparentemente relacionadas con una especialización de la actividad en áreas diferentes, aunque no bien definidas en todos los casos como consecuencia de la desigual entidad y conservación de los restos. Sin embargo, la valoración del conjunto, permite vislumbrar de un modo efectivo la distribución más o menos clara de un taller ferrón de época plenomedieval en Bizkaia.

Parece que la tendencia más consensuada es la colocación de las estructuras de reducción como elemento central del taller de producción y el escorial a varios metros de este, en la zona de pendiente⁹³ (lo cual implica que los artesanos mantenían limpia su zona de trabajo). Pero una vez más se pone de manifiesto que una ferrería de monte no solamente se reduce a un horno de reducción y su escorial, sino que también puede incluir otras infraestructuras ligadas a las demás fases productivas del taller ferrón, como son las zonas de lavado y almacenaje de mineral, los hornos de calcinación, triturado en morteros, forja primaria, y lugares de habitación temporal. En definitiva, estas últimas excavaciones nos sirven también para atestiguar las diferentes fases de la cadena técnica operativa que se dan en la metalurgia del hierro prehidráulico en el territorio.

Es importante, por tanto, no solo documentar las estructuras de combustión (demasiado a menudo son las únicas partes excavadas de estas actividades paleosiderúrgicas), sino también investigar cuáles son las relaciones de conjunto dentro del yacimiento, en el espacio de la propia ferrería de monte. De este modo, en cada yacimiento hemos podido definir tanto las áreas de tránsito (suelos de paso pero también suelos de uso), como el acceso al mismo o la zona de descarga, por ejemplo. Este tipo de actuaciones, a pesar de

⁹³ Las cuatro ferrerías coinciden también en que han aumentado el rellano productivo entre 2 y 4 metros debido a la formación progresiva del escorial que se vacía a favor de la pendiente. Esta acumulación de desechos productivos está compuesta en su inmensa mayoría por escorias de reducción envueltas entre tierras carbonosas y fragmentos dispersos de pared de horno, que indican, en cualquier caso, las numerosas reparaciones y roturas de los mismos.

poder parecer aún de escasa entidad, nos va acercando paso a paso al modo de vida y de trabajo de aquellos artesanos el hierro.

Por ello, podríamos afirmar que hoy día existe un componente más o menos nítido en la imagen histórica que se va formando sobre las haizeolak de Bizkaia: una nueva tipología de horno de reducción de hierro cuyo uso se ha constatado -de momento- entre los siglos XI y XIII, y al menos, en la zona noroccidental de este territorio.



Figura 73. Vista de los cuatro hornos de época plenomedieval hallados en los últimos años en Bizkaia. Todos tienen un tamaño y diseño similar, y, por lo tanto, unas capacidades técnicas similares para lograr una reducción eficiente.

Esta tipología que ya hemos descrito con detalle, consistía en esencia en una estructura semiexcavada en la ladera (seguimos la figura 74), con dos de sus paredes (B y A) construidas y apoyadas contra ella, y la parte frontal del horno, el lateral de la tobera (B' y A) y el anillo superior (hoy día desaparecido) hechos de piedras y arcilla del terreno. En el eje lateral, la embocadura del fuelle (en el exterior, con una laja horizontal para su instalación) y la salida de la tobera; en la pared frontal, un pequeño agujero inferior en el crisol del horno. Por último, la forma interna, ligeramente exvasada para favorecer su carga y descarga superior mediante una "rampa" frente a la tobera, mantecada con arcilla para

favorecer la resistencia a las altas temperaturas asegurando un óptimo de estabilidad y aislamiento térmico.

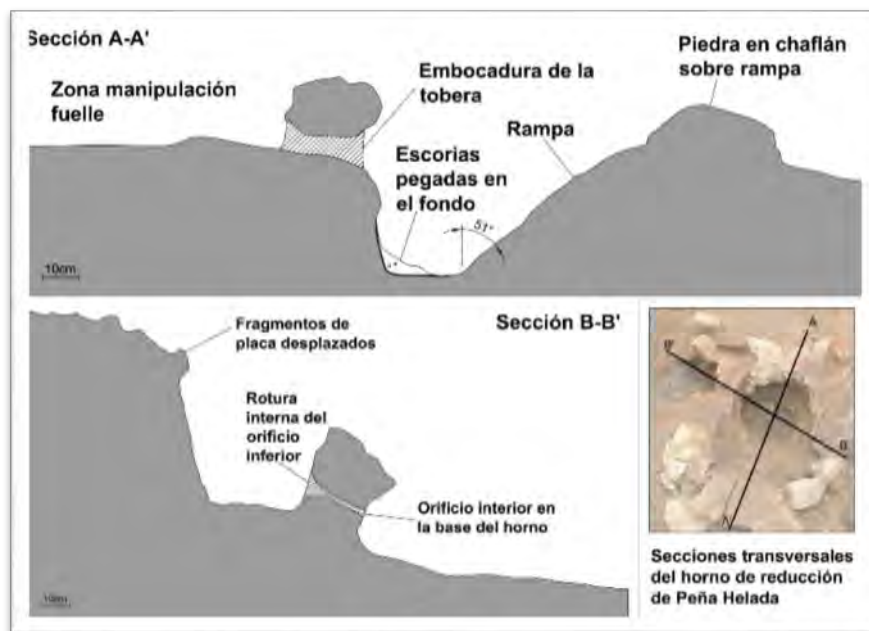


Figura 74. Secciones transversales del horno de reducción de Peña Helada 1. Gráfico: Iosu Etxezárraga.

Ante las evidencias recuperadas en las excavaciones practicadas, podemos avanzar algunas **hipótesis** acerca de las características **formales y funcionales** que presentaban en origen este tipo de hornos de reducción pertenecientes al Pleno Medioevo:

Se ha comprobado que el hogar del horno consistía en un recipiente más ancho en la boca que en el fondo. Respecto a una hipotética “chimenea” que coronara la estructura del horno, la arqueología aporta las siguientes hipótesis:

- Un horno sin superestructura⁹⁴. A favor de esta teoría figuraría la aparición de un suelo de uso en el entorno superior del horno (sobre el corte practicado en la ladera y sobre la rampa de extracción), la mayor facilidad para amortizar un horno abierto en el momento de abandonar la producción (como hemos mencionado más arriba en el caso de Peña Helada 1), y la asombrosa similitud formal de este tipo de hornos con el diseño abierto que emplearon poco tiempo después las ferrerías hidráulicas de nuestro territorio (salvando las distancias y condicionantes tecnológicos)⁹⁵.
- Un horno con desarrollo en altura. A favor de esta teoría tenemos los fragmentos de arcilla de pared de horno que aparecen recurrentemente en todos los escoriales y los resultados de la arqueología experimental, bastante concluyentes, y que nos muestran que es físicamente mucho más fácil experimentar en hornos aptos para retener el



Figura 75. Fondo de horno arrasado. Cata del yacimiento El Crucero S. XIII (Sopuerta). La precariedad de los restos no debería permitir hacer conjeturas sobre su tipología a falta de mayores análisis

calor a través de una superestructura que favorece el tiro y contiene en su interior la necesaria atmósfera reductora que hacerlo en uno que careciera de chimenea (si bien hay que señalar que también es posible obtener evidencias experimentales y etnográficas para intentar reducir hierro en pequeños hornos semiabiertos tipo bowl o cuenco - DUNGWORTH, 2014-)⁹⁶.

⁹⁴ Los hornos que aparecen sin superestructura pueden simplemente estar reflejando su truncamiento y no necesariamente indicar la naturaleza del horno mientras estaba en uso” (DUNGWORTH, D. 2014)

⁹⁵ Según el trabajo que presentamos conjuntamente en el 1er. Coloquio de Arqueología experimental de hierro y Paleosiderurgia (FRANCO, *et al.*, 2014), llama poderosamente la atención que estas características formales y estructurales sean muy similares a los hornos que siglos después disponían las ferrerías hidráulicas, tal como se puede comprobar en una descripción de un horno incluido en el Tratado de Metalurgia elaborado por la Real Sociedad Bascongada de Amigos del País entre 1765-1773 (URTEAGA 2000).

⁹⁶ Conviene aclarar que la clásica fragmentariedad reconocida por todos los arqueometalurgistas de los restos de hornos, no es óbice para considerar que tuviera un desarrollo en altura⁹⁶, aunque dicha precariedad en los

Teniendo en cuenta las características estructurales y de diseño que hemos podido recuperar (no cabe duda de que la fábrica del horno apoyado en un corte de la ladera y su amortización intencionada han ayudado a la buena conservación de los registros vizcaínos), planteamos la hipótesis de que estos hornos se cargaban y descargaban desde la propia boca. Para facilitar estas labores, el horno contaba con una pared en plano inclinado característica de este tipo de horno.

La funcionalidad del pequeño agujero identificado en el fondo del horno está aún plagada de incógnitas, pero formalmente es un recurso que se repite con una abertura de unos 5 cm. como máximo de diámetro y 40 cm. de longitud. Las hipótesis de trabajo mencionadas apuntan diversas posibilidades del tipo de un sangrado del horno según los datos que ofrece la arqueología experimental (pero con el hándicap técnico de tener que superar un canal de dicha longitud); o bien, un agujero de ventilación destinado a favorecer el tiro en ciertos momentos desde la base del horno, y a través del cual se puede comprobar también el estado de la combustión en la zona del crisol.

En cuanto al período de uso de la mayoría de estos talleres hemos podido comprobar que es muy dilatado en el tiempo, generando una importante cantidad de residuos en forma de escorias, restos de combustible y fragmentos de paredes de horno. Esa producción extendida en el tiempo implica, como vemos, la necesidad de realizar reparaciones de forma habitual en las instalaciones productivas. En relación con el modelo de explotación de estos sitios de producción, la amortización voluntaria de los hornos que hemos documentado nos lleva a plantear la hipótesis de que esta acción de colmatación se realizaba bien tras un uso estacional de los mismos⁹⁷, bien tras el sellado definitivo de la instalación en el momento de abandono del horno al final de su período de uso.

registros, también es un hecho a tomar con suma precaución para no hacer estimaciones aventuradas más allá de nuestras posibilidades reales (FRANCO, ETXEZARRAGA y ALBERDI, 2017).

⁹⁷ El uso estacional de estos talleres se atestigua mediante el uso de cursos de agua estacionales en un porcentaje inferior al 30% del total registrado en alguna campaña de prospección –FRANCO, F. J. 2008–)

4.5.2 El ámbito tecnológico vizcaíno

Al margen del planteamiento de las mencionadas hipótesis podemos ir más allá, y observar con una mirada de conjunto lo que comparten los yacimientos de Callejaverde, Peñas Negras, Arrastaleku y Peña Helada. Así, veríamos que comparten técnicas concretas de fabricación; comparten una cultura material (son escasos los útiles de hierro de esta época en territorio vizcaíno pero abundantes los desechos de producción con una misma tipología y suficientes las infraestructuras sobre las que establecer análisis comparativos); y comparten, por su cercanía crono-espacial⁹⁸, un mismo sistema de producción imbricado de algún modo en la sociedad de la época. Es decir, que comparten en definitiva lo que podríamos definir como un mismo *ámbito tecnológico* (PEREA, 2004).

Cuando tratamos de identificar este posible ámbito tecnológico en la producción del hierro en el noroeste de Bizkaia en época plenomedieval, queremos explicar arqueológicamente con los datos que tenemos en la mano, cómo era el fenómeno tecnológico de las ferrerías de monte en este lugar. Para ello tratamos de analizar la acción del grupo social, la del grupo de especialización y la del individuo (COMENDADOR, 2010).

Sin embargo, no parece fácil analizar los intereses de la sociedad vizcaína de la época en la obtención del hierro porque por desgracia sólo manejamos datos acerca de la producción y carecemos de datos sobre su distribución y consumo, aunque sabemos que la producción de estos ferrones era tenida en gran consideración en el seno de las comunidades del mundo antiguo y medieval porque sus manufacturas proporcionaban objetos de gran valor económico y de larga difusión (CIMA, M., 1991).

Descendiendo a un nivel intermedio, sí disponemos de ciertos indicios de lo que podría ser un grupo de artesanos especializados en esta zona. Desconocemos si dichos artesanos formarían parte de una misma “escuela”, pero sí parece que al menos tenían acceso a un conocimiento tecnológico común (basado en un proceso de aprendizaje en el que interviene la observación y la experimentación). Por este motivo, los artesanos vizcaínos que trabajaron en estos yacimientos estudiados, eran capaces de seleccionar en la naturaleza el mismo tipo de mineral de hierro, y, además, de transformarlo en estructuras pirometalúrgicas, que repetían su diseño incluso hasta en la disposición del lugar de

⁹⁸ Los dos yacimientos más alejados Callejaverde y Arrastaleku, se hallan tan sólo a 18 km. de distancia.

trabajo⁹⁹. Es decir, contaban con una organización del sistema de producción claramente similar, de ahí la fabricación de unos similares y eficientes tochos o lupias de hierro.

Por último, este fenómeno tecnológico de la producción del hierro se explica en un último nivel de análisis, mediante la identificación de las huellas de trabajo que deja la acción individual del maestro ferrón, donde se aprecia las competencias técnicas del metalurgista (aquellas por las que era socialmente valorado) y el tipo de decisiones que toma para dar solución adecuada a las necesidades que se presentan (por ejemplo decidir en qué momento es preciso parchear las paredes de un horno o bien plantear la refacción completa del horno desplazándolo unos centímetros de su lugar original, etc.).

4.5.3 En busca de modelos regionales

Una vez predefinidas, algunas de las características esenciales de la producción paleosiderúrgica en el territorio de Bizkaia, nuestros objetivos serían:

Por una parte, profundizar en el sistema de producción propio de este territorio para conocer su evolución diacrónica y establecer un modelo de desarrollo tecnológico regional. Aunque en muchas ocasiones, más que una evolución diacrónica, pueden existir adaptaciones o soluciones tecnológicas locales o regionales que den respuesta a las nuevas necesidades productivas. Las explicaciones han de proceder, por tanto, del propio análisis interno y no de esquemas preconcebidos.



Por otra parte, diferenciar nuestro registro de otros posibles ámbitos tecnológicos espaciales y temporales para observar las posibles conexiones y diferencias, y consecuentemente, establecer una

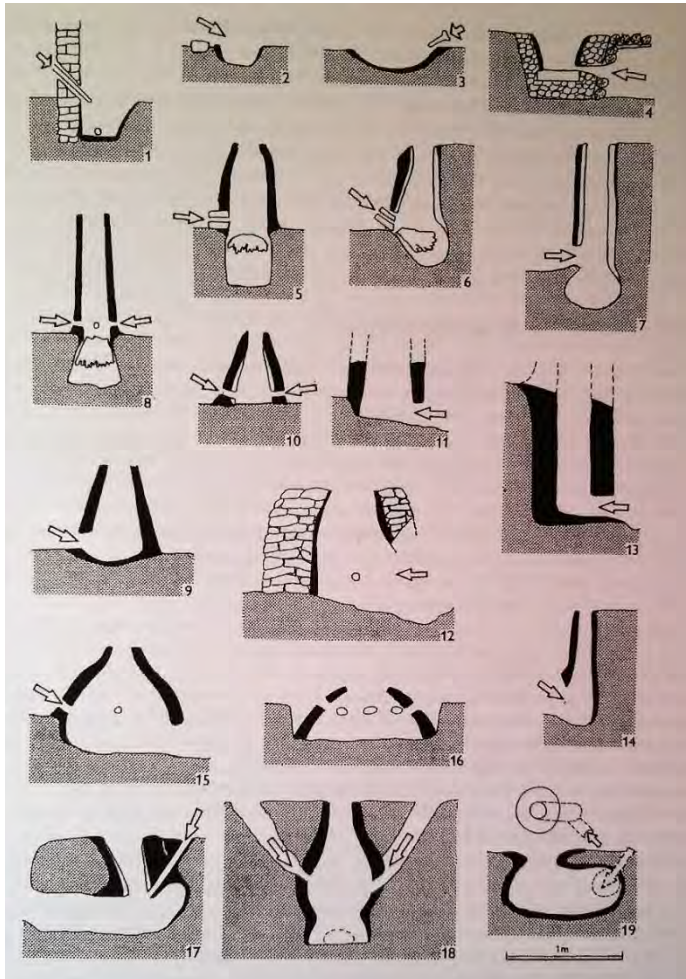
la ladera, la zona de trabajo del fuelle en los hornos de reducción pendiente.

Figura 76. Horno de cuba bajo en Larla (S. I a. C.) Pirineos vasco-franceses. Este tipo con sangrado de las escorias y gran abertura inferior es el más característico y difundido en toda Europa. Fotografía: A. Beyrie.

perspectiva comparada. En este caso, es complicado insertar, por ejemplo, esta nueva tipología de horno vizcaíno en los modelos arqueográficos conocidos hasta el momento para el continente europeo. Hace años se trataba denodadamente de proporcionar una evolución lógica en la forma de los hornos de reducción a lo largo del tiempo: desde el *modelo de cuenco* más simple y primitivo, de escaso diámetro, efímero y excavado en el suelo (CIMA, M. 1991), a un segundo modelo más eficiente capaz de alcanzar mayores temperaturas y contener más mineral (GENER, M. 2010), el *horno de pozo de escorias*. Este horno levanta una cobertura y dispone de una estructura exterior, con toberas para los fuelles pero sin salida inferior. Ya con anterioridad a la época romana, se evolucionaría a un *horno de cuba bajo*¹⁰⁰, de mayor altura y que contaba con una abertura inferior para proceder primero al sangrado al exterior de las escorias del horno y, después, a la extracción de la lupia (PLEINER, 2000)(figura 76).

¹⁰⁰ también mal denominado *galo-romano* porque da lugar a una adscripción cronológica concreta

Otras clasificaciones de carácter tipológico de los hornos de reducción directa se basaban en un criterio estrictamente morfológico. Así tenemos las clasificaciones realizadas en 1956 por Coghlan, que reconocía tres tipos: un horno formado por un simple hoyo en el suelo, un horno cupuliforme y un horno vertical (COGHLAN, 1956). Posteriormente, Cleere (CLEERE, 1972) revisa esta clasificación y propone diversas tipologías en función de la



forma, emplazamiento del fuego y manera de eliminar la escoria. Tylecote simplifica luego la clasificación y se limita a hablar de hornos de cuenco y vertical, introduciendo en ellos las variables de tener o no salida de escoria al exterior y el aislamiento de las paredes (TYLECOTE, 1987). Por su parte, Pleiner hace una extensa clasificación en base a múltiples tipos de hornos recogidos en Europa agrupándolos en torno a diferentes grupos: hornos de cuenco, hornos de pozo de escorias, hornos de cuenco con cúpula, hornos de cuba bajos (los más eficientes según él) y hornos subterráneos. Pero también reconoce que todas las clasificaciones están limitadas por

el estado de conocimientos generado por hornos excavados en tiempos diferentes, y en áreas geográficas concretas. Ninguna sistematización puede estar completa porque continuamente están apareciendo nuevos descubrimientos que producen nuevos tipos y variantes, y además, regiones enteras de Asia y Europa (como comentábamos en el

Capítulo 1) faltan de producir evidencias arqueológicas sobre los hornos de reducción (PLEINER, 2000). Ese es precisamente el estado de la cuestión en la región vasca en estos momentos, donde estamos intentando definir lo que parece una nueva estructura de horno de reducción que no se refleja de un modo exacto en ninguna de estas tipologías planteadas. Si atendemos a la selección de los principales hornos de reducción planteados por Pleiner (figura 77) observamos que el modelo registrado en el territorio vizcaíno no se corresponde con ninguno de ellos (en todo caso por la forma pero no por la tecnología empleada, estaría más cerca del modelo número 4, correspondiente a un horno de los siglos XVIII y XIX d.C. en Escandinavia (STENVIK, L.F., 2003). Así como evidentemente con el modelo de la farga catalana).

En nuestro caso, desconocemos aún cual es el modelo que se usaba en nuestras haizeolak de época tardorromana o alto medieval de Bizkaia, aunque sí sabemos que en el Pirineo del País Vasco-francés, unos siglos antes (S.III a C.) ya estaba funcionando este modelo de cuba bajo en alguna de las ferrerías de montaña documentadas en el valle de Baigorri (figura 76, BEYRIE y KAMMENTHALER, 2005), o incluso con anterioridad (S.IV-III a. C.) en contextos celtíberos de Aragón (VILLAGORDO *et al.*, 2014); modelo similar al que también presumiblemente introdujera el Imperio Romano en los yacimientos indígenas del noroeste peninsular, siempre en pos de una supuesta mejor eficiencia (GOMEZ, 2013), según datos provenientes de los análisis arqueométricos allí realizados. Sin embargo, nuestra investigación constata entre el S. X y XIII en Bizkaia un modelo de horno que no encaja exactamente en estos modelos propuestos (es el único horno que conocemos nosotros con cierto desarrollo en altura cuyo dibujo en sección es exvasado y presenta una pared en rampa). Es decir, que más de mil años después de introducirse en zonas relativamente no demasiado alejadas de nosotros (el caso vasco-francés mencionado, es el ámbito tecnológico definido más cercano al nuestro) los “eficientes” hornos de cuba baja

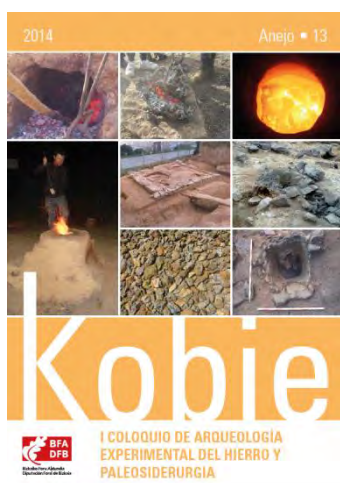
con abertura inferior, parece que nuestros artesanos continúan elaborando hierro con un modelo de horno de reducción a priori más antiguo, seguramente bien conocido, y técnicamente eficiente.

Figura 77. Selección de los principales modelos de hornos de Pleiner. Hornos: 1 Forja catalana, S.XIX; 2 Kestor, prerromano; 3 Zerotín, S. X d.C.; 4 Horno escandinavo S.XVIII-XIX d.C. Hornos de pozo de escorias: 5 Podborany, La Tène; 6 Lovosice, romano-bárbaro; 7 Igolomia, dtto; 8 Scharmbeck, dtto. Hornos de cuba: 9 Praga-Podbaba, romano-bárbaro; 10 Novaya Pokrova, pre-medieval; 11 Salzgitter-Lobmacthersen, romano-bárbaro; 12 Ludres, S. VIII d. C.; 13 Aswicken, romano; 14 Imola, S. XI-XII d.C. Hornos de cuenco con cúpula: 15 Unterpullendorf, La Tène; 16 Mechlin, romano-bárbaro. Hornos subterráneos: 17 Zelechovice 800 d.C.; Yutanovka, S. IX d.C.; 19 Polovinka, premedieval. Fuente: PLEINER, 2000.

De todo esto se deduce que no se puede esperar una única explicación válida para todos los casos. Por consiguiente, no parece que estemos solo ante una difusión de tipos al estilo tradicional de la Arqueología (SARABIA, 1994), sino que también tenemos una adecuación de técnicas aprendidas con distintas variables locales, cuyos motivos pueden ser muy complejos. Los especialistas en la actualidad, más que perseguir aquella evolución diacrónica que se pretendía antaño, intentamos contribuir a la documentación de las primeras tecnologías de producción de hierro, creando ciertos paradigmas regionales que luego se analizan e interrelacionan entre sí (FRANCO *et al.*, 2015).

4.6 Publicaciones

Este capítulo se corresponde parcialmente con las siguientes publicaciones:



2014

FRANCO, F.J.; FERNÁNDEZ, J.A.; ALBERDI, X. y ETXEZARRAGA, I. Ferrerías de monte Callejaverde y Peñas Negras. Nueva tipología de horno plenomedieval y metodologías aplicadas a su estudio. Kobie Serie Anejo, nº 13. BFA-DFB, Bilbao.

2015

FRANCO F.J.; ETXEZARRAGA, I. y ALBERDI, X. Los orígenes de la tecnología del hierro en el País Vasco: ferrerías de monte o haizeolak. Kobie Serie Paleoantropología 2015. BFA-DFB, Bilbao.

4.7 Bibliografía del Capítulo 4

ALBERDI, X. ETXEZARRAGA, I. FRANCO, F.J. 2016.Ferrería de monte de Peña Helada 1 en Arkeoikuska 2015, Ed, Gobierno Vasco, Vitoria-Gasteiz,

BAMBERGER, m. 1985.The working conditions on the ancient cooper smelting process. En Craddock y Hughes (eds.): Furnaces and Smelting Technology in Antiquity. British Museum Occasional Paper48, London,

BEYRIE, A. 2002.La metallurgie antique du fer sur le massif de Larla (commune de Saint Martin de Arrossa). En Urzaiz. Ed Izpegi, Baigorri,

BEYRIE, A. y KAMMENTHALER, E. 2005.Le centre siderurgique Antique de Larla, in Bulletin du Musee Basque: Bayona,

CIMA, M. 1991.Archeologia del ferro. Sistemi, materiali e processi dale origini alla Rivoluzione Industriale. Ed. Nautilus, Torino.

CLARK, A.J. 1996.Seeing Beneath the Soil: Prospecting Methods in Archaeology. Ed Bastford, Londres

COMENDADOR, B. 2010.Una perspectiva antropológica para la interpretación de la metalurgia. En MONTERO,(coord.) Manual de Arqueometalurgia, Cursos de formación permanente para arqueólogos, Madrid

CREW, P. 1991. The experimental production of prehistoric bar iron. Historical Metallurgy Society, nº25,

DUNGWORTH, D. y DOONAN, R., 2013. eds. Accidental and Experimental Archaeometallurgy. Historical Metallurgy Society, Occasional publication nº 7,

FERNANDEZ CARVAJAL, J.A. 2008. Ferrería de monte de Callejaverde. En Arkeoikuska, Gobierno Vasco, Vitoria-Gasteiz

FERNÁNDEZ, J.A. y FRANCO F.J. 2007.Ferrerías de monte de Callejaverde. Y los Corcos. En Arkeoikuska, Gobierno Vasco, Vitoria-Gasteiz,

FERNÁNDEZ, J.A. y FRANCO F.J. 2010.Ferrería de monte de Callejaverde. En Arkeoikuska, Gobierno Vasco, Vitoria-Gasteiz

FRANCO, F.J. y GENER, M. 2016. Early ironwork in Biscay: Survey, excavation, experimentation and materials characterization. An integral study of the mountainside ironworks. (ferrerías de monte or “haizeolak”). En Materials and Manufacturing Processes, Taylor & Francis, London,

FLUSSER, V. 2002.Filosofía del diseño las forma de las cosas, Ed. Síntesis, Madrid,

GARIBAY y ZAMALLOA; E. 1571.Compendio historial de las chronicas y universal historia de todos los reynos de España.

GOGESCOETCHEA, A. 1996.Montes y usos forestales en lo fueros vizcaínos. Vasconia 24, Eusko Ikaskuntza,

GÓMEZ, F. 2013.Paleoescoria de hierro de O Neixón. Informe arqueometalúrgico. Caracterización”, en Bonilla Rodríguez, A; Fábregas Valcarce, R.: Escavacións arqueolóxicas e labores de restauración no complexo arqueolóxico dos castros do Neixón (Boiro, A Coruña). Campaña 2012. Memoria Inédito

GORROTXATEGI, J. *et al.*, 1995., Paleometalurgia del hierro en Bizkaia. Las ferrerías de monte altomedievales, en Sinposi internacional sobre la farga catalana. Andorra,

HUMPRIES, J. y CAREY, C. New methods for investigating slag heaps: Integrating geoprospection, excavation and quantitative methods at Meroe, Sudan. Journal of Archaeological Science.

HUMPRIES, J. y REHREN, T. 2014.Iron production and the kingdom of Kush: an introduction to UCL Qatar’s research in Sudan. En Lohwasser y Wolf (eds.): Ein forschlerleben zwischen den Welten, Berlin,

LARRAZABAL, J. 1997.Análisis de musetras siderometalúrgicas procedentes de los yacimientos Oiola II y Oiola IV (Trapagaran, Bizkaia) en Kobie (serie paleoantropología) XXIV, BFA-DFB, Bilbao,

MARTÍN,I. 1992. Ferrería de Tresmoral 6. I Campaña de excavaciones. Arkeoikuska 1992. Gobierno Vasco – Eusko Jaurlaritza, Vitoria-Gasteiz.

- MARTINON-TORRES, M. 2002. Chaîne opératoire.: The concept and its applications within the study of technology. *Gallaecia* 21,
- PEREA, A. (dir.) 2004. Ámbitos tecnológicos ámbitos de poder. La transición Bronce Final Hierro en la Península Ibérica. CSIC, Madrid,
- PEREDA, I., 1992. La metalurgia prehidráulica del hierro en Bizkaia: el caso de los alrededores del pantano de Oiola (Trapagarán, Bizkaia)”, en *Kobie* (serie paleoantropología) XX, BFA-DFB, Bilbao,
- PEREDA, I. 1997. Aportación al conocimiento de la metalurgia del hierro en los s. XI-XIII en Bizkaia: yacimiento de Oiola IV, en *Kobie* (Serie paleoantropología, nº 24). Bilbao,
- PRIETO, P. (coord.) 2001. Tratamiento y diagnóstico de la cultura material arqueológica. Instituto de Arqueología e Formas Culturais. Universidad de Santiago de Compostela,
- QUIROS, J.A., 2014. Dalla periferia: archeometallurgia del ferro nella Spagna nord-settentrionale nell'alto e pienomedioevo. En *L'archeologia della produzione a Roma (Secoli V-XV)*, Roma,
- RENZI, 2010. Vasijas de uso metalúrgico toberas y moldes. En Montero, M. (coord) *Manual de Arqueometallurgia*, Ed Montero Madrid
- ROVIRA, S. Y RENZI, M. 2010. Las operaciones pirometalúrgicas y sus subproductos. En Montero, M. (coord) *Manual de Arqueometallurgia*, Ed Montero, Madrid
- SARABIA, F.J. 1994. Aproximación teórica y metalográfica a la reducción de hierro en la prehistoria partiendo del trabajo experimental. *Trabajos de Prehistoria* 51. CSIC, Madrid.
- SERNEELS, V. 1997. L'estudi dels rebutjos metalúrgics i la seva aportació a la comprensió de la indústria del ferro. En *Cota Cero* 13.
- SMELAKOVA *et al.*, 2008. Magnetic surveying in Archaeology. *Wormianum*, Denmark.
- STENVIK, L.F. 2003. Iron Production in Scandinavian Archaeology. *Norwegian Archaeological Review*, Vol. 36, No. 2.
- ULLRICH, B. *et al.*, 2014. Geophysical prospection of iron slag heaps in Hamadab, Northern Sudan. *Iron and ironworking, Historical Metallurgy. The journal of the HMS vol 48.*

ZAPATA, L. 1997.El uso del combustible en la ferrería medieval de Oiola IV: implicaciones ecológicas y etnobotánicas, en Kobie Serie Paleoantropología, nº 24. Bilbao,

CAPÍTULO 5

Análisis metalográficos y caracterización de materiales

Análisis metalográficos y caracterización de materiales

SUMARIO: 5.1. Introducción. 5.2. Análisis de escorias. 5.2.1. Tipología de las escorias vizcaínas. 5.2.2. Análisis practicados en el yacimiento de Arrastaleku 1 (Bilbao). 5.3. Análisis de pastas de las paredes de hornos de reducción. 5.4. Análisis antracológicos. 5.5. Publicaciones. 5.6. Bibliografía del Capítulo 5.

5.1 Introducción

Los análisis de materiales realizados por nuestra investigación no han sido numerosos si los comparamos con el peso específico que han adquirido otras áreas del estudio. Hemos de reconocer, por tanto, cierta carencia de estudios arqueométricos de laboratorio referentes sobre todo a las escorias. Ello ha sido debido no tanto a la creciente y diversificada oferta de métodos analíticos que hay a nuestro alcance, lo cual es positivo, (siempre y cuando el análisis no se convierta en el objeto de la investigación), sino más bien a los recursos económicos de que disponíamos, así como a la idea de que lo verdaderamente importante era propiciar buenas preguntas y determinar qué hacer con los materiales recuperados en el curso de nuestra investigación. Quizá por este motivo hemos tardado en comprender cuáles eran las mejores soluciones técnicas a nuestro alcance y sus posibles limitaciones¹⁰¹. A dicho déficit de comprensión también han contribuido las páginas de cierta literatura especializada donde, en ocasiones, la cultura material es descrita con un lenguaje técnico e industrial, en detrimento del discurso histórico y antropológico (COMENDADOR, 2010). En las próximas páginas intentaremos conjugar ambos aspectos, esto es, mantener el difícil

¹⁰¹ Buena parte del mérito en este caso, lo tiene la colaboración inestimable en los últimos años de Marc Gener (técnico del CENIM, Centro Nacional de Investigaciones Metalúrgicas), a quien le tenemos que agradecer tanto su profesionalidad y como su disponibilidad y paciencia para con nosotros.

equilibrio entre la necesidad del empleo del lenguaje técnico para entender los datos extraídos de los análisis y, la subsiguiente interpretación arqueológica

En este capítulo, dividido en tres epígrafes, vamos a repasar brevemente los análisis metalográficos y caracterización de materiales practicados en el curso de nuestra investigación. Empezaremos analizando en el primer epígrafe las características físicas y tipológicas de las escorias vizcaínas dado que constituyen la evidencia primaria para poder localizar e identificar los aspectos tecnológicos, históricos y sociales pertenecientes a esta tecnología metalúrgica (PLEINER, 2000). De ahí la importancia de tratarlas como objetos arqueológicos esenciales, informantes de aquellas actividades que no se pueden sustanciar hoy mediante un registro puramente arqueológico. Por otra, estudiaremos los resultados de los análisis arqueométricos de escorias y minerales practicados básicamente en el yacimiento de Arrastaleku 1 (Bilbao). A pesar de hallarse el horno de reducción arrasado en este yacimiento, las escorias han facilitado interesantes novedades sobre sus mecanismos de funcionamiento.

En el segundo epígrafe vamos a examinar los resultados de los análisis efectuados a las pastas cerámicas de las paredes del horno de tres ferreerías de monte. Y en el tercer y último epígrafe, enfocaremos la atención en los análisis antracológicos realizados, de los que se derivan datos relativos al uso y posible elección del combustible por parte de los antiguos ferrones de Bizkaia.

5.2 Análisis de escorias

La recogida de escorias la hemos realizado siguiendo un protocolo previamente establecido con la colaboración del Laboratorio de Arqueometría de Materiales del Instituto de Historia (CCHS-CSIC). El posterior análisis de estos materiales nos ha aportado datos sustanciales acerca del empleo de la antigua tecnología de producción del hierro prehidráulico.

5.2.1 Tipología de las escorias vizcaínas

Las escorias metalúrgicas, constituidas principalmente por silicatos de hierro, suelen caracterizarse por un color negruzco y gris oscuro, en ocasiones brillante, que facilita su

identificación. Lo que primeramente podemos apreciar en ellas es la presencia de oxidaciones metálicas superficiales; en segundo lugar, su peso específico generalmente elevado; en tercer lugar, la presencia en algunos casos de inclusiones metálicas visibles en el corte; y en cuarto y último lugar, el eventual magnetismo del material (ROVIRA, S y RENZI, M. 2010). Todos estos son elementos significativos a tener en cuenta. Su composición, derivada de la combinación de la ganga y el óxido de hierro¹⁰², no tiene por qué estar influida solamente por el mineral escogido, sino que en ocasiones viene determinada por las reacciones que se producen con el revestimiento del horno (SERNEELS, V. 1993) y la ceniza del carbón (CREW, P. 1998).

A lo largo del tiempo se han hecho diversos esfuerzos por parte de los arqueometalurgistas para clasificar las escorias en función de su morfología externa y su forma de solidificarse. Desde antiguo las clasificaciones se han referido a la diferenciación básica entre las escorias globulosas o “de sangrado”, evacuadas al exterior mediante algún tipo de orificio en la parte inferior del horno, y el resto de escorias que se producen en el horno, las denominadas escorias *internas* y las escorias de *fondo de horno*, con forma de calota (OELSEN, W y SCHÜRMAN, E. 1954). Pero más recientemente, los mejores estudios sobre tipologías de escorias se han basado en la experiencia de diferentes autores que han clasificado los descubrimientos registrados en ciertos lugares de sus propios países (por ejemplo TYLECOTE. 1987; SERNEELS. 1993; LEROY. 1997; ROVIRA y RENZI. 2010).

Pleiner estima que la clave para comprender las diferentes tipologías reside en la conexión de las escorias con el funcionamiento del tipo de horno que las produce (PLEINER, 2000). No obstante, este funcionamiento debería ser “reconstruido” tan solo en base a la conjunción de aquellos restos que se encuentren realmente bien conservados y los resultados de reducciones experimentales con la misma base.

Siguiendo este supuesto, las escorias halladas en los registros vizcaínos pueden dividirse básicamente en tres grupos bien diferenciados:

¹⁰² Hay en las escorias cantidades importantes de óxidos de hierro sin reducir debido a las condiciones del proceso directo, donde la mayor parte del volumen del horno se haya a temperaturas menores de los 1200-1300°C que se consiguen en la zona de reducción (PLEINER, 2000)

1. El primero y más abundante lo formarían las denominadas **escorias de sangrado**, que tienen esos cordones característicos similares a flujos de lava solidificada y que forman tortas aplanadas a veces de grandes dimensiones (FLUZZIN, 1999). Esto



Figura 78. Escorias globulosas o de sangrado.
Yacimiento de El Peso 2 (Arcentales).

demuestra que se encontraban en un estado semilíquido para poder fluir, y se asocian al hecho de haber sido evacuadas al exterior por una abertura realizada oportunamente en el horno.

En el caso vizcaíno, sorprende el volumen hallado de estas escorias en relación con los pequeños agujeros de 3 a 5 cm de diámetro y unos 35-40 cm de longitud

(base de la pared del horno) que podrían facilitar su sangrado en el fondo del horno, lo cual denota el alto grado de desarrollo y dominio técnico de aquellos maestros ferrones.

También es cierto que reducciones experimentales practicadas por nuestro equipo en hornos de esta tipología ha demostrado que se pueden producir sangrados en el mismo interior del horno por las escorias que van deslizándose hacia el fondo (Figura 79).

Por otra parte, ha sido habitual identificar este tipo de escorias con una metalurgia avanzada dentro del proceso evolutivo que desde la Antigüedad llega hasta las ferrerías hidráulicas, metalurgia que comúnmente se ha asociado en la Península Ibérica a la tecnología que supuestamente introdujera la conquista romana (GOMEZ 1996; ROVIRA y RENZI 2010; GENER 2010).



Figura 79. Sangrado producido en el interior del horno.
Reducción experimental en el 2014 en el Museo de la Minería del País Vasco.

Esta afirmación se ha basado principalmente en la falta de documentación de hornos con apertura inferior para el sangrado en las comunidades prerromanas; pero hoy día sabemos, por ejemplo, que existían hornos celtíberos de los S.IV-III a.C. en La Juncada (Teruel) que utilizaban este método de sangrado para realizar una reducción eficiente separando la escoria del tocho, mostrando así tanto el grado de desarrollo tecnológico e innovación de algunas comunidades locales celtíberas, como la necesidad de tomar con precaución ciertos planteamientos construidos al margen de los contextos sociales de producción (FABRE *et al.*, 2012, VILLAGORDO *et al.*, 2014).

2. El siguiente grupo, también abundante en los escoriales vizcaínos aunque en menor medida que el grupo anterior, lo conforman las **escorias internas** que Rovira denomina *escorias amorfas* (GOMEZ y ROVIRA, 2001), que se producen dentro de la atmósfera reductora de los hornos y en algunos casos son de textura más esponjosa y más ligeras que las escorias de sangrado mencionadas.



Figura 80. Escoria interna del yacimiento de Regomedo (Arcentales)

3. Aunque no de manera muy abundante, otra de las escorias que se producen en el interior del horno que se puede encontrar en el registro de las ferrerías de monte de Bizkaia, es la **escoria de fondo de horno**. En este caso se trata de bloques, más o menos compactos y con peso importante, que reproducen la solera del crisol o fondo de horno donde se han formado.



Figura 81. Escoria de fondo de horno, yacimiento Gongeda 3

Al margen de estos tres grupos principales, otro tipo de escorias procedentes del horno de reducción que suelen aparecer en todas las excavaciones vizcaínas y en ocasiones también en superficie, son las escorias vitrificadas. Su número es reducidísimo en comparación con otras escorias y su tamaño, como puede apreciarse en la Figura. 82, es muy pequeño. No obstante, es un indicador de los materiales empleados en esta tecnología y de la fábrica que empleaban los antiguos artesanos del hierro en la comarca. Estos vidriados azules se originan fundamentalmente por la mezcla, a altas temperaturas, de la sílice que aporta fundamentalmente la arcilla de la pared del horno, con ciertas sales solubles de sodio (probablemente derivado de la ceniza del carbón).



Figura 82. Pequeños fragmentos de escoria vitrificada, recogidos en el yacimiento de Sukutza (Bedia) S. XI.



Figura 83: Escoria de afino de procedente del yacimiento de Arrastaleku1 (Bilbao)

Por otra parte, no hemos podido registrar de visu en la prospección de superficie practicada en Bizkaia, escorias pertenecientes de la forja primaria o afino de lupias. Pero gracias al análisis de escorias de Arrastaleku 1 que veremos en el siguiente punto, sí queda constatada la presencia de una escoria de afino¹⁰³ con abundantes restos de arrastre del proceso anterior de reducción, probablemente desprendida en bloque durante el martilleo que acompaña a la consolidación de la lupia.

¹⁰³ La actividad de post-reducción ya se atestiguaba materialmente en el propio taller de producción de las ferrerías de monte de Callejaverde y Oiola IV (Ver Capítulo 3).

5.2.2 Análisis practicados en el yacimiento de Arrastaleku 1 (Bilbao).

5.2.2.1 Las analíticas efectuadas y sus características

La arqueometría de las escorias se ocupa de su identificación, caracterización y cuantificación mediante técnicas de observación y medición que pueden ser destructivas o no. Esta es una técnica que se ha desarrollado exponencialmente desde la generalización de métodos analíticos precisos y no destructivos (LOPEZ_ROMERO y MONTERO, 2006), lo cual ha permitido acceder a nuevas informaciones sobre este tipo de materiales.

En el curso de nuestra investigación, como hemos mencionado en el capítulo anterior, es en el yacimiento de Arrastaleku 1 (Bilbao)¹⁰⁴, en el año 2014, cuando comenzamos a recoger (entre otros materiales) escorias pirometalúrgicas y algún fragmento de mineral de diferentes estratos según los criterios aportados por el Laboratorio de arqueometría de materiales del Instituto de Historia del CSIC (Madrid)¹⁰⁵. De entre todas las muestras recogidas se seleccionaron 15 (13 de escorias y 2 de mineral), según criterios de representatividad, conjuntamente con el técnico responsable del trabajo de laboratorio e interpretativo, Marc Gener.

Tras la selección, se ha documentado cada muestra antes de proceder a la extracción y preparación de las mismas. A continuación, se han fragmentado las muestras más grandes y se han cortado para extraer una sección de poco grosor y tamaño adecuado. El criterio mantenido a lo largo de este proceso ha sido obtener una muestra cercana al núcleo de la pieza original y que incluyera la mayor cantidad posible de elementos potencialmente significativos, de manera que fuera representativo de la pieza original.

¹⁰⁴ Conviene recordar que tras la intervención arqueológica en Arrastaleku 1, datado entre el S. XI-XII, apareció un fondo de horno de reducción completamente arrasado. Por lo tanto gracias a la arqueometría de las escorias hemos documentado numerosos aspectos técnicos concretos de la tecnología desarrollada por los antiguos ferrones en este taller.

¹⁰⁵ Siguiendo el mismo protocolo recogimos en el año 2015 diferentes muestras en el yacimiento de Peña Helada 1 (Galdames), si bien están aún pendientes de analítica.

La observación mediante Microscopía electrónica de Barrido (MEB) se ha realizado en los laboratorios del Instituto de Historia del CSIC en Madrid, mientras que el análisis composicional por Dispersión de Energía de Rayos X (EDX) en los laboratorios de TECNALIA en Donostia.

La relación de los análisis metalográficos practicados en el yacimiento bilbaíno son los que se aprecian en la siguiente tabla:

REFERENCIA	U.E.	DESCRIPCIÓN
ARR1 UE 1-1	1-1	Escoria Arqueológica
ARR1 UE 3	3	Escoria Arqueológica
ARR1 UE 4-1	4-1	Escoria Arqueológica
ARR1 UE 4-2	4-2	Escoria Arqueológica
ARR1 UE 4-3	4-3	Escoria Arqueológica
ARR1 UE 5-1	5-1	Escoria Arqueológica
ARR1 UE 5-2	5-2	Escoria Arqueológica
ARR1 UE 5-3	5-3	Escoria Arqueológica
ARR1 UE 5-4	5-4	Escoria Arqueológica
ARR1 UE 5-5 Min	5-5	Mineral Arqueológico
ARR1 UE 6-1	6-1	Escoria Arqueológica
ARR1 UE 6-2	6-2	Escoria Arqueológica
ARR1 UE Corte 1	Corte 1	Escoria Arqueológica
ARR1 UE Corte 2	Corte 2	Escoria Arqueológica
ARR1 UE Corte 3 Min	Corte 3	Mineral Arqueológico

Tabla 6. Análisis metalográficos desarrollados en el yacimiento de Arrastaleku 1 (Bilbao). Autor: Marc Gener.

De entre estas 15 analíticas, únicamente vamos a señalar los resultados de seis de ellas, a fin de no reiterarnos en ciertos resultados. Las seis analíticas elegidas, que presentan diferencias significativas entre ellas, son las siguientes:

- dos escorias de sangrado (ARR1UE 1-1 y ARR1 UEcorte1, con distinto nivel de beneficio),
- una escoria de forja primaria o afino (ARR1 UE 4-3),

- una escoria interna (ARR1 UE 5-2),
- una escoria de fondo de horno (ARR1 UE 5-4),
- y por último, una muestra de mineral (ARR UE Corte 3 Min).

5.2.2.2 Resultados

a) *ARR1 UE 1-1*

La escoria *ARR1 UE 1-1* tiene forma de bloque. Exhibe ferromagnetismo de intensidad media. El anverso presenta una superficie irregular de material de aspecto vítreo y tacto suave, con restos de cordones de solidificación en varias capas, de color gris oscuro y concreciones de material terroso. El reverso presenta una superficie también irregular de material poroso de aspecto vítreo y color gris oscuro, con concreciones terrosas y manchas ferruginosas. Algunas fracturas descubren un material compacto de color gris oscuro, porosidad variable y presencia de vacuolas de distintos tamaños (figuras 84a y 84b).

La muestra de la sección presenta un color gris muy oscuro y homogéneo, con mucha porosidad y presencia de vacuolas. Se distinguen a simple vista líneas de separación que definen diversas zonas con distinta porosidad, las cuales corresponden a las diferentes bandas de colada que se han formado al correr la escoria en estado semifluido e ir enfriándose hasta solidificarse (figura 84c).

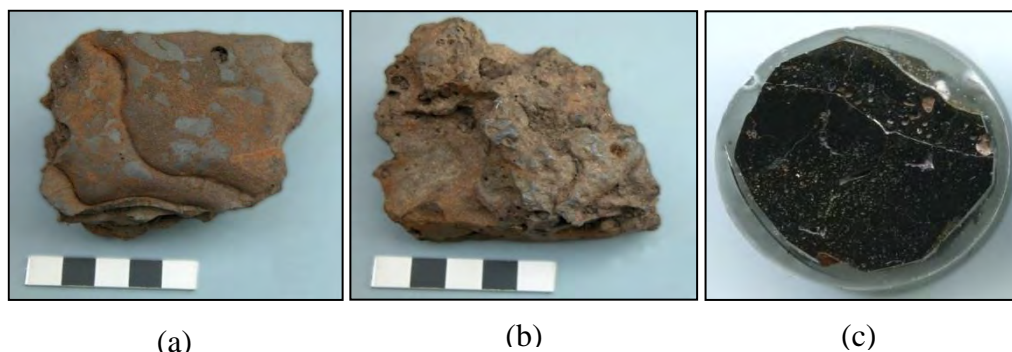


Figura 84.: Microestructura de ARR1 UE 1-1. a) Vista general ($\times 85$). b) Detalle ($\times 300$), identificando los diferentes elementos. Imagen MEB, electrones retrodispersados (M.I. = Material Intersticial).

La microestructura de la muestra (Figura 85) es bastante homogénea dentro de cada zona, y está formada por una matriz de cristales tabulares y bien definidos de fayalita con algo de Mn (2,17% MnO, junto con Al, Ca y Mg en cantidades minoritarias), y abundante presencia de wustita dendrítica de largo desarrollo, que indica un enfriamiento lento, y que contiene Mn y Mg minoritarios. El material intersticial, que es lo último en enfriarse, es un vidrio con alto contenido en hierro (30,91% FeO) y con Al, Ca, K y Na, así como cantidades minoritarias de Mn, S, Ti y P.

Se han observado y analizado las diversas zonas de solidificación, que sólo se distinguen por su porosidad y por variaciones en la densidad de las dendritas de wustita. Presentan composiciones muy similares, tanto globales como de sus fases, todo lo cual indica que son producto de una misma operación.

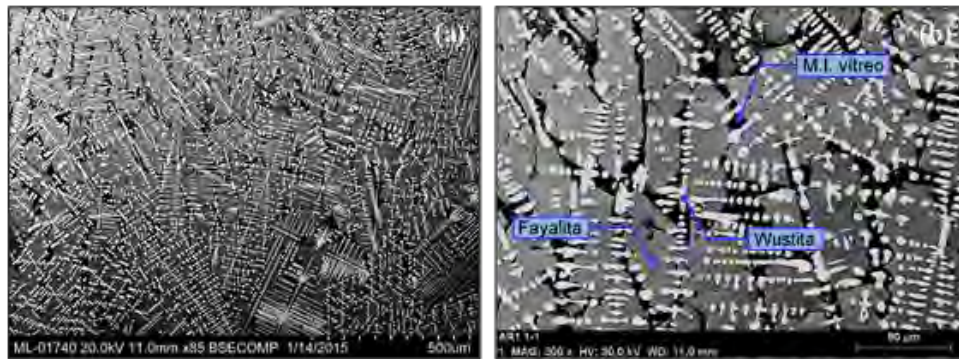


Figura 85. Microestructura de ARR1 UE 1-1. a) Vista general (x85). b) Detalle (x300), identificando los diferentes elementos. Imagen MEB, electrones retrodispersados (M.I. = Material Intersticial).

La Tabla 7 resume la composición global y la de los elementos microestructurales más significativos que componen esta escoria.

Fase	FeO	SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	MnO	K ₂ O	Na ₂ O	SO ₃	TiO ₂	P ₂ O ₅
Análisis Global	72,93	17,89	4,31	1,71	0,25	1,53	0,91	n.d.	0,47	n.d.	n.d.
Cristales (fayalita)	70,52	25,22	0,46	0,75	0,88	2,17	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Dendritas (wustita)	94,23	3,94	0,35	0,26	0,24	0,98	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Intersticial vítreo	30,91	28,71	19,91	9,30	n.d.	0,55	8,00	1,45	0,48	0,42	0,27

Tabla 7. Análisis cuantitativo MEB-EDX general y de las fases más significativas identificadas en la muestra ARR1 UE 1-1 (% en peso, como óxidos; n.d.= no detectado).

Recapitulando, podemos decir que se trata de una escoria fayalítico-wustítica bastante homogénea, con abundante wustita en forma dendrítica de largo desarrollo, resultado de una operación de sangrado con enfriamiento lento, durante o al final de un proceso de reducción.

A pesar de la presencia de wustita esta no es muy abundante, lo cual indica que el proceso al que corresponde esta escoria fue relativamente eficiente, produciéndose un buen beneficio del mineral, con poca pérdida de hierro en la escoria.

b) *ARR1 UE 4-3*

La escoria *ARR1 UE 4-3* tiene forma de bloque irregular. Exhibe ferromagnetismo de intensidad variable, pero en general fuerte. Todas las caras presentan una superficie irregular y áspera donde predomina el color anaranjado ferruginoso, bajo el cual afloran algunos puntos de color gris oscuro. Se advierte abundancia de concreciones terrosas, así como restos minerales incrustados e inclusiones de materia vegetal carbonizada. Las fracturas dejan ver un material compacto de color gris oscuro con porosidad abundante pero irregular y también restos de materia vegetal carbonizada en el interior (Figuras 86a y 86b).

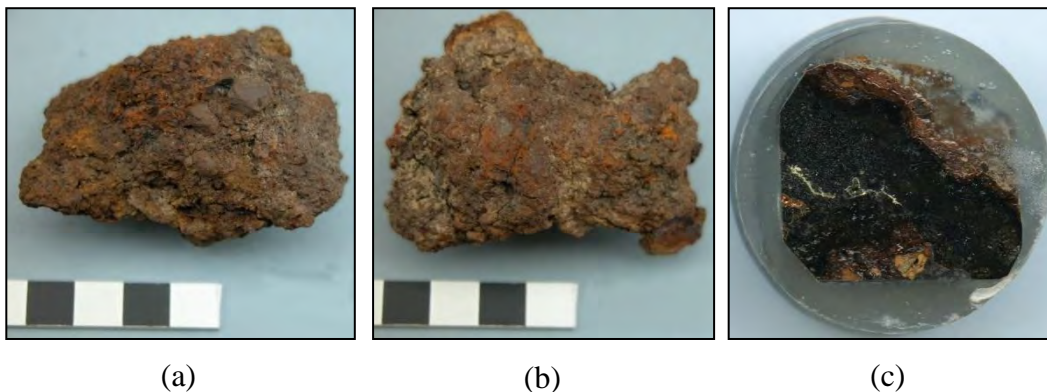


Figura 86.: Escoria ARR1 UE 4-3: a) Anverso; b) Reverso; c) Muestra preparada.

La muestra de la sección presenta un aspecto poco homogéneo, con un color mayoritariamente gris muy oscuro, abundante porosidad y presencia de inclusiones minerales y de productos de corrosión ferruginosos. Se detecta la presencia de inclusiones de metal en la matriz, apreciables a la vista cuando la luz incide en ángulo, aunque no en la imagen (Figura 86c).

La microestructura de la escoria es bastante heterogénea. Todo parece indicar que se trata de una escoria de afino, con numerosos restos de arrastre del proceso anterior de reducción, con lo que exhibe una combinación de elementos microestructurales de ambos.

Así, la mayoría de las zonas (Figura 87a; Figura 87b para el detalle) presentan una estructura de cristales aciculares, en diversos estados de formación (Figuras 87b y 87d), de fayalita rica en Mn (8,9% MnO), con presencia de Mg (2,1% MgO) y cantidades minoritarias de Al y Ca. Aparece también algo de Cl que probablemente provenga de los productos de corrosión circundantes. El material de relleno entre los cristales corresponde a un vidrio con cantidades elevadas de óxido de hierro (27,53% FeO) además de Al, Ca, K y Mn, así como cantidades minoritarias de Na, Ti y S. La wustita, aunque abundante se distribuye de manera irregular y aparece en forma globular, también con presencia de Mn (3,62% MnO) y con Al, Si y Mg minoritarios.

Repartidas por varias partes de la escoria, y generalmente formando aglomeraciones, se detectan numerosas inclusiones de hierro puro (blanco brillante en las Figs. 87a-87e) de diferentes tamaños y morfología irregular, tanto globulares, asociadas a glóbulos de wustita (Figura 87b), como formando una matriz, camino de consolidarse (Figuras 87c y 87e). También se observan inclusiones de materia mineral.

Otras zonas presentan una extensa presencia de óxidos secundarios de hierro (> 95% de FeO). Estos aparecen—asociados a hierro metálico que ha sobrevivido al proceso de corrosión (Figura 87e) o en forma de inserciones y oclusiones heterogéneas (Figuras 87a y 87b).

También pueden observarse numerosas aglomeraciones de glóbulos de wustita (Figuras 87a y 87f) en cuyos intersticios se distingue una matriz de cristales de composición fayalítica. Estas aglomeraciones son arrastres del proceso anterior, y corresponden a restos de la fase de reducción del mineral a metal que no ha acabado de consumarse.

La Tabla 8 resume la composición global y la de los elementos microestructurales más significativos que componen esta escoria:

Fase	FeO	SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	MnO	K ₂ O	Na ₂ O	SO ₃	TiO ₂	Cl ₂ O
Análisis Global	83,09	6,88	3,06	0,88	0,26	3,42	0,89	n.d.	n.d.	n.d.	1,51
Cristales (fayalita)	61,40	25,35	0,34	0,75	2,10	8,9	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	1,16
Dendritas (wustita)	93,87	0,73	1,06	n.d.	0,72	3,62	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Intersticial	27,53	31,18	19,41	8,04	n.d.	2,98	8,83	0,74	0,44	0,84	n.d.

Tabla 8. Análisis cuantitativo MEB-EDX general y de las fases más significativas

En resumen, dentro de la heterogeneidad, la estructura general es fayalítico-wustítica, con zonas considerables de óxidos secundarios y numerosas aglomeraciones de glóbulos wustíticos, que corresponden a material en proceso de reducción de óxido de hierro a metal. Presenta numerosas inclusiones de hierro metálico puro (100%) de diversos tamaños y en diversas fases de consolidación. Los análisis globales arrojan una proporción de MnO de entre 3,42 y 4,41%. Se trata de una escoria de afino con abundantes restos de arrastre del proceso anterior de reducción, probablemente desprendida en bloque durante el martilleo que acompaña a la consolidación de la lupia.

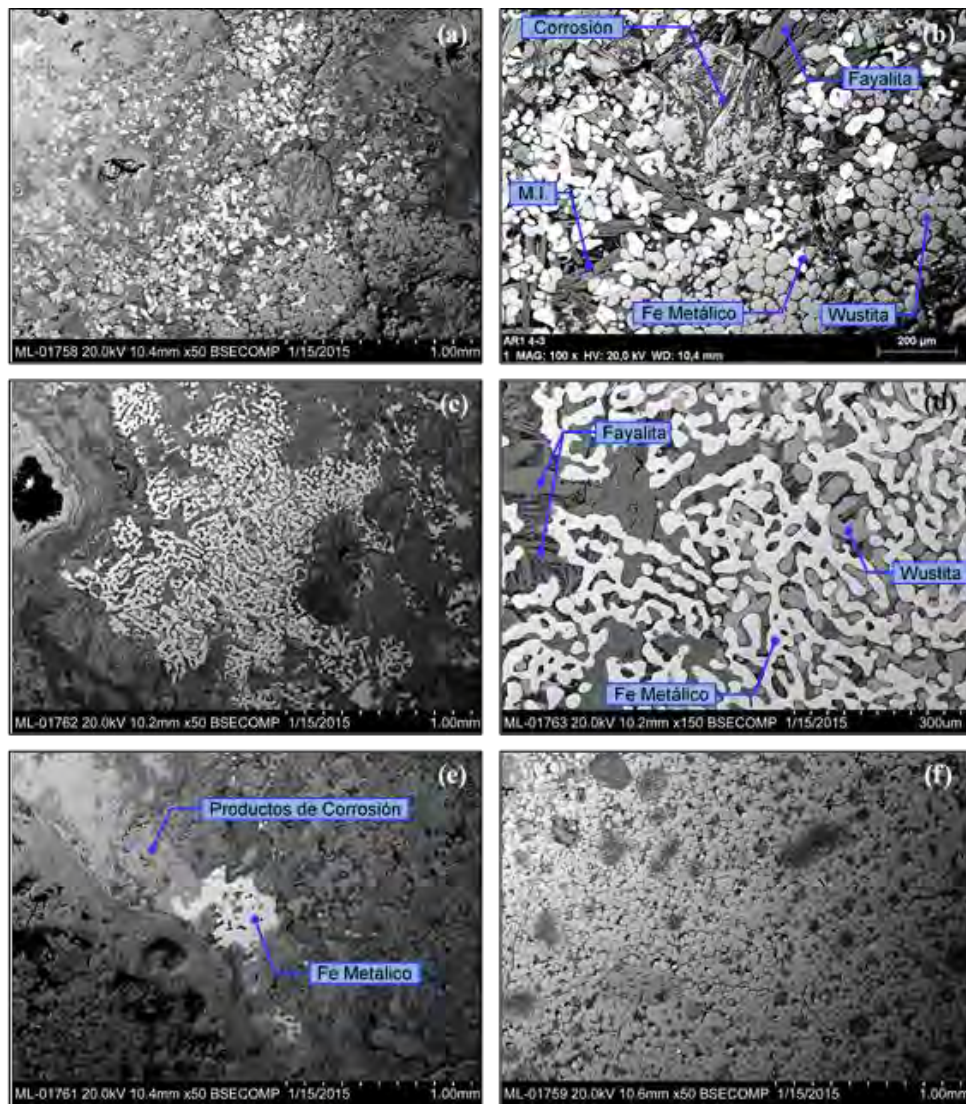


Figura 87. Microestructura de ARR1 UE 4-3, vistas generales y detalles de diversas zonas de la escoria. a) Vista general ($\times 50$) representativa de la heterogeneidad de la muestra. b) Detalle ($\times 100$) de (a), identificando los diferentes elementos. c) Vista general ($\times 50$). Hierro metálico (blanco brillante) formándose, en las últimas fases del proceso de reducción. d) Detalle ($\times 150$) de (c), identificando los diferentes elementos. e) Vista general ($\times 50$). Restos de hierro metálico bien formado y sujeto a corrosión posterior. f) Vista general ($\times 50$). Zona plenamente wustítica, mineral a punto de iniciar su transformación en hierro metálico. Imagen MEB, electrones retrodispersados (M.I. = Material Interstitial).

c) *ARR1 UE 5-2*

La escoria *ARR1 UE 5-2* tiene forma de fragmento plano-convexo. Exhibe ferromagnetismo variable, pero en general débil. El anverso presenta una superficie

bastante regular, con ondulaciones, de aspecto vítreo, tacto suave, porosa y de color gris oscuro con manchas negras y ferruginosas así como concreciones terrosas. El reverso presenta una superficie del mismo color, porosidad, tacto y apariencia vítrea que el anverso, también con muchas concreciones terrosas, pero con un aspecto mucho más irregular y con grandes protuberancias a un lado, además de grandes inclusiones de materia orgánica vegetal carbonizada. Parece corresponder a un bloque que se ha solidificado desde un estado líquido o semilíquido, formado por acumulación o goteo de la escoria, y fluyendo muy poco durante el enfriamiento. Las fracturas dejan ver un material compacto, de color gris oscuro, con abundancia de poros y de vacuolas (Figuras 88a y 88b).

La muestra de la sección presenta dos zonas diferenciadas, una de un color gris muy oscuro y homogéneo, que es la que se encuentra en la mayor parte de la escoria, y otra de un color gris-verdoso, correspondiente a la parte cercana a la superficie, ambas con abundancia de porosidad y vacuolas (Figura 88bis c).

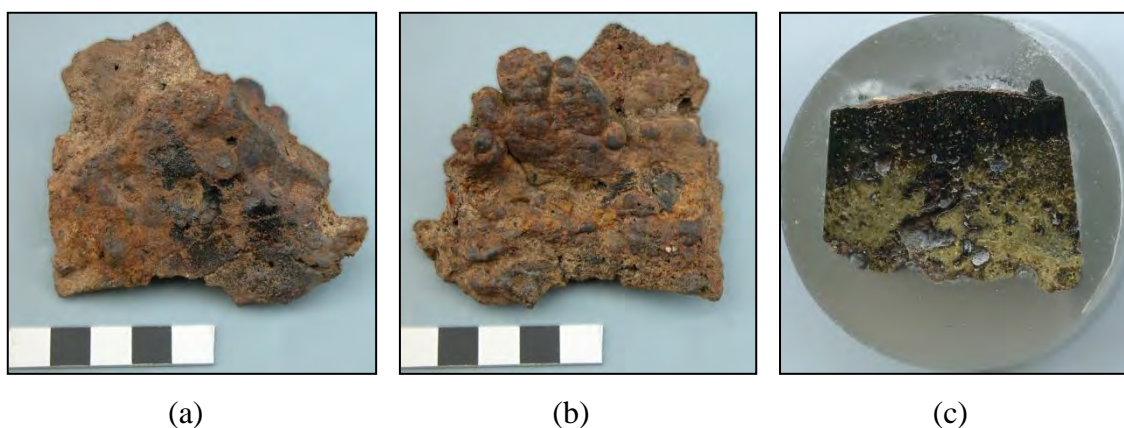


Figura 88.: Escoria ARR1 UE 5-2: a) Anverso; b) Reverso; c) Muestra preparada.

La microestructura general de la escoria corresponde a una matriz de grandes cristales tabulares de fayalita con Mn y Al en cantidades minoritarias, separados entre sí por un vidrio intersticial rico en hierro (25,38% FeO) y con presencia de Al, Ca, K y P, así como Na y Ti minoritarios. En este caso, la diferencia fundamental entre la zona gris oscura, que corresponde a la mayoría de la escoria, y la de color verdoso, que corresponde a áreas cercanas a la superficie, es la densidad de la fayalita. Esta presenta cristales bien formados y muy compactados en la primera zona (Figuras. 89a y 89b), mientras que en la segunda los cristales fayalíticos aparecen más ojerosos y separados entre sí por grandes áreas de vidrio intersticial donde también se pueden observar largas agujas de fayalita en proceso de formación (Figuras 89c y 89d).

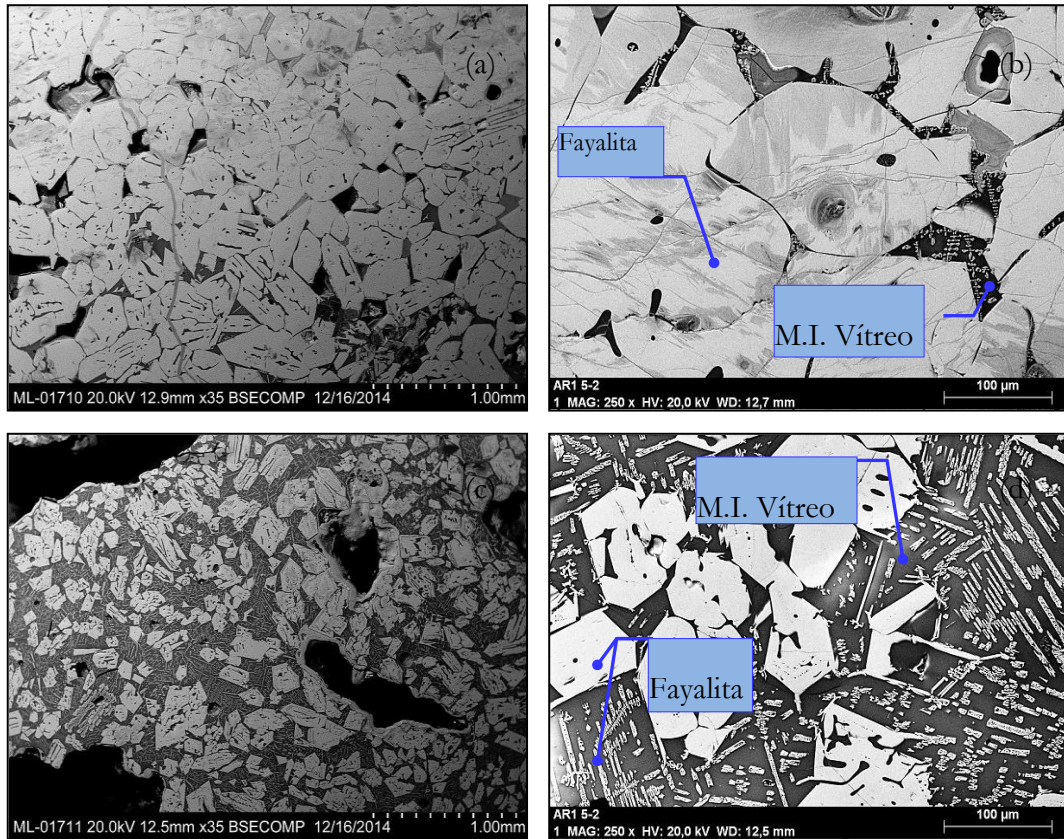


Figura 89. Microestructura de ARR1 UE 5-2. a) Vista general (×35) de la zona de color gris oscuro. b) Detalle (×250) de la zona gris oscuro, identificando los diferentes elementos. c) Vista general (×35) de la zona de verdoso. d) Detalle (×250) de (c), identificando los diferentes elementos. Imagen MEB, electrones retrodispersados (M.I. = Material Intersticial).

En ambas áreas la composición de los elementos microestructurales es muy parecida. En la Tabla 9. encontramos un resumen de los resultados de los análisis más representativos.

Fase	FeO	SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	MnO	K ₂ O	Na ₂ O	P ₂ O ₅	TiO ₂	Cl ₂ O
Análisis Global	70,61	26,36	1,17	n.d.	0,77	0,34	n.d.	0,46	n.d.	0,29
Cristales (fayalita)	74,15	24,87	0,18	n.d.	0,80	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Intersticial vítreo	25,38	43,93	19,13	2,29	n.d.	6,07	0,75	1,75	0,70	n.d.

Tabla 9. Análisis cuantitativo MEB-EDX general y de las fases más significativas identificadas en la muestra ARR1 UE 5-2 (% en peso, como óxidos; n.d.= no).

En resumen, se trata de un fragmento de una escoria fayalítica, formada por acumulación del material en estado líquido o semilíquido, probablemente en el fondo del horno, donde ha interactuado parcialmente con el terreno. La composición y la micromorfología de la escoria, en la que destaca la falta de wustita, apuntan a que estamos ante el resultado de una operación de reducción muy eficiente, en la que muy poco hierro se ha perdido en la formación de escoria. Probablemente la operación se realizó con una relación de combustible/mineral alta (abundancia de combustible) que permite reducir el mineral directamente a metal, produciendo una escoria pobre en FeO.

d) ARR1 UE 5-4

La escoria *ARR1 UE 5-4* es de gran tamaño y tiene forma plano-convexa. Exhibe ferromagnetismo débil. El anverso exhibe una superficie irregular, de tacto áspero, porosa, con algunas zonas de aspecto vítreo y color gris oscuro generalizado, con abundantes manchas de color ferruginoso, concreciones terrosas y abundantes incrustaciones de materia mineral. El reverso presenta una superficie parecida a la del anverso pero mucho más irregular y con más incrustaciones minerales y concreciones terrosas. Las fracturas en los laterales revelan un material muy compacto, con escasa porosidad, de color gris y con presencia de vacuolas. Dado su tamaño y morfología todo parece indicar que se trata de un bloque formado por acumulación de la escoria líquida o semilíquida que se ha solidificado lentamente, sin fluir durante el enfriamiento (Figuras. 90a y 90b).

La muestra de la sección corresponde a una fragmento tomado del interior de la zona más compacta, y presenta un color gris muy oscuro homogéneo, con porosidad y vacuolas (Figura 90c).

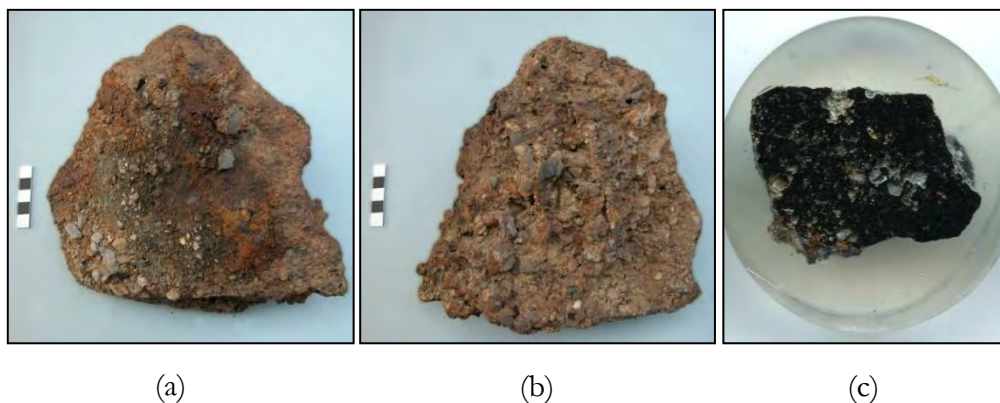


Figura 90. Escoria ARR1 UE 5-4: a) Anverso; b) Reverso; c) Muestra preparada

La microestructura de la muestra (Figura 91) es muy homogénea, y está compuesta principalmente por una matriz de cristales tabulares de fayalita en diversos estados de formación, con presencia de Mn y Mg en su composición (2,73% MnO y 1,12% MgO), así como Al y Ca en cantidades minoritarias. Se observa también wustita poco abundante en forma dendrítica con presencia de Ti (1,62% TiO₂) y Mn minoritario. El material intersticial presente entre los cristales de fayalita es de composición leucítica, y presenta segregaciones secundarias de wustita en muchos puntos.

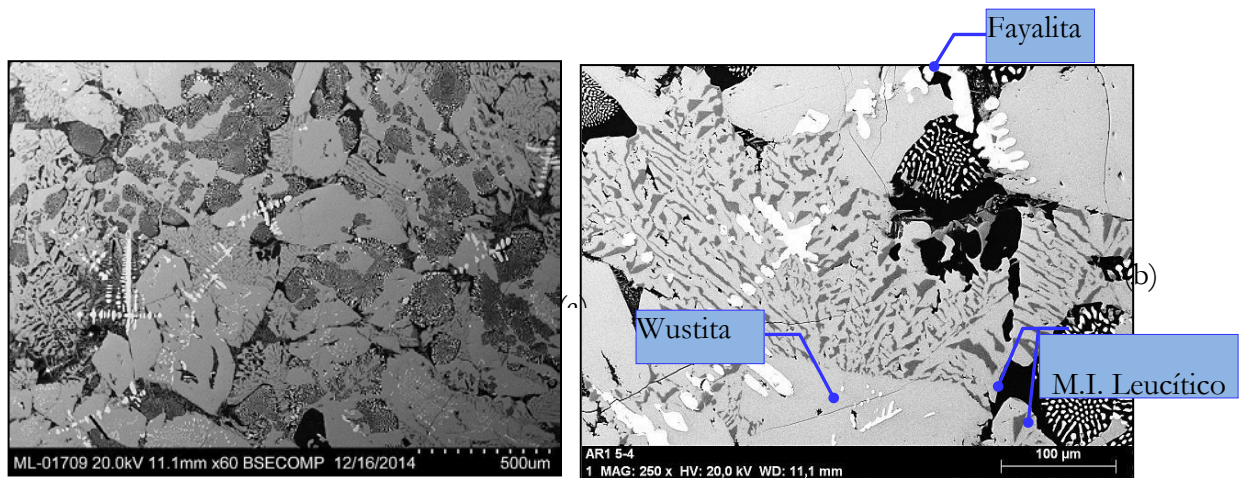


Figura 91: Microestructura de ARR1 UE 5-4. a) Vista general (x60). b) Detalle (x250) de (a), identificando los diferentes elementos. Imagen MEB, electrones retrodispersados (M.I. = Material Intersticial).

En la Tabla 10 resume la composición global y la de los elementos microestructurales más significativos que componen esta escoria.

Fase	FeO	SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	MnO	K ₂ O	Na ₂ O	TiO ₂
Análisis Global	62,64	24,21	6,91	1,43	0,31	2,00	1,68	0,21	0,61
Cristales (fayalita)	69,58	25,83	0,32	0,42	1,12	2,73	n.d.	n.d.	n.d.
Dendritas (wustita)	96,45	0,43	0,63	n.d.	n.d.	0,87	n.d.	n.d.	1,62
Intersticial (Leucita)	0,84	52,47	26,19	n.d.	n.d.	n.d.	20,23	0,27	n.d.

Tabla 10. Análisis cuantitativo MEB-EDX general y de las fases más significativas identificadas en la muestra ARR1 UE 5-4 (% en peso, como óxidos; n.d.= no).

En resumen, se trata de un fragmento muy grande del tipo de bloque formado por la acumulación en el fondo del horno de la escoria líquida o semilíquida producida durante el

proceso de reducción, y que no fue extraída durante la operación. Estos bloques también se llaman “calotas” o “fondos de horno”, y una vez solidificados se sacaban del horno para hacer sitio para la siguiente operación, con frecuencia rompiéndolos en trozos manejables, ya que son grandes y pesados. En este caso la composición de la escoria es eminentemente fayalítica y la morfología de la poca wustita presente indica que se enfrió muy lentamente. Su composición y microestructura apuntan a que se trata del resultado de una operación notablemente eficiente, con poca pérdida de hierro en la escoria, probablemente con una relación combustible/mineral bastante alta y con reducción directa del mineral a metal, con pocas pérdidas de hierro en la escoria en forma de wustita.

e) *ARR1 UE Corte 1*

La escoria *ARR1 UE Corte 1* tiene forma aplanada. Se detecta ferromagnetismo débil. El anverso exhibe una superficie de aspecto vítreo, tacto suave, porosa y de color gris oscuro, con restos de bandas de colada indeterminadas que configuran una topografía pero no se distribuyen claramente por capas. El reverso presenta una superficie con el mismo aspecto vítreo, porosidad y color gris oscuro, pero mucho más irregular y áspera al tacto, con abundancia de manchas ferruginosas y concreciones terrosas. Las fracturas laterales revelan un material compacto, que comparte el mismo color gris oscuro, con porosidad y amplias vacuolas (Figuras 92a y 92b).

La muestra de la sección presenta un color homogéneo, gris muy oscuro, con porosidad y presencia de vacuolas, correspondiente a una sola banda de colada formada al correr la escoria en estado semifluido antes de enfriarse y solidificarse (Figuras 92c).

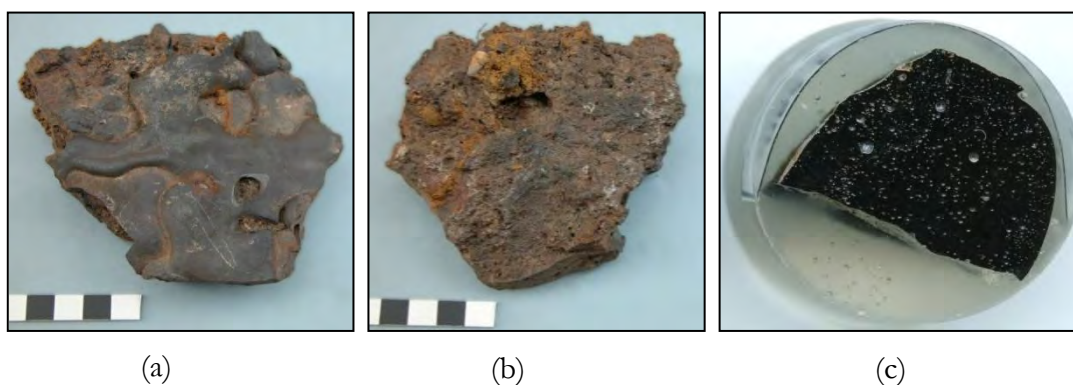


Figura92: Escoria ARR1 UE Corte1: a) Anverso; b) Reverso; c) Muestra preparada.

La microestructura (Figura 84) es bastante homogénea en toda la muestra, y se compone de una matriz de cristales de fayalita aciculares y tabulares, y abundante wustita que sólo varía de zona en zona por sus diversos estados de desarrollo dendrítico (Figuras 93a y 93b). La fayalita presenta Mn en su composición (2,59% MnO), así como Ca, Al y Mg en cantidades minoritarias, mientras que la wustita presenta también algo de Mn (1,05% MnO). El material intersticial es un vidrio de alto contenido en hierro (49,53% FeO), con presencia de Al, K y Ca, así como Mn, Na, S y P minoritarios. Distribuidas por la escoria se encuentran pequeñas inclusiones de hierro metálico puro.

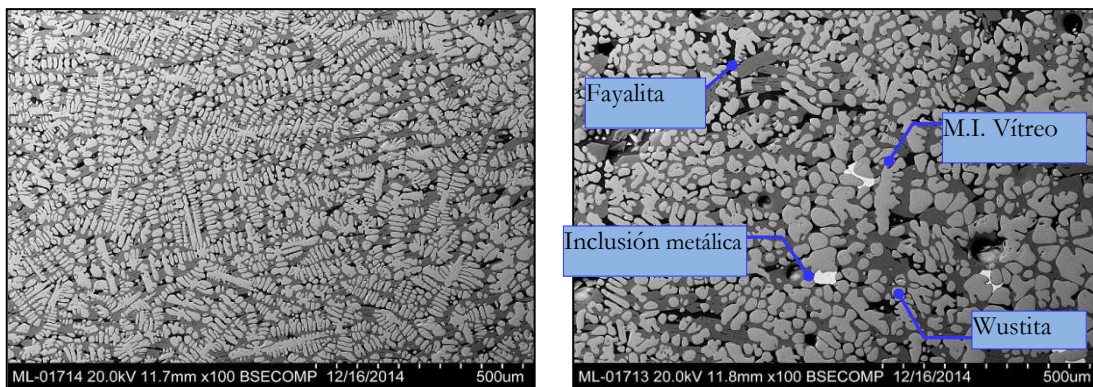


Figura 93:: Microestructura de ARR1 UE Corte 1. a) Vista general (×100). b) Otra vista general (×100), identificando los diferentes elementos. Imagen MEB, electrones retrodispersados (M.I. = Material Intersticial).

La Tabla 11 resume la composición global y la de los elementos microestructurales más significativos que componen esta escoria.

Fase	FeO	SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	MnO	K ₂ O	Na ₂ O	SO ₃	P ₂ O ₅
Análisis Global	81,39	11,93	3,33	0,87	n.d.	1,64	0,84	n.d.	n.d.	n.d.
Cristales (fayalita)	70,99	24,94	0,43	0,53	0,51	2,59	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Dendritas (wustita)	98,15	0,20	0,60	n.d.	n.d.	1,05	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Intersticial vítreo	49,53	23,04	13,63	4,75	n.d.	0,96	6,93	0,72	0,25	0,20

Tabla 11. Análisis cuantitativo MEB-EDX general y de las fases más significativas identificadas en la muestra ARR1 UE Corte 1 (% en peso, como óxidos; n.d.= no detectado):

Se trata de una escoria fayalítico-wustítica, muy homogénea. Solo varía en el nivel de desarrollo de las dendritas, lo cual indica que algunas zonas se enfriaron ligeramente más deprisa que otras. Al tratarse de una escoria de sangrado, que se hizo fluir del horno en estado líquido o semilíquido, es razonable asumir que fue la parte inferior, que estaba en contacto con el suelo, la que perdió temperatura algo más rápidamente. Al tratarse de una sola capa, y relativamente fina, el gradiente de temperatura se mantuvo el tiempo suficiente para dejar que las dendritas se desarrollaran más en la parte superior que en la inferior.

En este caso, la abundancia de wustita indica que la operación de reducción fue poco eficiente en cuanto al beneficio del mineral, ya que se perdió bastante hierro en la escoria.

f) ARR1 UE Corte 3 Min

La muestra **ARR UE Corte 3 Min** tiene forma de bloque. Se trata de un fragmento de mineral de tacto áspero y color ferruginoso, con tonalidades que van del rojo oscuro al anaranjado, manchas grises e inclusiones blanquecinas, así como algunas concreciones terrosas (Figuras 94a y 94b).

La muestra de la sección (Figura 94c) alterna zonas de color marrón rojizo con otras de color gris oscuro e inclusiones blanquecinas que forman una estructura reticular.

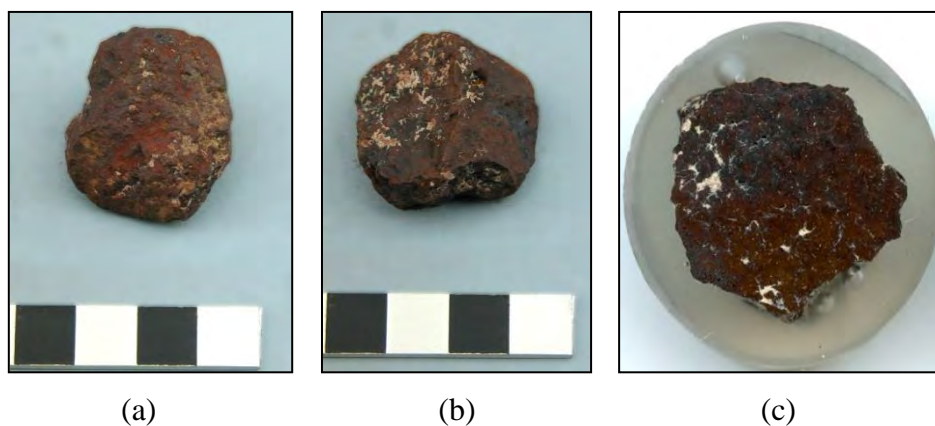


Figura 94::: Muestra ARR1 UE Corte 3 Min: a) Anverso; b) Reverso; c) Muestra preparada

La microestructura de la muestra es heterogénea y combina regiones ricas en ganga silícea con otras, la mayoría, ricas en mineral de hierro (Figura 95). Las zonas ricas en mineral presentan en sí mismas una morfología y una composición muy consistentes. En la Tabla 12 puede verse un análisis de composición representativo de la fase mineral, con abundancia de óxidos de hierro y con presencia de Mn (2,68% MnO) así como cantidades minoritarias de Mg, coherentes con la presencia de estos elementos en las escorias halladas en el yacimiento.

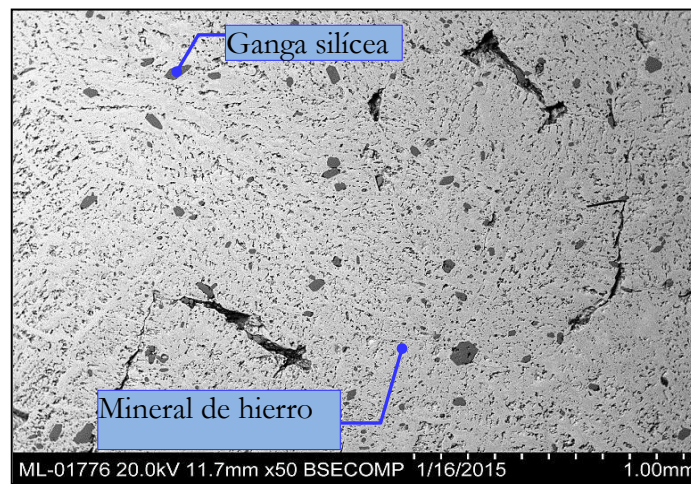


Figura 95. Microestructura de ARR1 UE Corte 3 Min. Vista general representativa (x50), identificando los diferentes elementos. Imagen MEB, electrones retrodispersados.

Fase	FeO	SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	MnO
Análisis Global zona mineral (x50)	84,18	6,60	5,20	0,62	0,72	2,68

Tabla 12. Análisis cuantitativo MEB-EDX general representativo de la muestra ARR1

5.2.2.3 Conclusiones acerca del conjunto de análisis practicados en Arrastaleku 1.

La mayor parte de las muestras recogidas en diferentes estratigrafías en el registro arqueológico de Arrastaleku 1 durante la excavación corresponden a escorias de sangrado. Este tipo de escorias se forman durante la operación de reducción de mineral en el interior

del horno de manera que adquieren una considerable fluidez. Probablemente son extraídas en una o más ocasiones a lo largo de la operación por el procedimiento de abrir el agujero a baja altura en la pared del horno y dejar que la escoria fluya hacia fuera en estado líquido o semilíquido, enfriándose y adquiriendo en el proceso su característica morfología. Las escorias que hemos podido identificar como de sangrado son las siguientes:

- ARR1 UE 1-1
- ARR1 UE 3
- ARR1 UE 4-1
- ARR1 UE 4-2
- ARR1 UE 5-3
- ARR1 UE 6-1
- ARR1 UE Corte 1
- ARR1 UE Corte 2
-

En la mayoría de casos se trata de escorias de matriz fayalítica y con escasa presencia de wustita, resultado de una operación de reducción eficiente desde el punto de vista del beneficio del mineral, ya que se perdió poco hierro en forma de wustita en la formación de la escoria. La presencia generalizada de la wustita en forma de dendritas de largo desarrollo indica que el enfriamiento desde el estado fluido se produce de forma relativamente lenta, de manera que los elementos tienen tiempo de separarse e irse formando adecuadamente. También implica que la escoria alcanza una temperatura por encima de 1300°C, que es la necesaria para que la wustita se funda, y que la mantuvo un cierto tiempo. Este tipo de escorias, pobres en wustita, suelen relacionarse con operaciones con intensas condiciones reductoras, que probablemente involucran una relación combustible-mineral bastante alta, permitiendo que los fragmentos de mineral se reduzcan directamente, transformándolos en una mezcla de metal y escoria (KILLICK y GORDON 1989). Esto permite beneficiar minerales relativamente poco ricos en hierro, a costa de usar mucho combustible. Aunque este no parece ser nuestro caso en Arrastaleku 1, puesto que los minerales hallados en el contexto arqueológico (ARR1 UE 5-5 Min y ARR1 UE Corte 3 Min) son muy ricos en Fe, con lo que, a priori, y con estos datos en la mano, el uso de una cantidad mayor de combustible en relación con el mineral, aunque siempre conveniente, no hubiera sido imprescindible para beneficiar el mineral. Podemos teorizar también, que el resultado final de este tipo de operaciones, dadas las intensas condiciones reductoras, tiende a ser acero, más que hierro dulce, pero esto es un resultado que también viene condicionado por otros factores que puede controlar el operador (el maestro ferrón en este caso) y que no quedan reflejados en la escoria, como es el tiempo que se deje la lupia en el interior del horno o la frecuencia del sangrado de la escoria, que permite exponer el metal durante más tiempo o menos a la atmósfera reductora (PLEINER 2000; REHREN *et al.*, 2007).

Lo que se ha comentado hasta aquí es de aplicación a todas las escorias de sangrado mencionadas salvo ARR1 UE Corte 1 y ARR1 UE Corte 2, que presentan una gran cantidad de wustita en su composición. Esta aparece también en forma dendrítica bastante desarrollada, lo cual indica que también en estos casos se alcanzó la temperatura de 1300-1350°C, se mantuvo durante un tiempo y el enfriamiento se produjo de manera bastante lenta. Sin embargo, la abundancia de este componente implica que en este caso estas escorias son producto de una operación de reducción poco eficiente en términos de beneficio del mineral, ya que se perdió mucho hierro en la formación de la escoria. Este tipo de escorias muy ricas en wustita, se relacionan con operaciones con una relación combustible/mineral menos alta que las anteriores (menos combustible para la misma cantidad de mineral) cuyo mecanismo de funcionamiento, simplificando, consiste en producir una escoria rica en wustita, que luego precipita, con el fin de reducirla después a Fe metálico (KILLICK y GORDON 1989). Esto permite ahorrar combustible si se usan minerales de alta ley, como es el caso de los minerales hallados en este contexto arqueológico, pero a riesgo de no aprovechar al máximo la riqueza del mineral. Al crearse condiciones no tan intensamente reductoras como en el caso de relaciones combustible/mineral más elevadas, también se puede teorizar aquí que el resultado de estas operaciones será hierro puro, o al menos que es más fácil que salga hierro sin acerar de esta operación, aunque, como ya hemos mencionado, este es un factor que se puede controlar con mecanismos que no dejan huella en la escoria (PLEINER 2000; REHREN *et al.*, 2007).

Se han representado las composiciones globales de las escorias en el diagrama de equilibrio de fases SiO₂-CaO-FeO (Figura 96), donde se reflejan las tendencias aquí descritas. Así podemos ver como ARR1 UE Corte 1 y ARR1 UE Corte 2 tienden más a la zona wustítica, como refleja su microestructura, con temperaturas de trabajo de entre 1250 y 1300°C, mientras que las otras escorias de sangrado se mantienen en la zona de la fayalita, con temperaturas de trabajo más o menos consistentes entre 1150 y 1200°C, sin que esto sea impedimento en cada caso de que se alcanzaran temperaturas más altas en momentos puntuales, y se mantuvieran durante un cierto tiempo, como indican la presencia y la morfología de la wustita.

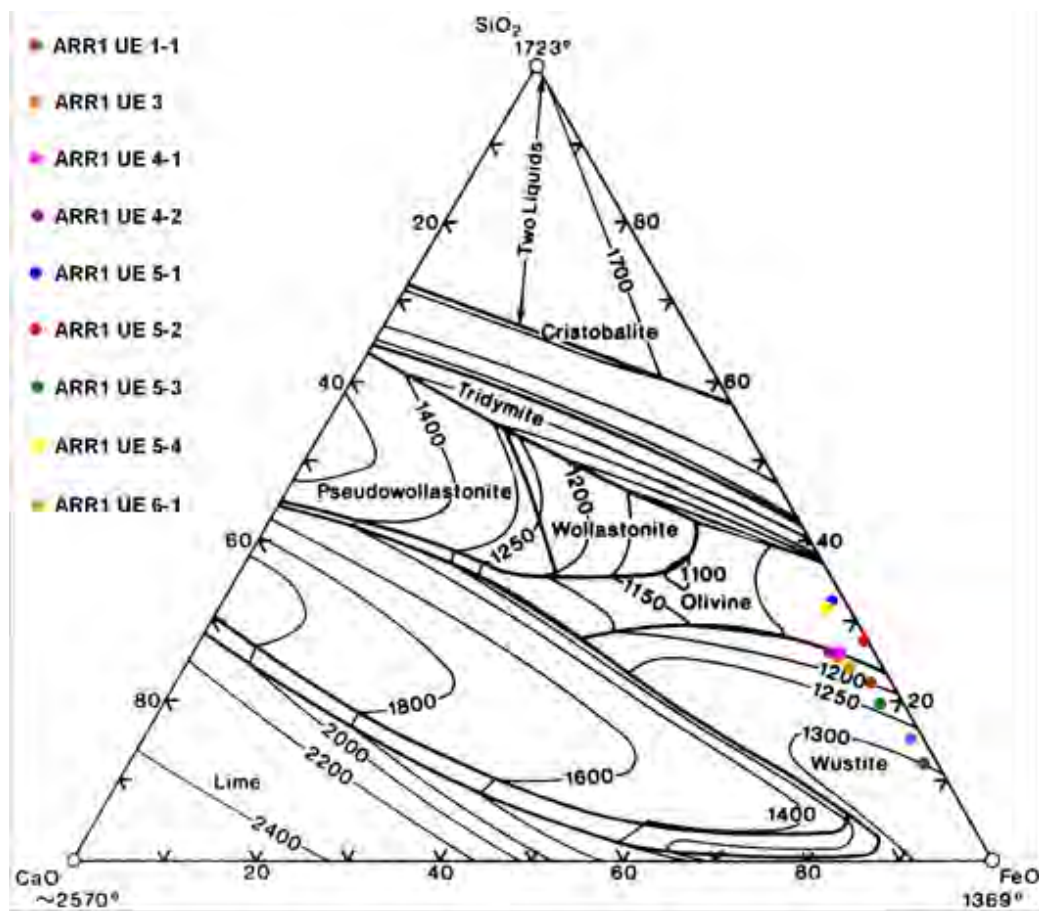


Figura 96:: Diagrama de equilibrio de fases con las escorias analizadas representadas en él en función de su composición. Autor Marc Gener

Además de las escorias de sangrado, también encontramos ejemplos de las llamadas fondos de horno, formados por la acumulación de escoria en la cavidad inferior de la estructura pirometalúrgica.

Casi todas estas escorias presentan una estructura básicamente fayalítica, y constituyen un ejemplo claro del proceso que ya se ha mencionado para las escorias de sangrado con poca wustita: productos de una operación eficiente desde el punto de vista del beneficio del mineral, con intensas condiciones reductoras, poca pérdida de hierro, y la posibilidad de obtener acero como producto final, si el operador así lo decidía y sabía cómo explotar las condiciones de su horno.

Es necesario mencionar que las escorias de fondo de horno pueden ser producidas por una operación de reducción, pero también se pueden formar en el fondo de una fragua en el

transcurso de operaciones de post-reducción, como el afino de la lupia o la forja del hierro. En nuestro caso, sin embargo, la morfología interna de las escorias indica que lo más probable es que todos los ejemplos estudiados se traten de productos de operaciones de reducción.

Al representarlas sobre el diagrama de equilibrio de fases (Figura 96), casi todas las calotas caen plenamente dentro de la zona fayalítica, en coincidencia con lo que nos muestra su microestructura, con temperaturas de trabajo entre 1150 y 1200°C, sin que eso sea óbice para que durante la operación se haya podido pasar por fases donde la temperatura interior haya subido hasta el punto de permitir la fusión de la wustita cuando esta está presente en forma dendrítica, aunque sea en cantidades escasas, como en el caso de ARR1 UE 5-4. La escoria ARR1 UE 6-2, a su vez, se sitúa todavía en la zona fayalítica pero más cerca de la zona wustítica, con temperaturas de trabajo alrededor de los 1200°C. Sin embargo, aunque esto concuerda con la microestructura observada, sabemos que se trata de una escoria sometida a condiciones particulares por estar delante de la tobera, con presencia además de fayalita y wustita en formación, poco definidas. Todo ello apunta a que es una escoria que no ha alcanzado condiciones de equilibrio, con lo cual su posición en el diagrama de equilibrio es poco representativa.

Por una razón parecida no está representada en el diagrama de equilibrio de fases la escoria ARR1 UE 4-3. Esta es probablemente el producto de una operación de afino o consolidación de una lupia después de sacarla del horno. Como hemos podido ver, presenta en su interior cantidades importantes de hierro sin consolidar, mezcladas con grandes cantidades de escoria y algunos óxidos secundarios indicativos de hierro que han cedido al ataque de la corrosión a lo largo del tiempo. Este tipo de microestructuras suelen corresponder a escorias que se han desprendido del cuerpo principal de la lupia, durante el proceso de consolidación en caliente, arrastrando parte del metal de esta. Su alto contenido en hierro metálico y productos de corrosión falsean los resultados analíticos a la hora de representar la escoria en el diagrama de fases, por eso no la hemos reflejado allí.

En cuanto a los minerales estudiados, hemos comprobado que ARR1 UE 5-5 Min y ARR1 UE Corte 3 Min son fragmentos de mineral de una ley bastante elevada, con cantidades variables de ganga silíceo y aluminosa, y en ambos casos con presencia de Mn y algo de Mg, elementos comunes a todas las escorias en proporciones variables pero bastante consistentes, y que encuentran su origen precisamente en el mineral.

Los otros elementos presentes en las escorias tienen orígenes diversos. El Fe, el Si, el Al y el Ca, además de los mencionados Mn y Mg, y también el Ti y el P, tienen su origen en el

mineral, aunque en el caso de estos últimos aparezcan siempre en proporciones tan pequeñas que raramente se detectan en los análisis globales de los minerales. Ocurre lo mismo con el Cu que encontramos en algunas inclusiones de hierro metálico, siempre en proporciones muy pequeñas, y que probablemente provenga de la contaminación del mineral por calcopiritas, que es un mineral bastante común en la cuenca minera vizcaína, y que también explica la presencia casi siempre minoritaria de S que a veces aparece en los análisis. Estas cantidades de S y Cu que encontramos son siempre tan escasas que es difícil argumentar cualquier otra cosa que no sea una contaminación accidental y de proporciones muy escasas. Otra fuente de elementos minerales pueden ser las paredes internas del horno, que interaccionan con la escoria, proporcionando además de elementos como Si y Al, posibles contaminaciones minoritarias de otros elementos.

De estos elementos, el Cu es un elemento siderófilo (SEERNELS, 1993) que se reduce a baja temperatura y pasa todo al metal, que es donde lo encontramos. Los elementos litófilos son aquellos que pasan íntegramente a la escoria, puesto que se reducen a muy alta temperatura y raramente pasarán a formar parte del metal, como el Si, Al, Ca, Mg y Ti, por lo que si se detectan en el metal probablemente sea porque el analizador está captando elementos del área circundante, un efecto que a veces se produce al analizar inclusiones muy pequeñas. El K y el Na se originan en el combustible (carbón vegetal), y también se quedan en la escoria, normalmente en el material intersticial, que es lo último en solidificarse. Por otra parte, están los elementos intermedios⁹ como el Mn, que se reparten entre el metal y la escoria en función de la temperatura¹⁰. La presencia de Mn, aunque no muy alta, es significativa, puesto que la presencia de este elemento en el mineral en las proporciones observadas es suficiente para impactar en el proceso productivo. El Mn sustituye al Fe en la escoria, bajando la temperatura de fusión de ésta y, en general mejorando por diversos mecanismos (HEIMANN *et al.*, 2001) la eficiencia del proceso de reducción. En resumen, hace posible extraer más hierro a menos temperatura del horno (es decir, más fácilmente), y además favorece su carburización, de manera que sea más fácil que el resultado de la operación sea acero en vez de hierro puro. Para un antiguo artesano del hierro, cuyo conocimiento era estrictamente empírico, esto se traduce en que un cierto tipo de mineral (el que es rico en Mn), aplicándole el procedimiento habitual, es menos exigente que otros a la hora de producir hierro metálico como resultado, y que además también permite que se obtenga acero directamente desde el horno con más facilidad, modificando las condiciones de la operación (cantidad de combustible, tiempo, flujo de aire...). Evidentemente, para ello el artesano debe tener experiencia en la manipulación de los parámetros del horno, y precisamente la elección de un mineral rico en Mn, cuando fuera

posible, es uno de estos parámetros, lo cual convierte a este tipo de materia prima en un recurso atractivo.

En general, tal y como mencionamos junto a Marc Gener en el artículo de referencia¹⁰⁶, del estudio llevado a cabo se deriva que los ferrones que operaban el horno excavado en el yacimiento de Arrastaleku 1 entre la segunda mitad del s. XI y la primera mitad del s. XII d.C., sangraban los hornos y tenían un cierto control sobre el resultado de sus operaciones. Se detecta una considerable consistencia entre los desechos de los procesos, que apuntan mayoritariamente a un buen rendimiento en términos de beneficio del mineral. En este sentido, y como hipótesis de trabajo futuro, las diferencias detectadas entre los diversos tipos de escorias pueden atribuirse a que se buscaban resultados distintos (hierro, acero, ahorro de combustible, mayor beneficio del mineral, etc.) manipulando las condiciones del horno. Hasta dónde alcanzaba este control y hasta qué punto se trataba de decisiones tecnológicas intencionales son cuestiones que exigirían estudios más amplios, destinados a elaborar estadísticas de resultados más completas, pero también es cierto que se constata un mejor beneficio de mineral en las escorias pertenecientes a la época de amortización del horno que entre aquellas escorias más antiguas recogidas en los estratos inferiores, lo cual apunta a un progresivo dominio de la técnica por parte de los artesanos. Por último, referente al ciclo de trabajo desarrollado en el taller ferrón, hemos podido constatar que además del proceso de reducción también existía una forja primaria o afino de la lupia, seguramente en el momento de extraerla del horno de reducción.

5.3 Análisis de pastas de las paredes de hornos de reducción

Exponemos, a continuación, los resultados de los análisis químico-físicos realizados sobre fragmentos de las paredes del horno de tres yacimientos de ferrerías de monte. Los análisis correspondientes a los dos primeros yacimientos han sido realizados en 2014-2015 en los laboratorios de CCHS-CSIC, bajo la dirección M^a Ángeles Villegas. Los correspondientes

¹⁰⁶ FRANCO, F.J. y GENER, M. Early ironwork in Biscay: Survey, excavation, experimentation and materials characterization. An integral study of the mountainside ironworks. (ferrerías de monte or “haizeolak”). En *Materials and Manufacturing Processes*, vol.32, issues 7-8 Taylor & Francis, London.

al último de los yacimientos han sido realizados en los mismos laboratorios bajo la dirección de Marc Gener.

Uno de los objetivos principales de estos análisis ha sido la determinación de la composición química de las muestras, mediante espectrometría de fluorescencia de rayos X (FRX), para determinar si se trataba de materiales cerámicos con propiedades refractarias y, en caso afirmativo, cuáles eran sus cualidades.

Los resultados del análisis químico de la muestra de la pared de horno de la ferrería de monte de Peñas Negras han determinado un elevado contenido de óxido de silicio (SiO_2 ,



Figura 97.: Fragmentos pared de horno del yacimiento de Peñas Negras. Fotografía: M^a Ángeles Villegas

76,70%) y moderado de óxido de aluminio (Al_2O_3 , 13,50%). El contenido de óxido de hierro (Fe_2O_3) se sitúa en 6,50%. Se trata de un material cerámico no calcáreo ni margoso, ya que las concentraciones de óxido de calcio (CaO) son inferiores a 5% (0,12%) y las de óxido de magnesio (MgO) también son muy reducidas (0,31%). La suma de SiO_2 y de Al_2O_3 alcanza el 90,20%, lo que resulta en un material con buenas propiedades térmicas y, por tanto, características refractarias, que podría

haberse obtenido con la adición de arena a un sedimento arcilloso. El contenido de óxido de potasio (K_2O) es de 1,83%, que puede proceder del propio sedimento arcilloso, aunque no puede descartarse la presencia de feldespato potásico en la arena posiblemente añadida.



Los resultados del análisis de pared de horno de Callejaverde se han obtenido extrayendo dos muestras de la misma pared (CVD-1 y CVD-2), dando un resultado

Figura 98.: Pared de horno de Callejaverde.

muy similar a los obtenidos en la muestra anterior. La suma de SiO_2 y de Al_2O_3 es de 87,60% en la muestra CVD-2 (perteneciente a la parte externa pared del horno), mientras que en la pared interna que se haya vitrificada y escorificada (CVD-1), el porcentaje de esta suma es algo inferior (85,28%). De todas formas, estos valores indican igualmente unas buenas propiedades térmicas del material. Asimismo, la muestra CVD en general, también puede considerarse un material cerámico no calcáreo ni margoso, ya que los contenidos de óxidos de calcio (CaO , 0,15-1,29%) y magnesio (MgO , 0,23-0,27) son muy bajos. La concentración de óxido de hierro (Fe_2O_3) fue un poco más elevada (entre 8,08 y 8,99%) que en la muestra del yacimiento anterior, así como en el contenido de óxido de potasio (K_2O , 2,55-2,77%). La relativamente mayor concentración de Fe_2O_3 en la muestra CVD-1, procedente de la pared interna del horno, podría ser debida a que la muestra se hubiera contaminado con hierro procedente de los procesos metalúrgicos para los que se usaba el horno. Por lo demás, el material de esta muestra también podría haberse obtenido a partir de un sedimento arcilloso al que se hubiera añadido una arena más o menos feldespática, ya que en este caso el porcentaje de óxido de potasio (K_2O) es incluso algo mayor.



Figura 99:: Fragmento de la pared del horno de Callejaverde. Fotografía: M^a Ángeles Villegas.

Los resultados del análisis químico de una muestra de pared de horno de Arrastaleku 1 son también similares a los ya descritos. Se ha analizado la muestra en diversas zonas y en todos los casos el resultado es una composición muy similar, sin diferencias significativas entre las zonas más rojizas y las más claras. Se determina una composición con un elevado contenido de SiO_2 (entre 88,84-90,55%) y moderado de Al_2O_3 (entre 5,73-6,42%). Se trata de un material cerámico no calcáreo ni margoso, ya que el contenido de CaO es muy bajo (entre 0,64-0,67%) y no se detecta contenido de MgO . La concentración de óxido de hierro es más reducida que en los casos anteriores (entre 3,62-4,15%). El elevado

contenido de SiO_2 y de Al_2O_3 genera un material consistente, con unas buenas propiedades refractarias, adecuadas para la función a la que estaba destinado. Este material podría haberse obtenido por la adición de arena silíceo a un sedimento arcilloso que en este caso no sería feldespática, pues no se ha detectado K_2O .

En resumen, estos análisis químicos determinan en todos los casos un material con buenas propiedades térmicas y, por tanto, características refractarias, que podría haberse obtenido con la adición de arena a un sedimento arcilloso. La concentración de óxido de potasio (K_2O) que presentan algunas muestras es posible que se deba a la utilización en esos casos de arena feldespática. Las pequeñas concentraciones de óxidos de calcio (CaO) y de magnesio (MgO) indicaron que el sedimento arcilloso no era calcáreo. Por lo tanto, a la hora de construir las paredes de hornos seleccionaron un material con buenas propiedades refractarias elaborado mediante la adición de arenas silíceas y en algunas ocasiones feldespáticas a unas arcillas no calcáreas ni margosas.

Los análisis mineralógico mediante difracción de rayos X (DRX) determinaron que el material estuvo sometido a temperaturas superiores a $1.000^{\circ}C$. En el caso de la muestra CVD 1, procedente del interior de un horno, se detectó presencia de fase vítrea amorfa, así como la fase cristobalita de alta temperatura, lo cual indica que el material se sometió a una temperatura superior a los $1.050^{\circ}C$ como mínimo.

5.4 Análisis antracológicos

En lo referente a las condiciones del medio natural a la hora de suministrar combustible a las ferrerías de monte vizcaínas, los estudios antracológicos de Lydia Zapata han sido los únicos que hasta el momento han aportado interesantes datos al respecto.

Para el yacimiento medieval de Oiola IV (Trapagaran), esta autora confirma el uso en los S. X-XIII de madera de roble, haya, aliso y avellano como especies más frecuentes para hacer carbón en el entorno de aquella haizeola (ZAPATA, 1994). Junto a estas especies aparecen también otras como el sauce, abedul, rosáceas, madroño, alacrán, aligustre, fresno y acebo. Aunque parece que se aprovechaba toda la madera disponible, la del roble es al parecer la más utilizada tanto en los hornos de tostación como en otras estructuras del citado yacimiento

Sin embargo, en otro caso del estudio realizado por la misma autora sobre la excavación de la ferrería de monte de Ilso-Betaio (Sopuerta), atribuida al S. X, sobre una amplia muestra de 97 carbones recogidos del relleno de uno de los dos hornos de calcinación hallados, casi el 90 % de los ejemplares eran de haya, siendo el roble y acebo en este caso testimoniales, sin bien hay que tener en cuenta que este yacimiento se halla en torno a los 700 metros de altitud, zona donde habían de proliferar los hayedos (GORROTXATEGI *et al.*, , 1993).

En los estudios radiocarbónicos que hemos realizado para nuestro proyecto de investigación, hemos seleccionado y analizado gracias a la colaboración de la profesora Zapata en el Laboratorio de Antracología de la Universidad del País Vasco, todos los carbones que posteriormente se enviaban a datar así como algún otro ejemplar de los mismos yacimientos. Los resultados obtenidos respecto a 19 muestras analizadas constatan, en las épocas entre el S. III d.C. y el S.XIII y para haizeolak extendidas a lo largo del territorio vizcaíno, la presencia recurrente en el entorno de los talleres de producción del *quercus sub. quercus* (que probablemente sea roble aunque también puede ser quejigo o marojo), utilizado casi un 50%, y del haya, usado en un 35%. Además existen casos individuales de espino y avellano y alguna rosácea¹⁰⁷. Teniendo en cuenta que la muestra en sí es escasamente representativa respecto al conjunto y geográficamente dispersa tomaremos los datos con la precaución que se merecen a la espera de nuevos análisis.

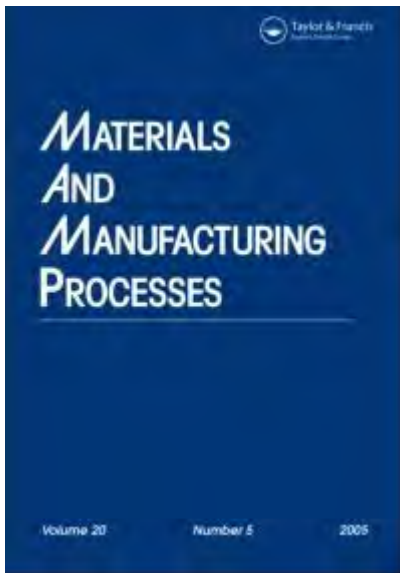
En definitiva, si realizamos una valoración de conjunto de los análisis antracológicos realizados por la profesora Zapata asociados a los tres casos de estudio mencionados referentes a ferrerías de monte de Bizkaia, se puede apreciar que el carbón de madera destaca por su abundancia entre otros materiales recuperados de las distintas unidades estratigráficas de estos talleres de producción (ZAPATA, L. 1997). En cuanto a las especies arbóreas utilizadas como combustible, parece que las preferidas eran aquellas de gran envergadura, como el roble y haya, que pueden aportar mayor rendimiento calorífico en la ferrería. No obstante, la diversidad de maderas utilizadas parece indicar que también se aprovechaban otras especies del entorno de menor tamaño¹⁰⁸. Por otra parte, hemos de pensar también que la construcción de la carbonera o “txondorra” exige participación de madera de tamaños variados (GORROTXATEGI, J., 1993). Por tanto, hoy por hoy, desconocemos en qué grado la selección de especies por parte de los ferrones se debió a sus características calóricas, o bien a razones económicas de aprovechamiento del entorno inmediato. Esperemos que futuras investigaciones aporten más luz sobre estas cuestiones.

¹⁰⁷ Datos inéditos ofrecidos por la autora de estos análisis: Lydia Zapata.

¹⁰⁸ Tal es el caso de los análisis que hemos realizado en el territorio vecino de Gipuzkoa (haizeola de San Andrés de Astibarribia) donde el alto porcentaje de frutales pomoides (29%) pudiera ser indicativo del empleo de un recurso inmediato que repercutiera en el abaratamiento del combustible a utilizar en esta ferrería de monte.

5.5 Publicaciones

Este capítulo se corresponde parcialmente con las siguientes publicaciones:



2016

FRANCO, F.J. y GENER, M. Early ironwork in Biscay: Survey, excavation, experimentation and materials characterization. An integral study of the mountainside ironworks. (ferrerías de monte or “haizeolak”). En Materials and Manufacturing Processes, vol.32, issues 7-8 Taylor & Francis, London.

5.6 Bibliografía del Capítulo 5

CIMA, M. 1991. *Archelogia del ferro. Sistemi, materiali e processi dale origini alla Rivoluzione Industriale*. Ed. Nautilus, Torino.

COMENDADOR, B. 2010. Una perspectiva antropológica para la interpretación de la metalurgia. En Montero, I.(coord.) *Manual de Arqueometalurgia, Cursos de formación permanente para arqueólogos*, Madrid

CREW, P. 1998. The influence of clay and charcoal ash on bloomery slags. In *International Conference Iron in the Alps. Bienno (abstracts)*.

FABRE, J.M. *et al.*, 2012. Minería y siderurgia antigua en Sierra Menera (Teruel-Guadalajara)", en Orejas, A. y Rico, C. (coord.), *Minería y metalurgia antiguas. Visiones y revisiones*.

FLUZZIN, Ph. 1999. Il processo siderurgico: evoluzione storica e indizi archeometrici. En Cucini, C. y Tizzoni, M. (eds.) *La miniera perduta. Cinque anni di ricerche archaeometallurgiche nel territorio di Bienno. Breno*

GENER, M 2010. Tecnología de la metalurgia del hierro, en Montero, I. *Manual de Arqueometalurgia. Cursos de formación permanente para arqueólogos*, Madrid.

GOMEZ RAMOS, P. 1996. Análisis de escorias férreas: nuevas aportaciones al conocimiento de la siderurgia prerromana en España. *Trabajos de Prehistoria* 53.

GOMEZ RAMOS, P. y ROVIRA, S. 2001. Caracterización de las escorias de época romana por medio de la microscopía electrónica de barrido. En *III Congreso Nacional de Arqueometría*. Sevilla 1999. Universidad de Sevilla.

HEIMANN, U. *et al.*, , 2001. Mineralogical and chemical investigation of bloomery slags from prehistoric (8th century BC to 4th century AD) iron production sites in Upper and Lower Lusatia, Germany. *Archaeometry* 43/2

KILLICK, R. GORDON, B. 1989. The mechanism of iron production in the bloomery furnace. En: Farquhar R. M., Hancock, y L. Pavlish, A. (eds.), Proceedings of the 26th International Archaeometry Symposium : held at Universtiy of Toronto, Toronto, Canada, May 16th to May 20th, 1988. Toronto .

LEROY, M. 1997. La siderurgie en Lorraine Avant de haut fourneau. L'utilisation du minerai de fer oolithique en reduction directe. Paris.

LOPEZ_ROMERO, E. y MONTERO, I. 2006. Archaeometry and the international evolution of studies on metallurgy: a bibliometrical perspective. En 34th Interntional Sipsosium of Archaeometry. Zaragoza (2004). CSIC, Zaragoza.

OELSEN, W. y SCHÜRMAN, E. 1954. Untersuchungsresultate alter Rennfeuerschlacken. Archiv. das Eisenhüttenwesen 2.

PLEINER, R. 2000. Iron in archaeology: The European bloomery smelters. Praga.

REHREN, *et al.* 2007. Decisions set in slag: the human factor in African iron smelting. En: La Niece S., Hook D., Craddock, P. (eds.), Metals and Mines: Studies in Archaeometallurgy. London.

ROVIRA, S. Y RENZI, M. 2010. Las operaciones pirometalúrgicas y sus subproductos. En Montero, M. (coord) Manual de Arqueometalurgia, Ed Montero, Madrid.

SERNEELS, V. 1993. Archeometrie des escories de fer. Recherches sur la siderurgie ancienne en suisse occidentale. Cahiers de archeologie romande, 61. Lausanne.

TYLECOTE, R.F. 1987. The early history of Metallurgy in Europe. London, New York.

VILLAGORDO, C. 2014. Innovación sin desarrollo: el taller metalúrgico de La Juncada (Peracense, Teruel). Evidencias de la producción de hierro en los siglos IV-III a.C. en el ámbito celtibérico del área minera de Sierra Menera. En I Coloquio de arqueología experimental del hierro y Paleosiderurgia. Kobie Bilbao.

ZAPATA, L. El uso del combustible en la ferrería medieval de Oiola IV: implicaciones ecológicas y etnobotánicas, en Kobie Serie Paleoantropología. Bilbao

CAPÍTULO 6

La técnica simulada. Arqueología experimental

La técnica simulada. Arqueología experimental

SUMARIO: 6.1. Introducción. 6.2. En la piel de los maestros ferrones. 6.3. Ensayo-error: tres tipos de hornos de reducción. 6.4. Análisis mediante MEB y difracción por Rayos X. 6.4.1. Experimento 4. 6.4.2. Experimento 7. 6.5. La experimentación como herramienta de investigación y difusión. 6.6. Publicaciones. 6.7. Bibliografía del Capítulo 6.

6.1 Introducción

Una vez examinados los resultados obtenidos por el momento en cuanto al análisis del registro arqueológico y arqueometría de las herrerías de monte se refiere, la arqueología experimental en base a dichos resultados se constituye como una fuente sustancial para analizar este complejo fenómeno social de la antigua tecnología de la paleosiderurgia prehidráulica en nuestro territorio.

El hecho de que gran parte de este conocimiento se halla perdido hoy en día, y no tenga además equivalente en nuestro mundo desarrollado¹⁰⁹, hace que sea escasamente familiar para los arqueólogos (con el riesgo que ello conlleva a la hora de recuperar información mediante intervenciones arqueológicas). La arqueología experimental se muestra a la vez, como un campo formativo e informativo de primer orden para comprender mejor el registro arqueológico que investigamos, pero sobre todo, como un campo de pruebas

¹⁰⁹ En este sentido es necesario buscar un equilibrio entre fijar la mirada crítica sobre las investigaciones de base etnográfica de sociedades contemporáneas que manejan aún antiguas tecnologías para producir hierro por una parte, porque nos podrían dar la sensación errónea de que existió en todas las sociedades una sola línea de evolución tecnológica (DOONAN y DUNGWORTH, 2013), y por otra, hemos de aprovechar las virtudes de la etnoarqueología para buscar posibles relaciones entre las conductas humanas y cultura material que hallamos en nuestro territorio (BINFORD, 1983; HERNANDO, 1995).

donde testar las hipótesis de trabajo bajo condiciones controladas (REYNOLDS, 1999), y al que nosotros le podemos añadir el rol de la experiencia humana y el componente fenomenológico (MATHIEU, 2002).

Existe una larga tradición en la arqueología experimental como sistema generador de conocimiento científico (desde los años sesenta del siglo pasado -ASCHER, 1961-), pero podríamos afirmar, que en al igual que ocurre con la investigación en arqueometalurgia del trabajo del hierro en Europa, la arqueología experimental del hierro se halla en plena efervescencia investigadora en los últimos años, tal como demuestra por ejemplo el peso propio que tiene la arqueología experimental en los diversos congresos de arqueometalurgia¹¹⁰, o en congresos sobre experimentación y paleosiderurgia como el organizado en nuestro museo minero en el 2014 y que veremos en el próximo capítulo¹¹¹. Otro indicador de la actividad investigadora a este respecto son las numerosas publicaciones científicas que se están editando; en especial podríamos mencionar por ejemplo aquellas específicas sobre arqueometalurgia experimental que realiza Historical Metallurgy Society (sociedad a la cual pertenecemos)¹¹². Un gran arqueometalurgista, Peter Crew realizaba hace poco una reflexión acerca de sus 25 años de experimentación sobre el antiguo trabajo del hierro señalando avances derivados de los datos experimentales, y la aplicación de estos modelos a los yacimientos arqueológicos, estudiando la ventilación forzada mediante fuelles, recabando datos precisos de materiales (por ejemplo sobre la pérdida de material en el proceso de afino del tocho de hierro), etc. (CREW, 2013)

A continuación analizaremos el proceso de experimentación desarrollado en nuestro proyecto, prestando atención a los objetivos, ensayos experimentales y resultados obtenidos

6.2 En la piel de los maestros ferrones

¹¹⁰ Como por ejemplo el que se celebra en honor del recientemente fallecido Radomir Pleiner en la república Checa: *Iron in Archaeology: Conference in honour of Radomir Pleiner* (30 de mayo y 1 de junio del 2017).

¹¹¹ I Coloquio de Arqueología Experimental del hierro y Paleosiderurgia. Gallarta, mayo de 2014.

¹¹² DUNGWORTH, D. y DOONAN, R. (eds.) 2013. Accidental and experimental archaeometallurgy. Historical Metallurgy Society Occasional Publication, nº7

El principal objetivo de este proyecto experimental ha sido tratar de reproducir en los exteriores del Museo de la Minería del País Vasco una ferrería de monte plenomedieval siguiendo los resultados obtenidos en las excavaciones practicadas en el noroeste vizcaíno, de manera que se pudiera abordar de modo experimental el proceso completo de producción del hierro prehidráulico en un taller de las características de una ferrería de monte.

Hoy día contamos afortunadamente con evidencias arqueológicas suficientes que nos permiten discernir qué partes del proceso del antiguo ciclo de producción del hierro se realizaban en el taller paleosiderúrgico y cuáles se ejecutaban fuera de estos rellanos productivos. Las construcciones interpretativas de modelos experimentales están basadas por tanto en evidencias arqueológicas directas recuperadas en Bizkaia hasta el momento, y la experimentación desarrollada está concebida de un modo científico, tanto en lo que se refiere a la documentación de los procesos, temperaturas y tiempos, como a la realización de los posteriores análisis arqueométricos.



Figura 100: Interior del fondo de un horno experimental en funcionamiento desde el pequeño agujero de 5 cm que tiene en el fondo del crisol. Fuente: elaboración propia.

El método experimental que desarrollamos va en la línea de la definición de Mohen, que afirma que la arqueología experimental se trata de “una simulación del presente para entender mejor una situación del pasado” (MOHEN 1992). En cambio, no somos partidarios del término “reconstrucción” experimental de un taller ferrón (muy utilizado en este ámbito) porque creemos que para poder reconstruir algo debemos conocerlo, y ya hemos manifestado con anterioridad que partimos de la base de que trabajamos sobre un registro arqueológico ciertamente fragmentario (PLEINER, 2000; DOONAN y DUNGWORTH, 2013; FRANCO *et al.*, 2015), a pesar de disponer de uno de los registros de ferrería de monte más completo de la Península Ibérica (FRANCO, 2014).

En aras de garantizar el rigor y procesado científico de los datos, no pretendemos establecer e implementar un marco teórico derivado de experimentos que manejen instrumental actual (como fuelles eléctricos para proporcionar aire por ejemplo) que

posteriormente derivase en conclusiones o hipótesis sobre algunos aspectos sociales, políticos y económicos de unas primitivas comunidades rurales vizcaínas que si embargo trabajaban el hierro de un modo absolutamente manual. Aunque no renunciemos a la valiosa información que pueden aportar los experimentos realizados con tecnologías actuales, que nos pueden ayudar sin duda a objetivar nuevas hipótesis de trabajo en el proceso manual de experimentación.

Las sesiones experimentales desarrolladas en el marco de la investigación se han convertido



Figura 101. El desarrollo de la experimentación durante horas, ha impuesto la necesidad incluso de trabajar la noche anterior en la reducción. Taller experimental del Museo de la Minería del País Vasco, 2014. ..

en una herramienta excelente para entender mejor cómo era el trabajo artesano de los antiguos ferrones. Tras los diversos ensayos realizados, la actividad experimental nos ha hecho sentir por una parte, mayor proximidad al trabajo de aquellos artesanos del hierro , y por otra nos ha puesto en la senda de un conocimiento no escrito, transmitido de modo puramente empírico y fenomenológico, referente no sólo a las diferentes técnicas a utilizar en la cadena técnica operativa que se desarrollaba en el propio taller ferrón, sino también en lo concerniente a los “tiempos” y diversos aspectos sobre la organización del trabajo.

Ha quedado fuera de nuestro alcance experimental, la realización del proceso periférico del carboneo dada la imposibilidad de obtener madera de

haya y roble por ser especies protegidas en nuestros bosques (hemos recurrido a un carbón de encina de proceso ecológico con gran poder calorífico). No así, la obtención del mineral, que lo hemos extraído y seleccionado a cielo abierto en busca de aquel óxido de hierro (hematites roja) que hemos documentado, hoy prácticamente extinguido, y la obtención de materiales constructivos para el horno de reducción, como la arcilla que hemos tenido que seleccionar y extraer, y las piedras areniscas del entorno.

6.3 Ensayo-error: tres tipos de hornos de reducción

Hasta la fecha de redacción de estas líneas, hemos realizado siete sesiones experimentales en cuatro hornos de reducción de diferentes tipologías. Las dos primeras se realizaron mediante tiro natural (el aire penetra por alguna abertura del fondo del horno y sube gracias al efecto chimenea), la última se realizó mediante tiro inducido (la ventilación del horno es forzada a su interior mediante fuelles manuales de modo constante), y las cuatro restantes se realizaron mediante un sistema combinado (que alternaba el tiro natural y el inducido en periodos alternos de media hora aproximadamente)



Figura 102. Escoria experimental de sangrado obtenida en el Pobal.

Las dos primeras reducciones realizadas en el año 2012 en el museo de la Ferrería del Pobal (Muskiz) se hicieron combinando los conocimientos teóricos con los prácticos de la mano del experto forjador alavés Luis Padura, que ha continuado colaborando con nosotros recurrentemente. El interior de los hornos se asimilaban a nuestros primeros planos arqueológicos del yacimiento de Callejaverde, pero sin embargo le “añadimos” un agujero o dama inferior (aunque la extracción se hizo rompiendo el horno por la parte superior) y le colocamos sobre plano un cierre en forma de chimenea para favorecer la atmósfera reductora en su interior y el tiro. Motivo por el cual a pesar de tener una tobera, funcionaban perfectamente con tiro natural debido a su diseño técnico¹¹³.

¹¹³ La diferencia de diámetro entre la cubeta y la chimenea favorece y explica la aceleración de los gases ascendentes siguiendo el principio de continuidad de los fluidos de la Dinámica de Fluidos, según la siguiente fórmula: $A_1 \cdot V_1 = A_2 \cdot V_2$ (donde A=Área de la sección transversal del conducto y V=Velocidad del fluido que atraviesa el conducto) (GALLEGO, 2014).



Figura 103. Horno de El Pobal. Izda. Vista cenital de interior del horno en fase de construcción. Dcha. Horno construido y calcinación del mineral al aire libre.

En el año 2014 en el marco del denominado “Taller de arqueología experimental del hierro: construcción de una ferrería de monte medieval” realizado en correspondencia del *I Coloquio de arqueología experimental del hierro y Paleosiderurgia* Celebrado en nuestro museo

Una ferrería de monte es una instalación preindustrial (S.III-XIII) capaz de transformar el mineral de hierro extraído de la naturaleza en metal apto para la forja de armas, aperos y otros objetos. Consiste en un taller al aire libre con uno o más hornos de reducción. El apelativo *de monte* se refiere al entorno montañoso y generalmente aislado en que se ubican, bien sean laderas, collados o fondos de valle.

Haizeolak industriaurreko (III-XIII mendeak) instalazioak dira, naturatik hartutako burdin minerala burdinean bihurtzeko gai zirenak arma, erremintak eta tresank egiteko. Kanpoaldean kokatutako lantegi batean oinarritzen da, urritze labe bakarrek edo bat baino gehiagorekin.

Mendi eziznak kokalekuari egiten dio erreferentzia, orokorrean ingurune menditsu eta isolatuetan kokatzen direlako, mendi-lepo edo haranen ondoan.

MUSEO DE LA MINERÍA DEL PAÍS VASCO/EUSKAL HERRIKO MINERIA MUSEOA
 BURDINAREN LANTEGI ESPERIMENTALA
 del 7 al 18 de Mayo
 Maiatzaren 7tik 18ra arte

CONSTRUCCION DE UNA FERRERÍA DE MONTE MEDIEVAL
 ERDI AROKO HAIZEOLA BATEN ERAIKUNTZA

MUSEO DE LA MINERÍA DEL PAÍS VASCO
 EUSKAL HERRIKO MEATZARITZAREN MUSEOA

Figura 104. Díptico anunciante del taller de arqueología experimental del hierro celebrado en el Museo de la Minería del País Vasco. Fuente: Museo de la Minería del País Vasco.

minero creamos un taller estable de experimentación en los exteriores del mismo. Con el objetivo de documentarlo lo más fehacientemente posible, utilizamos las evidencias arqueológicas recabadas hasta el momento en Bizkaia gracias a las obtenidas en Peñas Negras (S.XI-XII) y Callejaverde (S. XIII) (FRANCO *et al.*, 2014). No incidiremos ahora en los detalles de su construcción y resultados, relatados con detalle en el

artículo de referencia para este capítulo. Tan sólo apuntar que se diseñó el taller de producción en planta primero y se fueron añadiendo objetos similares a las diferentes fases

de la cadena siderúrgica prehidráulica documentados en las excavaciones: depósitos de almacenamiento de carbón y mineral, horno de tostación, mortero fabricado en arenisca para triturar el mineral calcinado, depósito de agua en el rellano, gran bloque de piedra para la forja primaria, y por supuesto el horno de reducción que se instaló creando un pequeño desmonte en el terreno natural.

La construcción completa del taller experimental fue realizada por tres personas en una jornada de trabajo a tiempo completo antes de poder encender el horno de reducción para su primer secado.



Figura 105 “Taller de arqueología experimental del hierro” en el Museo de la Minería del País Vasco. Izda. Construcción del espacio del taller (en primer plano el agujero de carga y descarga del horno sobre la “rampa” interior). Dcha. Horno de reducción. Abajo se ve el agujero practicado en el fondo del crisol y a la izquierda la forma rectangular donde embocaría la tobera y el fuelle. Fuente: .

En mayo del 2016, decidimos abordar (dentro del marco del saludable debate interno que mantenemos en el equipo de investigación y contemplando todas las posibilidades) la construcción un horno reproduciendo estrictamente en esta ocasión los planos arqueológicos de registros que encontramos en los dos yacimientos antes enumerados, y el entonces descubierto en Peña Helada 1 (S. XI-XIII). Es decir, un horno ligeramente exvasado y abierto, sin cierre superior mediante una chimenea¹¹⁴ y ciertamente muy parecido al perfil de los hornos de las posteriores ferrerías hidráulicas en el País Vasco

¹¹⁴ Ya hemos expuesto en las conclusiones del capítulo 3 los datos a favor y en contra de esta afirmación.

como veremos en la discusión (URTEAGA, 2000) De este modo, instalamos en el taller experimental que tenemos en el museo minero un horno de reducción adosado a la ladera mediante un corte efectuado al efecto en la misma, que acoge tanto la rampa de extracción de la lupia reforzada con una losa de arenisca, como la pared del fondo del horno aislada con arcilla directamente de la ladera y un hueco donde instalar la zona de trabajo del fuelle frente a la tobera (Figura 106).



Figura 106. Horno de reducción abierto en taller de arqueología experimental del hierro del museo minero. Izda. Corte practicado en la ladera. Centro, horno en construcción. Dcha. horno en funcionamiento con ventilación inducida. Fuente, .

Tras la construcción del horno de reducción, esta sería la imagen más parecida al registro arqueológico que hemos encontrado en cronología plenomedieval en el NO de Bizkaia. Sin embargo desde el punto de vista experimental el ensayo no vino a cumplir nuestras expectativas porque no logramos una buena eficiencia térmica (existía una previsible gran pérdida de calor, y el pirómetro laser registraba en superficie temperaturas en torno a los 1.000°C, mientras que con el modelo de horno anterior llegamos a registrar con el puntero laser en superficie hasta casi los 1.300°C por ejemplo). Consecuentemente tampoco se creó la atmósfera reductora adecuada, y la amalgama escoriácea que conseguimos a modo de lupia frente a la tobera (posición habitual y lógica de la esponja de hierro en cualquier tecnología metalúrgica) se disgregó en múltiples fragmentos pasadas unas horas.

En esta ocasión, utilizamos por primera vez un fuelle de concertina de mayor capacidad y velocidad que el fuelle de plato que habíamos usado en los cinco experimentos anteriores. Quizás anteriormente habíamos podido caer en cierto “primitivismo”, en la creencia de que este antiguo oficio de ferrón había de usar un sistema de ventilación también primitivo a

priori. Lo cierto es que en el registro arqueológico europeo no aparece evidencia alguna del tipo de fuelles usados en hornos de reducción prehistóricos ni medievales (PLEINER 2000), pero dado que lo que estamos simulando es un horno plenomedieval en este caso, hemos encontrado evidencias del uso de este tipo de fuelles en dicha época como se aprecia en la figura 107 por ejemplo.



Figura 107. Martirio de San Cosme y San Damian. San Juan de la Peña (S. XII). Fotografía: Iosu Etxezarraga

Evidentemente una de las características favorables de la experimentación frente a la excavación arqueológica es su capacidad de repetición. Aprovechando esta circunstancia, proponemos volver a poner en funcionamiento este modelo de horno proporcionándole un flujo constante de aire para incrementar la temperatura (se había hecho de modo combinado entre fuelle y tiro natural) y cerrando constantemente el agujero del fondo del crisol. Las variaciones de un experimento a otro han de ser mínimas para poder registrar adecuadamente los cambios si los hubiera. Aun así, el mayor hándicap para este horno abierto es su impresionante volumen (170 litros aproximadamente) respecto a otros experimentos realizados en hornos abiertos del tipo cuenco (O'KELLY, 1961; WYNNE y TYLECOTE, 1958), y la ausencia de chimenea que no facilita por ejemplo el incremento de temperatura mediante el sistema de inducción.

En octubre del mismo 2016, en el marco del curso de Extensión universitaria que he codirigido junto con el profesor Francisco Muñoz denominado “Tras el secreto del hierro antiguo: Curso de Arqueología Experimental”, realizamos nuestra séptima y última experimentación con un horno de nueva construcción en los exteriores del Centro Asociado de la UNED en Portugalete. En este caso de nuevo se ha construido un taller artesanal ferrón plenomedieval en sus diversas fases documentadas. El horno de reducción ha permanecido tres horas de calentamiento y nueve más de carga del horno y proceso de reducción del hierro. La ventilación en este caso ha sido continua con el fuelle incluso se ha utilizado un segundo fuelle de plato aprovechando el agujero del fondo del crisol que se ha usado intermitentemente.



Figura 108. Experimentación en la UNED 2016, Centro asociado de Portugalete. Izda. Encendido nocturno del horno. Centro, Apertura del horno en la pared sobre la rampa interna. Dcha. lupia en el interior del horno.

El resultado han sido dos lupias, una de pequeño tamaño junto al mencionado agujero del fondo, y otra más grande pegada a la tobera de aireación (ver Figura 108) que se ha compactado por primera vez mecánicamente mediante un mazo de madera sobre una piedra-yunque de forja primaria¹¹⁵. Este caso ha sido probablemente el ensayo más exitoso de lo desarrollados hasta ahora a pesar de la realidad que muestran las analíticas practicadas en el experimento como veremos a continuación. Lo cual muestra que estamos en el buen camino y que disponemos de un modelo de horno experimental (cuyo interior reproduce los modelos arqueológicos y al que se le ha añadido una cúpula o chimenea baja) alimentado probablemente mediante un solo fuelle y que puede considerarse eficiente dentro de nuestras limitaciones técnicas.

6.4 Análisis mediante MEB y difracción por Rayos X

Se han realizado por el momento tan sólo analíticas del experimento 4 en el taller experimental del museo minero y del experimento 7 en el centro de la UNED de Portugalete. Ambos pertenecen al mismo tipo de horno. Las muestras del Experimento 4

¹¹⁵ <https://www.youtube.com/watch?v=TcUNWDR6HIE>

(minerales y escorias) se analizaron mediante microscopía electrónica de barrido (MEB/SEM) y difracción por rayos X (DRX), mientras que las muestras de lupia escoriacea y escoria del experimento 7 se han analizado sólo con microscopía electrónica de barrido (MEB/SEM) y los resultados que presentamos a continuación acaban de llegar de modo preliminar antes de cerrar esta tesis.

El fin de estos análisis es intentar valorar de un modo más objetivo la eficiencia de los ensayos, y conocer los procesos de transformación físico, químico y mecánico del hierro acaecidos en el interior de los hornos experimentales, diferenciando así el mineral calcinado del que no lo está y la productividad del proceso técnico mediante el análisis de una lupia escoriacea y diversas escorias.

6.4.1 Experimento 4

a) EXP4 Escoria1

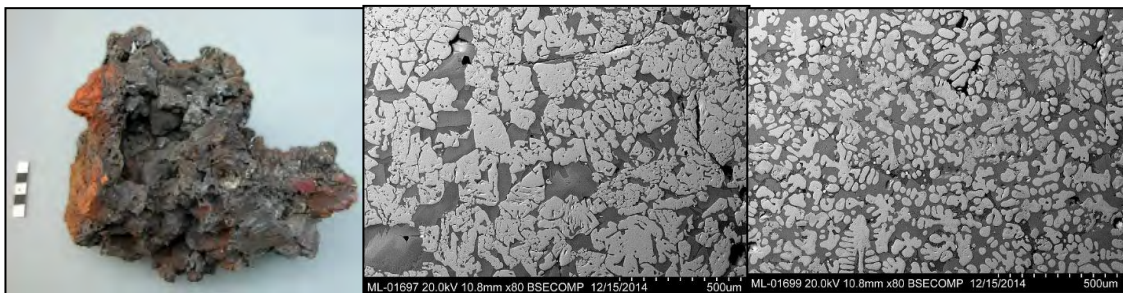


Figura 109. Izda: muestra. Centro: zona rica en magnetita ($\times 80$). Dcha: zona rica en wustita ($\times 80$)

Esta es una escoria muy rica en magnetita y wustita, y con ferrosilicatos complejos, del grupo de los olivinos, que no están formados del todo. Todo ello es indicativo de un proceso que por un lado ha incluido malas condiciones de reducción, y por el otro, que probablemente no ha estado a la temperatura adecuada durante suficiente tiempo como para permitir que se formara una escoria fayalítica bien fluida, que se separara bien del mineral, y que permitiera que la atmósfera reductora actuara sobre los óxidos de hierro. Los escasos restos de hierro metálico o cuasi-metálico hallados en el interior de la escoria presentan cantidades importantes de cobre y azufre, y parecen restos de calcopirita. No se han detectado calcopiritas en los restos de minerales arqueológicos estudiados en este informe ni en las muestras tomadas del mineral del Experimento 4, pero el hecho de que se hayan hallado restos de Cu en otras inclusiones de Fe en algunas de las escorias arqueológicas, así como restos generalizados, aunque escasos, de S en muchas de las

muestras, apunta a que el origen de estas formaciones pueda ser que el mineral venga ligeramente contaminado por calcopiritas en pequeñas cantidades, no siempre detectables, lo cual no sería de extrañar puesto que se conocen este tipo de formaciones en el área geográfica de la provincia de Vizcaya. Pero el cobre, al reducirse con más facilidad que el hierro, aparecería siempre con prioridad en las pequeñas inclusiones de hierro que empezaran a formarse, de ahí que lo detectemos concentrado en esos puntos.

b) EXP4: Escoria2

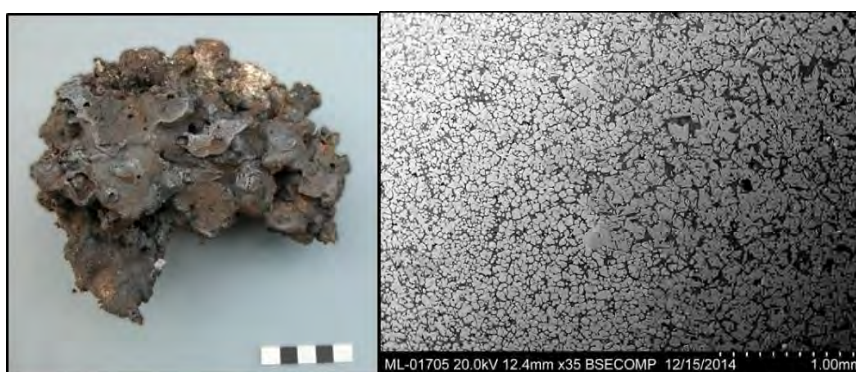


Figura 110: Izda.: muestra. Dcha.: Imagen (x35) donde se pueden observar los dos tipos de estructura en una misma zona, wustítica a la izquierda y magnetítica a la derecha.

Esta escoria, rica en wustita, con abundancia de magnetita, restos de ferrosilicatos en formación de la familia de los olivinos, y pequeñas y escasas inclusiones ricas en Cu, S y Fe, es completamente paralela a la escoria EXP4 Escoria1, y no aporta datos adicionales a las conclusiones obtenidas de su análisis, que se puedan aplicar también aquí: se trata de una escoria producto de una operación en que las condiciones en el interior del horno han resultado irregulares, con etapas de oxidación y reducción, que además no han permitido la formación de una escoria fluida que se separara bien del mineral. Las cantidades de inclusiones de composición calcopirítica son también consistentes con el hecho que se trate de una contaminación, probablemente del mismo mineral usado para la operación.

c) EXP4 Min Crudo

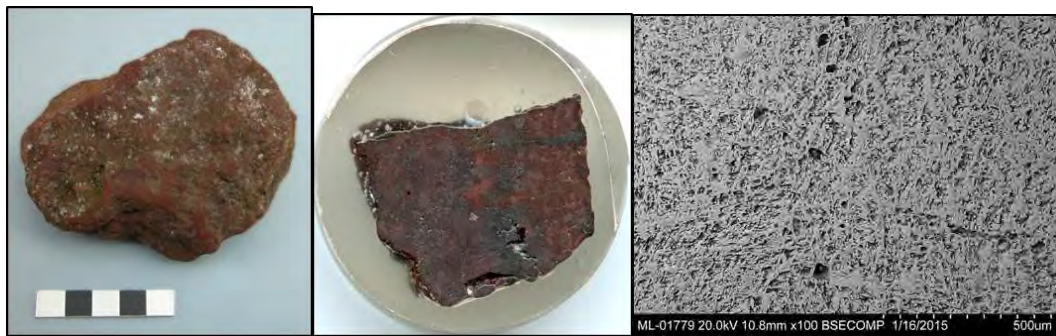


Figura 111. Izda: Muestra. Centro: muestra preparada. Dcha: Vista ($\times 100$). Imagen MEB.

En observación al MEB (figura 111), la muestra aparece muy homogénea y rica en mineral de hierro, apreciándose una morfología y una composición muy consistentes, con pequeñas inclusiones esporádicas. En la muestra se refleja un análisis de composición representativo de la fase mineral, con abundancia de óxido de hierro (80.31% FeO), que el análisis de XRD realizado en TECNALIA reveló ser hematita. También se detectan compuestos de Si y Al, pertenecientes a la ganga, así como cantidades minoritarias de Mn, Mg, Ca y P.

d) EXP4 Min Calc.

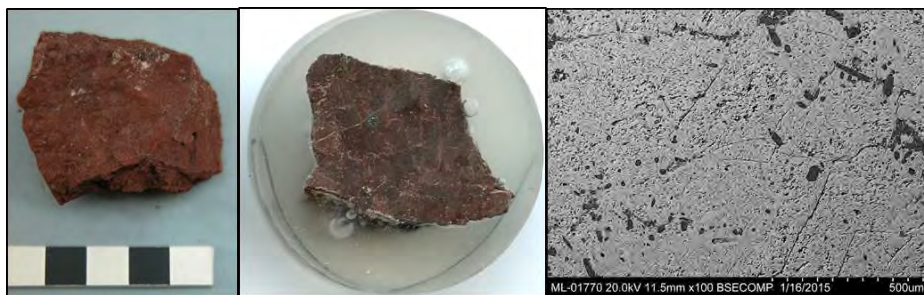


Figura 112. Izda. Muestra. Centro: muestra preparada. Dcha: Vista ($\times 100$). Imagen MEB.

Al estudiarlo bajo el MEB (figura 112) se aprecia una fase mineral muy extendida y homogénea, rica en hierro, con algunas inclusiones de ganga que se presentan en agrupaciones. Desde un punto de vista morfológico, no se detecta ninguna diferencia visual destacable con las imágenes obtenidas con la muestra EXP4 Min Crudo, del mismo tipo de mineral pero que no había sido sometido a calcinación. Sí se detectan diferencias en composición, donde se aprecia un enriquecimiento notable en Ca, Mg y Mn, y aparece algo de K, este último probablemente introducido por el combustible. El proceso de calcinación llevado a cabo en este caso, con leña como combustible y en un horno abierto, basado en

modelos arqueológicos, probablemente habrá resultado en la eliminación de agua y la descomposición de algunos carbonatos, lo que explicaría el enriquecimiento en alguno de los elementos. Si posteriores estudios comparativos de minerales sometidos a calcinación confirman que se trata de una tendencia consistente, detectable por análisis sencillos, este tipo de enriquecimiento, así como la presencia de K, puede representar un elemento identificativo para minerales sometidos a calcinación. Son necesarios, sin embargo, más estudios para tener una estadística fiable. Este primer experimento nos ha proporcionado solo una hipótesis de trabajos.

6.4.2 Experimento 7

a. EXP7 Lupia

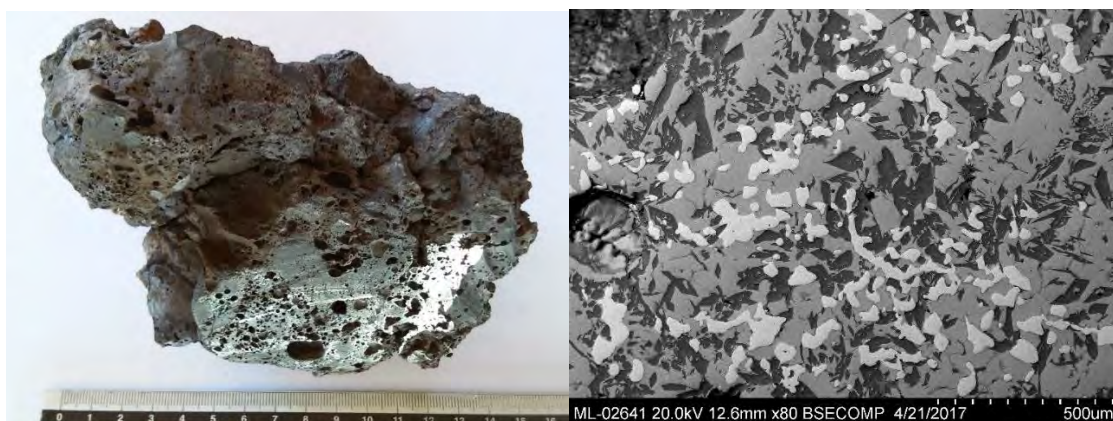


Figura 113. Izda: Lupia (bloque compuesto de escoria y hierro metálico) obtenido en el experimento. Nótese el reflejo metálico del corte realizado. Dcha: Imagen de la microestructura de la parte de la lupia que contiene metal. Los glóbulos de color blanco son de hierro metálico, los cristales poligonales grises son de magnetita y el material intersticial más oscuro es un vidrio rico en calcio. Imagen MEB, electrones retrodispersados.

El experimento produjo un bloque compacto compuesto en gran parte por escoria pero con presencia también de hierro metálico, como queda evidenciado por el reflejo que presenta al corte (figura 113 izda.). Se extrajeron muestras de este bloque o lupia y se estudiaron mediante microscopía electrónica de barrido y espectroscopia de dispersión de energía de rayos X (MEB-EDX). El estudio confirmó la presencia de hierro metálico en forma de agrupaciones de glóbulos (figura 113 dcha.) incrustados en una matriz de escoria, la cual está compuesta en su mayor parte de cristales poligonales de magnetita separados por un vidrio intersticial muy rico en calcio.

b. EXP7 Escoria

Esto se repite en el caso de las escorias producidas durante el experimento (figura 1114 izda.), que a pesar de no haber llegado a producir hierro metálico mantienen una microestructura y composición similares a la matriz escoriácea de la lupia, con gran cantidad de magnetita en forma de cristales poligonales separados por un intersticial vítreo rico en calcio y hierro (figura 114 dcha.).



Figura 114 Izda: Escoria producida en el experimento de reducción. Dcha: Imagen general de la microestructura de la escoria. Los cristales poligonales grises son principalmente de magnetita y el material intersticial más oscuro es un vidrio rico en calcio y hierro. Imagen MEB, electrones retrodispersados.

El resultado evidencia que las condiciones del interior del horno eran suficientes para producir hierro metálico pero no óptimas, puesto que gran parte del hierro presente en el mineral se perdió en la escoria. En general todo apunta a que las condiciones de reducción en el interior de la cámara del horno no se mantuvieron de manera lo bastante estable y durante suficiente tiempo para obtener un resultado más eficiente. Por lo tanto, esta es la dirección en la que trabajaremos en futuros experimentos, en la búsqueda de una mejora del beneficio del mineral, probablemente a través de un régimen de ventilación mejor adaptado a las características morfológicas del horno.

6.5 La experimentación como herramienta de investigación y difusión

Además de todas las posibilidades que ofrece al arqueometalurgista la documentación del conjunto de experimentaciones realizadas, de cara a corroborar o cuestionar las hipótesis planteadas durante la prospección y excavación de ferrerías de monte, los talleres

experimentales suelen ser el escenario ideal donde mostrar de modo divulgativo la vida cotidiana en el pasado.

La realización del taller estable de arqueología experimental del hierro prehidráulico en los exteriores del Museo de la Minería del País Vasco (integrado en la red internacional de EXARC: organización perteneciente al ICOM para museos al aire libre y centros de arqueología experimental que acoge y divulga también este tipo de eventos experimentales) se ha mostrado como una poderosa técnica para mostrar bien al público en general a través de documentales o recursos web, o bien a grupos de estudiantes y profesionales en directo, la información que ha recabado nuestro proyecto de investigación sobre el modo de vida de aquellos antiguos ferrones de Bizkaia. La información se muestra de modo lúdico y atractivo, lo cual facilita la asimilación de conocimientos. Pero reiteramos que el éxito de este propósito depende de una clara premisa: el taller de reducción de hierro en funcionamiento no es una imagen de *lo que realmente existió*, son la plasmación material de una hipótesis sobre su posible apariencia (CHAPA y MAYORAL, 2007).



Figura 115. Decenas de personas observan tras el cordón de seguridad el resultado de la reducción experimental en el Día Internacional de los Museos 2014 en el Museo de la Minería del País Vasco.

La verdad es que una vez que se saca a la calle el laboratorio de experimentación se incrementa exponencialmente la posibilidad de tener un público (tanto es así, que hasta cuando planteamos un experimento “para consumo interno”, dado que es un procedimiento que dura varios días de trabajo, es difícil que al final no contemos con

público que participa o quiere observar el resultado). En estos casos, cierto componente “teatral” del evento es difícil de evitar, porque una vez que hay una audiencia, esta quiere algo que ver y el arqueólogo necesita algo que enseñarle. Normalmente las reducciones de hierro suelen proveer escorias fluidales que emergen del horno a gran temperatura que impresionan hasta a la audiencia más anti-metalúrgica (DUNGWORTH, 2013). También la apertura nocturna de un horno de reducción es un espectáculo digno de mención especial (figura 116)

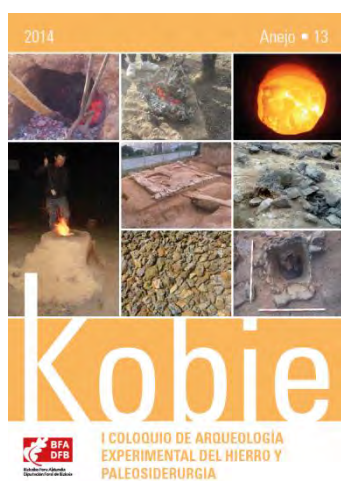


Figura 116. Izda: Sangrado en la experimentación con Jake Keen en Dorset (Reino Unido) 2016 . Dcha: experimentación nocturna en el Museo de la Minería del País Vasco, 2014

Dicho esto, es necesario conciliar de alguna manera los intereses científicos de la investigación con la necesidad de difusión que será tratada a continuación, y pensamos que en el equilibrio se encuentra el éxito, dado que es difícil encontrar financiación necesaria para la experimentación cuando no va asociada a ningún evento público concreto (día internacional de los Museos, conferencias, documentales televisivos etc), es necesario aprovechar estas circunstancias siempre comprendiendo que en el fondo debe subyacer una rigurosa documentación arqueológica. El resultado final, es un doble beneficio que repercute en la obtención de nuevos datos para la investigación y en la visualización de un desconocido proceso histórico en la sociedad actual.

6.6 Publicaciones

Este capítulo se corresponde parcialmente con las siguientes publicaciones:



2014

FRANCO, F.J. Haizeolak en Bizkaia: Una investigación de largo recorrido sobre la arqueología de la producción del hierro. Kobie. Serie Anejos n°13, Bilbao.

6.7 Bibliografía Capítulo 6

ASCHER, R. 1961. Experimental archaeology. En *American Anthropologist* 63.

BINFORD, L. 1983 *Working at Archaeology* (Studies in Archaeology). Academic press, New York.

CHAPA, T. y MAYORAL, V. *Arqueología del trabajo. El ciclo de la vida en un poblado ibérico*. Akal, Madrid, 2007.

CREW, P. 2013. Twenty-five years of bloomery experiments: perspectives and prospects. En D. Dungworth, y R. Doonan, eds. *Accidental and Experimental Archaeometallurgy*. Historical Metallurgy Society, Occasional publication nº7

DUNGWORTH, D. y DOONAN, R., eds. 2013. *Accidental and Experimental Archaeometallurgy*. Historical Metallurgy Society, Occasional publication nº7

FRANCO, F.J. 2014. *Haizeolak en Bizkaia: Una investigación de largo recorrido sobre la arqueología de la producción del hierro*. Kobie. Serie Anejos nº13, Bilbao.

FRANCO, F.J.; FERNÁNDEZ, J.A.; ALBERDI, X. y ETXEZARRAGA, I. 2014. *Ferrerías de monte Callejaverde y Peñas Negras. Nueva tipología de horno plenomedieval y metodologías aplicadas a su estudio*. Kobie Serie Anejo, nº 13. BFA-DFB, Bilbao

FRANCO, F.J.; ETXEZARRAGA, I. y ALBERDI, X. 2015 *Los orígenes de la tecnología del hierro en el País Vasco: ferrerías de monte o haizeolak. I Coloquio de arqueología experimental del hierro y Paleosiderurgia*. Kobie Serie Paleoantropología, 2015. Bilbao.

GALLEGO, J.M., 2014. *La producción de hierro entre los pueblos ibéricos septentrionales. Experimentaciones y primeros resultados*. En Kobie Serie Anejos nº 13. DFB. Bilbao.

HERNANDO, A. 1995. *La etnoarqueología, hoy: Una vía eficaz de aproximación al pasado*. En *Trabajos de Prehistoria*, Vol 52, No 2 Madrid.

MATHIEU, J.R. 2002. Introduction - Experimental archaeology: replicating past objects, behaviours, and processes. En J.R. Mathieu ed. Experimental archaeology: replicating past objects, behaviours, and processes. Oxford.

O'KELLY, M.J. 1961. The ancient Irish method of smelting iron. En G. Bersu y W. Dehn eds. Bericht über den V. Internationalen Kongress für Vor-und Frühgeschichte Hamburg vom 24 bis 30 august 1958. Berlin.

PLEINER, R. 2000. Iron in archaeology: The European bloomery smelters. Praga

REYNOLDS, P.J. 1999. The nature of experiment uin archaeology. En A.F. Harding, ed. Experiment and Design, Oxford.

WYNNE, E.J. y TYLECOTE R.F. 1958. An experimental investigación into primitive iron esmelting technique. Journal of the Iron and Steel Institute.

CAPÍTULO 7

Socialización del patrimonio

‘Conocer para proteger, difundir para conocer’

Capítulo 7.

Socialización del patrimonio

‘Conocer para proteger, difundir para conocer’

SUMARIO: 7.1. Introducción. 7.2. Los yacimientos de protección especial (o la necesidad efectiva de protección). 7.3. Expo-Haizeolak: exposición temporal itinerante. 7.4. Programas educativos. 7.5. Publicaciones. 7.6. Bibliografía del Capítulo 7.

7.1 Introducción

Este enunciado es el principio básico para proteger y socializar el patrimonio arqueológico, y quizás nunca una afirmación de esta naturaleza había tenido tanto sentido como en el caso de las evidencias materiales que estudiamos. Por este motivo la socialización del conocimiento define uno de los ejes básicos de nuestro proyecto de investigación, en cuanto que es tarea esencial para asegurar la pervivencia futura de este patrimonio enterrado (es necesario conocerlo primero para desear su conservación después).

Desde siempre se ha admitido en arqueología un binomio investigación-gestión, aunque hay autores que lo colocan en orden inverso (QUEROL y MARTÍNEZ, 1996). Sin embargo, lo sustancial es comprender que la investigación realizada ha incrementado nuestro grado de conocimiento, en la misma medida en que comienza a necesitar la gestión de este nuevo patrimonio arqueológico, con el objetivo de controlar primero, planificar después, y revertir por fin a la sociedad el esfuerzo invertido en la investigación. Por este motivo, nuestra actuación se ha basado en la conservación y estudio de este legado

histórico, pero también en la valorización de este nuevo conjunto patrimonial y la socialización del conocimiento adquirido. Valorización y socialización que se refiere, como veremos a continuación, tanto a los sistemas de protección normativa del patrimonio arqueológico una vez catalogado, como a una divulgación efectiva¹¹⁶ que utiliza, no solo los recursos habituales de comunicación científica y el uso de los medios de comunicación, sino también otra serie de contenidos educativos y de herramientas específicas que analizaremos a continuación.

7.2 Los yacimientos de protección especial (o la necesidad efectiva de protección)

Un acto secuencial que se da tras la recogida de datos técnicos a pie de yacimiento es la inevitable valoración de la ferrería de monte que estamos catalogando. Es la ineludible cuestión a la que nos enfrentamos todos los arqueólogos tras una labor de documentación lo más minuciosa posible. Es un acto que se basa en los datos objetivos recabados, y en el cual tiene también un peso específico la subjetiva experiencia en este caso, del Equipo de Arqueología del Museo de la Minería del País Vasco respecto al inventario de decenas de yacimientos arqueometalúrgicos en Bizkaia, o centenas si nos referimos al inventario del conjunto del territorio vasco.

En el Catálogo Haizeola que se adjunta en los anexos de la tesis, se realizó alguna pequeña modificación por parte del Centro de Patrimonio Cultural de Gobierno Vasco a partir de la campaña 2006¹¹⁷. Desde entonces, comenzamos a valorar y catalogar directamente ferrerías de monte para realizar la pertinente *propuesta de protección* (de cara a su posible inclusión en el Inventario General del Patrimonio Cultural Vasco). Estas propuestas se corresponden en general a *zonas de presunción arqueológica*, mientras que los ejemplos mejor conservados

¹¹⁶ Entendida como “aquella que consigue llegar a colmar con eficacia las expectativas de cualquier nivel de comprensión” (QUEROL y MARTÍNEZ, 1996).

¹¹⁷ Comenzamos desde entonces a rellenar por ejemplo el campo “protección propuesta” que antes dejábamos vacante y eran los técnicos del Gobierno Vasco los que proponían la pertinente figura de protección según nuestros datos.

obtienen la propuesta de *bienes inventariables*¹¹⁸ En definitiva entre 2006 y 2010 se catalogaron 63 haizeolak más, de las cuales 11 fueron propuestos como inventariables. Con anterioridad, se habían catalogado 100 yacimientos de los cuales 19 ferrerías propuestas como inventariables más un hecho singular: la ferrería de monte del Campo de los ferrones en Tellitu (Galdames), que ya estaba catalogada con anterioridad como Bien Cultural con la categoría de Conjunto monumental¹¹⁹.



Figura 117: Túmulo de la ferrería de monte del Campo de los ferrones de Tellitu. Único yacimiento de este tipo de toda la CAV que goza del nivel de protección de Bien Cultural con la categoría de conjunto monumental

A pesar de la protección, hoy en día el túmulo de escorias que vemos en la figura 116, está ubicado en un collado cerca de la cima del Cepal (de zepa=escoria), por donde pasan motos y quads a gran velocidad para dar un salto.... Con este tipo de ejemplos queremos llamar la atención sobre la importancia de la administración y vigilancia continua de nuestro patrimonio arqueológico en zonas aisladas, la necesidad de comunicación de datos patrimoniales entre diversas instancias administrativas, y por último, como hemos mencionado, la trascendencia de socializar estas desconocidas ferrerías de monte para “crear” en la sociedad vasca la necesidad de protegerlas.

¹¹⁸ Ley 7/90 de 3 de julio de Patrimonio Cultural Vasco.

¹¹⁹ ORDEN de 20 de enero de 2000, de la Consejera de Cultura, por la que se inscribe la Zona Arqueológica del Campo de los Ferrones de Tellitu, de Galdames (Bizkaia) como Bien Cultural, con la categoría de Conjunto Monumental, en el Inventario General del Patrimonio Cultural Vasco.

Con el objetivo de que el trabajo de investigación no derive en un olvido colectivo, continuaremos apostando porque al menos esos 30 yacimientos inventariables (no se trata de proteger todo con el mismo nivel) de las 163 haizeolak catalogadas en Bizkaia tengan primero una consideración legal y patrimonial, para luego lograr una gestión adecuada.

Aun así, es cierto que se pueden llevar a cabo ciertas iniciativas atentas, aprovechando las conexiones cada vez más directas que se establecen entre la reglamentación del Patrimonio Cultural¹²⁰ y las normativas medioambientales que contemplan el patrimonio arqueológico¹²¹. Por ejemplo la reciente declaración del Biotopo Protegido de Meatzaldea, contiene en su expediente medioambiental también un informe elaborado por nuestro equipo sobre el patrimonio arqueológico de esa zona de los montes de Triano o Galdames. Este hecho revertirá de nuevo en beneficio de las 14 haizeolak incluidas en el Biotopo (una de ellas ya es el BC de Tellitu) puesto que ahora podemos instar con más fuerza al Gobierno Vasco para su declaración como integrantes de derecho en el Inventario General de Bienes Culturales del País Vasco.

¹²⁰ Ley 7/90 de 3 de julio de Patrimonio Cultural Vasco

¹²¹ DECRETO 26/2015, de 10 de marzo, por el que se declara el Biotopo Protegido de Meatzaldea - Zona Minera de Bizkaia.

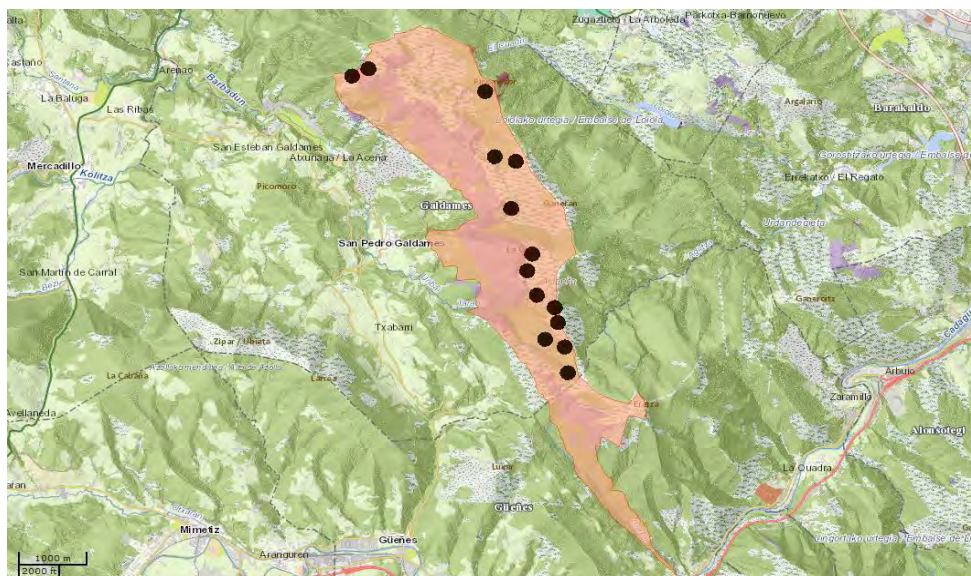


Figura 118 Grupo de 14 ferrerías de monte incluidas en el nuevo Biotopo protegido de Meatzaldea.

7.3 Expo-Haizeolak: exposición temporal itinerante

En lo que a propuestas de difusión se refiere, la primera propuesta sería en Bizkaia comenzaba en el año 2011 mediante la organización de una exposición temporal en el propio Museo de la Minería del País Vasco, pero con vista a ser un escaparate itinerante sobre un fragmento de nuestra historia ciertamente desconocido para el público en general. La exposición “Haizeolak: arqueología de los primeros mineros y ferrones de Bizkaia” estaba realizada en colaboración con el Arkeologi Museoa de Bilbao y el Ayuntamiento de Portugaleta.

Dado que los avances de los conocimientos suelen ir a un ritmo más rápido que la adecuación de las propias exposiciones, ha sido necesario realizar un planteamiento abierto para poder modificar los recursos expositivos propuestos, en función de los avances de la investigación o de las características propias de cada municipio. No cabe duda, de que uno de los factores de enganche entre el discurso que se quiere transmitir y la sociedad de la información actual, es apostar por la frescura de contenidos.

La exposición temporal cuenta con los siguientes recursos:

- Un conjunto de 14 paneles explicativos.
- Maqueta de una ferrería de monte creada *ex procezo* para la exposición temporal.
- Materiales arqueológicos recogidos en diferentes yacimientos vizcaínos (por ejemplo, mortero de mineral, cerámica, objetos de indumentaria, escorias, etc).
- Facsímil de la Carta Puebla fundacional de la villa de Portugaleta (1322) (primer documento escrito vizcaíno que hace referencia manifiesta a la intención del poder señorial de controlar esta importante actividad productiva).
- Soporte audiovisual: emisión en ciclo del documental “Tras el hierro antiguo”



Figura 119: Dos de los paneles explicativos que componen esta exposición itinerante.

La exposición ha ya recorrido seis municipios de la comarca del Gran Bilbao y la Zona Minera: Abanto y Zierbana, Barakaldo, Muskiz, Portugaleta, Ortuella, y Bilbao. Además de la conferencia inaugural y la posibilidad de visitas guiadas, se ofrece a los ayuntamientos receptores la oportunidad de colaborar con los colegios e institutos interesados en integrar este nuevo conocimiento histórico en el currículo educativo.

En el caso del ayuntamiento de Bilbao, la exposición arqueológica se concibió como una exposición sobre el ciclo histórico del hierro, comenzando la visita en la sala de exposiciones del barrio minero de la ciudad, donde se explicaba las primeras producciones de hierro en las ferrerías de monte de este lugar, y finalizando la visita en el interior de la galería de la Mina San Luis (última mina que se cerró en Bilbao cuando se agotó la siderita a mediados de los años 70 del siglo pasado), cerrando así el ciclo histórico del hierro en este lugar.



Figura 120 Visita guiada al interior de la galería de la Mina San Luis en Bilbao. Explicaciones previas al ingreso.

El objetivo último de la exposición, trata de hacer reflexionar al espectador sobre la antigüedad de un mensaje que está de plena actualidad, y sobre el trabajo del hierro como hilo conductor de la historia de nuestra región.

7.4 Programas educativos

La educación probablemente sea el mecanismo básico para la protección del patrimonio y uno de los que menor inversión económica requiera, aunque sí de tiempo, por tratarse de un trabajo de fondo. En diversos programas de gestión de patrimonio, es relativamente habitual poner todos los medios necesarios para hacer accesible el patrimonio arqueológico a la sociedad a través de su conversión en un producto turístico (PÉREZ-JUEZ, 2010). Nuestra propuesta, sin embargo, va en la dirección de convertir este patrimonio arqueometalúrgico no en tanto en un producto, sino más bien en un proyecto educativo, y con este objetivo, hemos analizado el currículo escolar observando que momento es el adecuado para introducir el tema de la explotación histórica de nuestros recursos naturales y la arqueometalurgia del hierro. Así surge el programa denominado “Los ferrones en la escuela”:

En la asignatura de Conocimiento del medio del tercer curso de Primaria se incluyen unos temas de “Relieve y minerales” donde se hace referencia a los diferentes tipos de explotación minera y su transformación (con referencia directa al oligisto) y a “Las huellas del pasado”. Con niños de esta edad hemos realizado una actividad que incluye la visita a nuestro museo para observar la mina exterior, la sala de minerales prestando especial atención a los distintos tipos de minerales de hierro existentes. A continuación, se

visita el taller de arqueología experimental en el que se recrea una ferrería de monte medieval, donde se explica el proceso de reducción directa que convertía el mineral en hierro metálico. Aquí los alumnos participan en diversas fases como el triturado del mineral calcinado en el mortero, o la creación de una “haizeola txiki” con barro y paja, a la que luego se le da fuego. El objetivo es relacionar su primer contacto con la arqueología como fuente documental de la historia de su territorio, que tiene una relación directa con la explotación de los recursos minerales.



Figura 121: Niños de tercero de primaria participando en construcción de una “haizeola txiki” en el taller de arqueología experimental del Museo de la Minería del País Vasco.

La asignatura de Tecnología de 1º de la ESO es el contexto curricular que en más ocasiones se ha integrado en nuestro proyecto. En este caso, se realiza bien una visita guiada a la exposición temporal con una charla más visual y teórica así como con la posibilidad de manipular algunos materiales arqueológicos, o bien participan directamente en el taller experimental del museo donde pueden avivar el horno con el fuelle, participar en la construcción o las necesarias reparaciones del taller, o en alguna de las fases del proceso manual que se desarrollaba en estos rellanos productivos. Otra actividad realizada con estos grupos de Tecnología es la creación de un poster digital colectivo con ayuda de herramientas como Glogster y Google Maps donde se recogen los diferentes recursos histórico-tecnológicos preindustriales de su municipio concreto, prestando una atención especial a las haizeolak. Con el fin de conocer los orígenes y la historia de la localidad, gracias a las huellas representativas de su pasado.

Por último en 1º de Bachiller nuestra actividad didáctica tiene perfecto encaje en la asignatura de Tecnología Industrial I en el tema de “Materiales metálicos: metales ferrosos

o férricos”. En esta materia se explican los diversos metales y el proceso siderúrgico, por lo que es en este contexto donde es posible analizar el proceso de transformación físico-química que se produce en los antiguos hornos de las ferrerías de monte. Con estos grupos se han realizado visitas a la reproducción del taller experimental del museo minero, o bien al yacimiento de Peñas Negras (Ortuella), para posteriormente trabajar en clase en equipo, varios recursos web de historia local, proceso siderúrgico y arqueología.

Dentro de los proyectos educativos, también contemplamos desde el 2016 la incursión en el ámbito universitario a través del curso de extensión universitaria “Tras el secreto del hierro antiguo: Curso de Arqueología Experimental” desarrollado en el capítulo anterior.

Como podemos observar el recurso a la arqueología experimental está presente en todos los niveles educativos. No vamos a incidir más en esta potente herramienta de transmisión directa a la que nos referimos con anterioridad. Se trata de un medio de exposición permanente, de alto valor científico y reutilizable en ámbitos educativos diversos.

7.4 Proyecto de musealización *in situ*: paneles interpretativos y ferrería de monte de Peñas Negras (Ortuella)

Fuera de las aulas y de los espacios expositivos, también se han dado los primeros pasos para divulgar los propios yacimientos arqueológicos *in situ* y de forma permanente. Ha sido la toma de conciencia de la importancia del contexto para el patrimonio arqueológico lo que nos impulsa a conservarlo en el lugar de origen, “*facilitando su comprensión, mejorando su acceso y evitando errores insubsanables debido al levantamiento y descontextualización de los vestigios*” (PÉREZ-JUEZ, 2010). Con este fin, hemos seleccionado del grupo de los yacimientos documentados en Bizkaia, tres muestras significativas para ponerlas en valor mediante la colocación de un panel informativo que desvele alguno de sus secretos:

- Panel de Arrastaleku (Bilbao): se trata de una ferrería de monte en funcionamiento entre la segunda mitad del siglo XI y la primera mitad del siglo XII. Fue el primer panel de este tipo colocado en Euskadi en enero del 2014 junto al camino tradicional de subida al Pagasarri (uno de iconos montañeros de Bilbao). El proyecto nos servía para presentar nuevos datos sobre este yacimiento y los otros 9 del municipio en referencia a un oficio y una tecnología especializada que se insertaba en su sociedad medieval antes de la fundación de la villa en 1300.



Figura 122: Instalación del panel informativo en Arrastaleku 1 y limpieza y acondicionamiento del yacimiento arqueológico para su visita.

- Panel de Akalarra (Dima): Esta ferrería ha sido datada en el siglo IV d. C mediante C14, por lo que es la más antigua de Bizkaia datada por este método y se halla dentro de un espacio protegido, en este caso el Parque Natural de Urkiola. Ubicada a 730 m. de altitud, es un sujeto de investigación interesante porque nos puede ofrecer una imagen de cómo se explotaban diversos recursos naturales en aquella época histórica en esta zona de montaña.

- Panel de Lekubarri (Gordexola): Es un yacimiento singular debido a su datación en el siglo VII puesto que conecta las haizeolak de época tardorromana con las de cronología plenomedieval, que son mayoría. Además se localiza en el límite entre Bizkaia y Alava, en un lugar alejado de la gran franja de mena de hierro que atraviesa Bizkaia de NO a SE de la que proviene el mineral que allí se utilizó según el análisis la muestra obtenida en la cata.

Proyecto de **musealización *in situ* de la ferrería de monte de Peñas Negras (Ortuella)**: Después de trabajar un par de campañas en el yacimiento de Peñas Negras y en contacto con la población del antiguo barrio minero de La Arboleda, en la zona alta de Trapagaran, percibíamos la necesidad de encauzar su necesidad de querer mantener “abierto” aquel vestigio preindustrial del S XI en un paisaje donde es difícil superar las huellas de minería industrial. Con ganas de construir algo juntos, traspasamos la manida desconexión entre comunidades locales y arqueólogos (ALVAREZ, 2011; JAVALOYAS, 2011) e hicimos fácilmente nuestra su reivindicación, porque si alguno de estos yacimientos

aislados que excavamos es relativamente accesible este es uno de ellos (a tres kilómetros de este pueblo turístico pero a tan sólo 300 m. del Centro de Interpretación Medioambiental de Peñas Negras).

El objetivo actual es finalizar este año la excavación completa del yacimiento gracias a la subvención del Ayuntamiento de Ortuella, (donde se había documentado con anterioridad un horno de reducción y otro de tostación – ver capítulo 4-) para posteriormente poner en valor este lugar mediante su musealización en abierto. La intervención posterior consistirá en la salvaguarda de los restos materiales, un cubrimiento y cerramiento de las estructuras y un sistema de explicación estática. De este modo, la ferrería de monte de Peñas Negras se convertirá en el primer yacimiento de este tipo expuesto al aire libre en nuestro país.



Figura 123: Excavación en el rellano productivo de la ferrería de monte de Peñas Negras (Ortuella)

La conservación de yacimientos de este tipo, aunque sea de reducido tamaño, tiene muchos beneficios socioculturales, pero precisa también de un plan sostenible con un serio compromiso en recursos económicos y humanos. En este sentido ya habíamos tratado la iniciativa Con anterioridad con el Departamento de Montes de la Diputación Foral de Bizkaia que para mejorar la accesibilidad del yacimiento realizó un nuevo camino en el 2014 desde el centro de Interpretación Medioambiental de Peñas Negras y se ocupará de mantener limpio de maleza el yacimiento. Mientras, el centro medioambiental espera que este nuevo recurso patrimonial se incluya en su oferta actual de rutas guiadas, sabedores de

que en el panorama museológico actual, este tipo de “*open air areas*” son de los pocos lugares que experimentan un claro crecimiento de visitantes (AZUAR, 2011).

Otras propuestas de difusión

Otras propuestas de difusión que ayudan a la valorización de este patrimonio arqueometalúrgico por parte de la sociedad, se refieren a actuaciones muy diferentes unas de otras pero todas ellas encaminadas a dar a conocer la investigación histórica en curso:

Organización del I Coloquio de Arqueología experimental y Paleosiderurgia, celebrado en Mayo del 2014 en el Museo de la Minería del País Vasco. Donde reunimos a un nutrido grupo de especialistas de la materia de todo el Norte peninsular y sur de Francia y cuyas actas se publicaron en el Anejo nº 13 de Kobie, citado en numerosas ocasiones como publicación de referencia de esta tesis.

Documental sobre el proceso de investigación desarrollado en el País Vasco que ha grabado a lo largo de varios meses un equipo del programa de ciencia y tecnología de la EiTb, Teknopolis. Presentado también en el FICAB 2014 (Festival Internacional de Cine Arqueológico del Bidasoa).

Desarrollos web: ferreriasdemonte.blogspot.com/ y de redes sociales <https://es-es.facebook.com/ferreriademonte/>

Concluyendo este capítulo, hemos de reconocer que esta faceta socializadora de nuestra investigación, sinceramente es la que nos coloca más cerca de una verdadera transmisión del conocimiento; es realmente pura investigación¹²². Como observamos, la difusión hace que compartamos espacio con el público en diferentes ámbitos, y quizás lo más importante de compartir este espacio, sea la posibilidad de compartir y de plantear juntos el nuevo discurso histórico que estamos creando en torno al antiguo trabajo del hierro en nuestro territorio (bien sea en congresos científicos, ámbitos universitarios, o bien manchándonos

¹²² No somos partidarios de hablar de I+D+I porque sinceramente creemos que donde hay I de investigación, el resto son obviedades cargadas de connotaciones externas a la propia investigación..

las manos de barro con niños para comprender en primera persona, una época pasada en la que todas las producciones eran artesanales).

Es importante descodificar los contenidos del registro arqueológico para acercarlo a la sociedad y también es importante valorar de modo adecuado los esfuerzos que los profesionales realizamos en esta dirección, porque este trabajo revierte de modo directamente proporcional en el futuro de nuestro proyecto. Las distintas iniciativas que están en marcha nos han hecho ser “conocidos” en un principio para pasar a ser “reconocidos” (no en términos personales) posteriormente a pequeña escala. Es especialmente gratificante observar como en determinados centros formativos de nuestra comarca se recoge este tema dentro de su curriculum educativo y se abre la posibilidad de desarrollar un contacto directo entre arqueología y escolares.

Para terminar, hemos de reconocer que trabajamos sobre un patrimonio frágil, a pesar de la existencia de cartas arqueológicas y otros planes de protección. Hemos de continuar por tanto, trabajando activamente por la difusión y la valorización permanente de estos pequeños yacimientos, tanto en la sociedad en general, como dentro de nuestra propia profesión. No cabe duda de que trabajamos sobre sitios de producción aislados, sobre yacimientos relativamente “humildes”. Pero personalmente no me cabe duda, de que la historia del aprovechamiento de los recursos naturales por parte del hombre en nuestra región la ha escrito una legión de gente humilde que, generación tras generación, ha sabido perpetuar un necesario conocimiento técnico que aún hoy se nos muestra esquivo en la práctica.

7.5 Publicaciones

Este capítulo se corresponde parcialmente con las siguientes publicaciones:



2014

FRANCO, F.J. Haizeolak en Bizkaia: Una investigación de largo recorrido sobre la arqueología de la producción del hierro. Kobie. Serie Anejos nº13, Bilbao.

7.6 Bibliografía Capítulo 7

ALVAREZ, D. 2011. Agotados de esperar el futuro. En Jaime Almansa ed. El futuro de la arqueología en España. San Fernando de Henares.

AZUAR, R. 2011. Arqueología, museos y ciudadanos. En Jaime Almansa ed. El futuro de la arqueología en España. San Fernando de Henares.

BALDEON, A. et al. 2009. Transmitir conocimientos: la arqueología y su proyección social. En actas del Congreso Internacional Medio siglo de arqueología en el Cantábrico Oriental y su Entorno, coord. por Armando Llanos. Vitoria-Gasteiz.

COMENDADOR, B. 2011. El pasado como paradigma. En Jaime Almansa ed. El futuro de la arqueología en España. San Fernando de Henares.

JAVALOYAS, D. 2011. Para el pueblo, pero sin el pueblo. En Jaime Almansa ed. El futuro de la arqueología en España. San Fernando de Henares.

PÉREZ-JUEZ, A. 2010. Gestión del patrimonio arqueológico, Ariel, Barcelona.

QUEROL, M.A., 1995. Patrimonio cultural y patrimonio Natural:¿una pareja imposible?. En Extremadura arqueológica V.

QUEROL, M.A. y MARTÍNEZ, B. 1996. La gestión del Patrimonio Arqueológico en España, Alianza editorial, Madrid.

RUIZ G. 1998. Fragmentos del pasado: la presentación de sitios arqueológicos y la función social de la arqueología. En II Seminari Arqueologia y Ensenyament. Treballs d'Arqueologia,5, Barcelona.

SANCHEZ-PALENCIA, F.J. FERNÁNDEZ-POSSE, M.D. FERNÁNDEZ, J. y OREJAS, A. 1996. La zona arqueológica de las Médulas, León, Junta de Castilla León, Consejería de Educación y Cultura.

CAPÍTULO 8

Socialización del patrimonio

‘Conocer para proteger, difundir para conocer’

Capítulo 8.

Discusión y conclusiones

Sumario: 8.1. Discusión. 8.1.1. Análisis espacial del conjunto de las ferrerías de monte de Bizkaia. 8.1.2. Discurso cronológico. 8.1.3. La compleja organización del modo de producción del hierro prehidráulico. 8.1.4. La evidencia arqueológica versus el aporte documental: La dispersión de la tecnología prehidráulica en la CAV. 8.1.5. Una nueva tipología de horno de reducción de hierro. 8.2. Conclusiones. 8.3. Bibliografía
Capítulo 8.

8.1 Discusión

El estudio arqueológico del fenómeno de la paleosiderurgia prehidráulica en Bizkaia es un tema tan apasionante como complejo. Apasionante por el escaso grado de conocimiento que existía sobre numerosos aspectos de este sistema tecnológico y por el interés académico y social que genera un tema que, sin duda, forma parte consustancial de la idiosincrasia de este territorio. Complejo porque el importante conjunto de evidencias arqueometalúrgicas recuperadas denota la presencia de un fenómeno extenso y heterogéneo que trasciende nuestras fronteras administrativas. Además, se ven necesarios nuevos descubrimientos arqueológicos que resuelvan las incógnitas relacionadas tanto con la elección tecnológica¹²³ hecha por aquellos antiguos artesanos del hierro, como con las repercusiones sociales de su trabajo.

¹²³ Elección que dependía de la conjugación de diferentes factores: la disponibilidad de recursos naturales, las preferencias de los consumidores y los propios niveles de conocimiento técnico que tuvieran las comunidades vizcaínas en época romana y medieval.

Una vez que asumimos que la complejidad es consustancial a este sistema de producción de hierro prehidráulico, intentaremos evitar simplificar con el grado de conocimiento actual procesos tan dilatados en el tiempo que además se extienden a lo largo de un amplio territorio.

Vamos a tratar en esta discusión final aquellas cuestiones claves para comprender el estado de conocimientos actual sobre la arqueometalurgia del hierro prehidráulica en nuestro territorio y la problemática que su análisis ha suscitado.

8.1.1 Análisis espacial del conjunto de las ferrerías de monte de Bizkaia

Del análisis espacial del conjunto de yacimientos de ferrería de monte localizados en Bizkaia mediante prospección se deducen consecuencias directas referidas tanto al análisis arqueológico del territorio a nivel macro, como otras derivadas del análisis comparativo de los propios yacimientos arqueometalúrgicos. En este sentido, gracias a los 163 yacimientos catalogados (ver Catálogo Haizeola en anexo digital) se han logrado determinar características comunes que nos han permitido aportar las primeras nociones concatenadas que definen este sistema tecnológico. Así, por ejemplo, se ha averiguado que a la hora de elegir la ubicación de estas ferrerías, los ferrones buscaban parajes donde se combinase el mineral de hierro, el combustible vegetal y algún curso de agua. En cambio, no parece que tuvieran en cuenta para la localización el régimen de vientos dominantes puesto que la ventilación era por lo general inducida mediante fuelles.

Por otra parte, también existen una serie de patrones comunes (aparecen en más del 90% de las 163 ferrerías de monte) relacionadas con lo que hemos venido denominando *yacimiento tipo*:

1. Ubicación en rellanos de montaña, bien sean laderas, cumbres o fondos de valle.
2. Forma tumular de tamaño variable.
3. Presencia en las inmediaciones de arroyos o manantiales.

Ahora bien, la propia denominación de yacimiento tipo puede dar lugar a pensar en una uniformidad generalizada en las ferrerías de monte tanto a lo largo de todo el territorio vizcaíno como durante sus más de mil años de vigencia tecnológica. Sin embargo, el hecho de que la mayoría de los yacimientos cumplan unos patrones comunes de asentamiento no ha de significar que la solución técnica implementada en cada taller de producción sea la

misma en comarcas diferentes y en épocas diferentes, tal y como intentaremos demostrar a continuación.

Seguidamente mostramos un análisis crítico de cada uno de los tres mencionados más arriba:

a) Respecto a la ubicación de las ferrerías en los rellanos de montaña.

Probablemente la propia denominación ferrería “de monte” no ayuda de cara a la simplificación de este proceso histórico, y tampoco el hecho de que en Bizkaia las excavaciones practicadas hasta el momento hayan sido casualmente en yacimientos ubicados en zonas de montaña (Ilsó Betaio, Callejaverde, Peñas Negras, etc.). De hecho, esta circunstancia ha llevado a algunos autores a afirmar que en la CAV se había priorizado la prospección arqueometalúrgica exclusivamente en zonas montañosas (AZKARATE y SOLAUN, 2014)¹²⁴, cuando en realidad se ha prospectado sistemáticamente todo el territorio y encontrado numerosos yacimientos en fondos de valle y zonas hoy urbanizadas.

Es muy ilustrativa en este sentido, la excavación que llevamos desarrollando desde 2015 en la ferrería de monte de Zepamendi (localizada en el curso de la prospección del territorio alavés por nuestro equipo), de época romana y ubicada en el pueblo de Legutiano. Probablemente en relación al menos a través del acopio de materia prima con el posterior asentamiento metalúrgico primario en el poblado altomedieval de Bagoeta¹²⁵.

b) Respecto a la forma tumular del yacimiento

También se puede pretender dar un carácter de uniformidad al registro arqueológico en torno a la típica forma tumular que presentan los escoriales y restos de hornos de estos yacimientos, donde más de un 40 % de las haizeolak tienen una longitud del escorial de 10 a 19 metros (longitud tomada en el frente de vertido de escorias) y casi el 30 %, de 4 a 9 metros. Son, por tanto, instalaciones productivas de reducidas dimensiones, lo cual podría

¹²⁴ De este modo contraponen estos autores los interesantes hallazgos de metalurgia del hierro de la Llanada Alavesa (donde aparecen en cronología altomedieval un emplazamiento primario en la aldea campesina de Bagoeta y posteriormente labores de forja en Gasteiz), con los de las ferrerías de monte cuyos tópicos historiográficos las situaban exclusivamente en zonas aisladas de montaña (AZKARATE y SOLAUN, 2014)

¹²⁵ Se hallan separados por 4 kilómetros de distancia, y según la prospección hemos verificado que Bagoeta no dispone de mineral de hierro en su entorno inmediato mientras que Legutiano es un criadero conocido.

dar a entender que se trataba de producciones a pequeña escala relacionadas con talleres con un solo horno de reducción. Sin embargo, un análisis más profundo nos permite aventurar que no es descartable que se trate de un sistema mucho más complejo de producción de lo que se creía en un inicio (ver punto 8.1.3, Tabla 13) Para poder dilucidar si estamos ante una situación o la otra, habría que tomar en consideración también las relaciones espaciales entre yacimientos, es decir, pequeños yacimientos que se encuentran relacionados espacialmente con otros en una zona (un mismo valle, una misma ladera, etc.) tradicionalmente productiva. Aunque debido al estado actual de la investigación, aún no disponemos de uno de estos conjuntos productivos datado en su totalidad, para poder conocer si producían unos cerca de otros y en la misma época¹²⁶ o si por el contrario, era una manera de ir progresivamente ocupando la ladera a lo largo de los siglos¹²⁷.

Por otra parte, habría que valorar también dentro de este fenómeno complejo, otros yacimientos también de forma tumular pero de mayor tamaño que los anteriores:

- Los de tamaño medio (entre 20 y 49 metros de longitud), que no llegan al 27%, que en algunos casos, como el de Peña Helada 1, están formados por un solo horno de reducción.
- Los grandes, de más de 100 metros de longitud, como son El Peso 1 (medieval según tipología cerámica que pertenecería al grupo VI -SOLAUN, 2005-) y Oiola II (tardorromano). Cuyas dimensiones se podrían deber bien a contemporaneidad de más de un taller o una batería de hornos en funcionamiento, o bien por una persistencia productiva a lo largo del tiempo.

c) Respecto a la proximidad al agua.

Como hemos visto también en el capítulo 3, el análisis pormenorizado de la presencia de este recurso natural vuelve a generar nuevas incógnitas acerca de la elección informada de aquellos artesanos del hierro en torno a su instalación próxima a algunos cursos de agua

¹²⁶ Así parecen los primeros datos de algunos yacimientos plenomedievales adyacentes y coetáneos, en el caso de Peña Helada 1 y 2 o Callejaverde I y II, pero sin conocer más datos de los otros yacimientos que tienen espacialmente asociados.

¹²⁷ Como parece aventurarse entre Oiola II -tardorromano- y Oiola IV –plenomedieval por ejemplo.

estacionales (21 yacimientos cumplen esta premisa). Esta circunstancia nos pone sobre la pista de unas comunidades locales de época romana y medieval que podían organizarse en este territorio en torno a aquellos trabajos de temporada relacionados directamente con la industria primaria del hierro (minería y carboneo) y con los propios maestros ferrones. Estas hipótesis de estudio que habrán de ser refutadas o no mediante sucesivas investigaciones.

8.1.2 Discurso cronológico

Según testimonios de objetos férricos hallados en el castro de Basagain (PEÑALVER y SAN JOSE, 2003), se estima que el sistema tecnológico del hierro prehidráulico se introdujo en nuestra región en la segunda Edad de Hierro¹²⁸. En cuanto a su desaparición sabemos que tuvo lugar tras la llegada de las ferrerías hidráulicas en el XIII (FERNANDEZ, 2011), no sin antes coexistir durante un tiempo aún indeterminado ambas tecnologías.

Por nuestra parte, gracias al grupo de ferrerías de monte plenomedievales que hemos documentado en Bizkaia, podemos aventurar que el fin de la tecnología manual de producción del hierro fue debido fundamentalmente a dos factores:

1. La ostensible mejora en la producción que supuso la adopción de la nueva tecnología, que abocó al antiguo sistema productivo a una posición totalmente secundaria.
2. Los cambios socioeconómicos que se estaban dando en esta región con la aparición de las villas y el deseo de los nuevos poderes señoriales de controlar un sistema de producción estratégico para sus intereses. Tal como hemos observado en los dos documentos de la primera mitad del S. XIV anteriormente mencionados, la Carta puebla de la villa vizcaína de Portugaleta y Fuero de la villa guipuzcoana de Segura.

¹²⁸ Pero sinceramente, aún está francamente difícil con el estado de conocimiento actual acercarnos al estudio de este cambio tecnológico para conocer los motivos de ese cambio: qué cambia, cómo cambia a partir de qué conocimientos preexistentes en nuestra región.

Aun así es probable que estos pequeños centros de producción artesanal hicieran valer aún durante un tiempo una posición tecnológica, al parecer bien asentada en aquel momento, según los numerosos vestigios que nos han llegado de época plenomedieval (ver cuadro de dataciones adjunto- figura 116-), que además podía escapar en cierta manera al control señorial debido a su fácil instalación y reducido tamaño, que no requeriría de las grandes inversiones iniciales que precisaban las ferrerías hidráulicas.

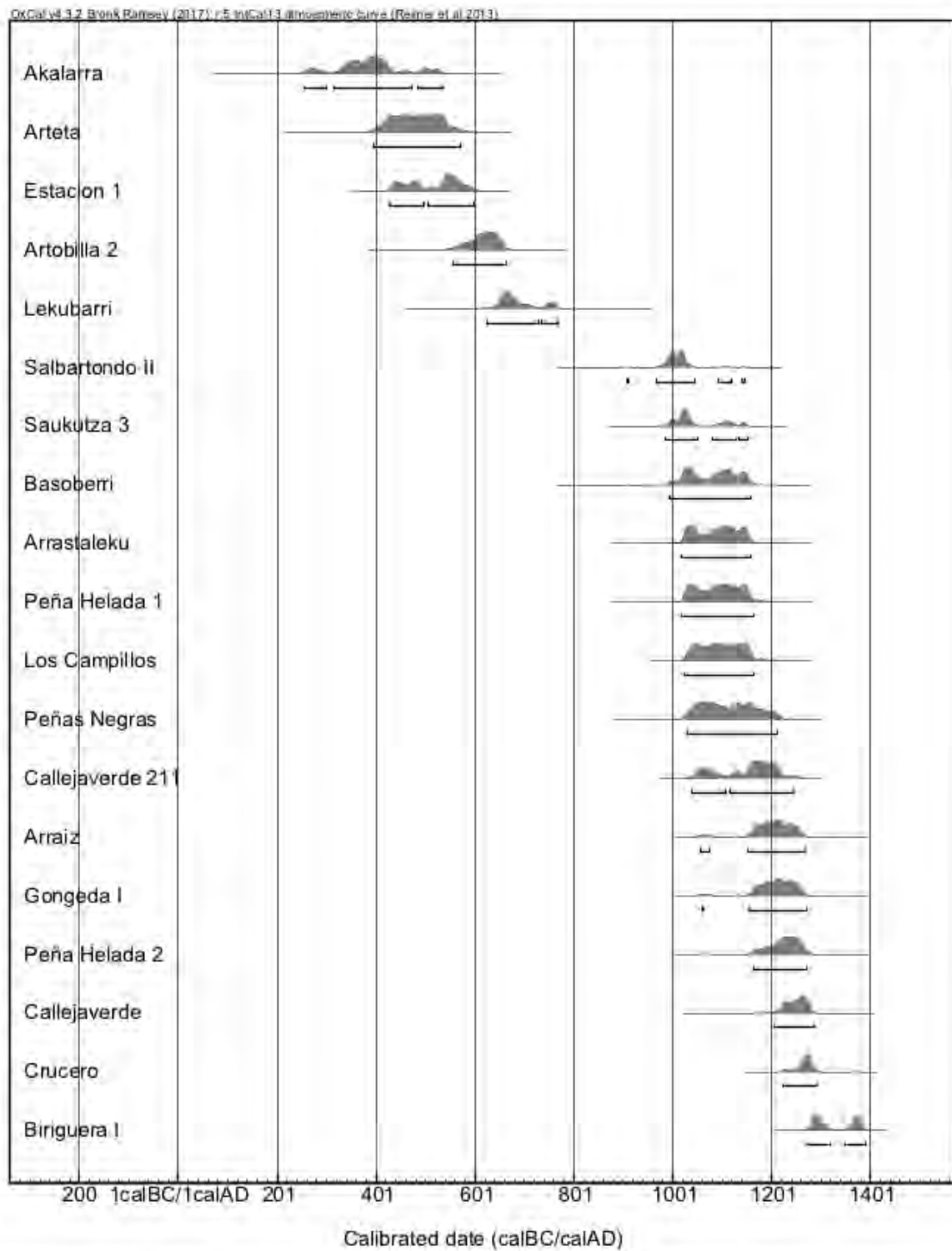


Figura 124. Dataciones radiocarbónicas realizadas en el territorio de Bizkaia.

Según observamos en el cuadro de dataciones disponemos de un total de 18 dataciones radiocarbónicas de ferrerías de monte para el territorio vizcaíno. Llama la atención en primer lugar que se trata de un proceso histórico de larga duración, desde finales del S. III a S. XIII-XIV, y, en segundo lugar, la notable concentración de dataciones entre el S. XI y el S. XIII.

Este incremento de dataciones en periodo plenomedieval se puede explicar por diversos motivos no contradictorios entre sí:

- Debido a un posible incremento de la producción en este periodo.
- Por tratarse de espacios productivos con persistencia en la producción y por tanto puede que lo que veamos sean los últimos niveles de utilización¹²⁹.
- Debido al hecho de ser yacimientos de tamaño reducido y escasa monumentalidad, las haizeolak están más expuestas a la incidencia de factores postdeposicionales de diverso tipo (capítulo 3), lo cual haría que perdurasen más las más cercanas en el tiempo.

8.1.3 La compleja organización del modo de producción del hierro prehidráulico

La Tabla 13 que se presenta a continuación recoge de un modo cuantitativo y diacrónico el análisis de los sistemas de producción del hierro prehidráulico en Bizkaia. Este análisis ha sido realizado atendiendo a dos criterios:

- La dimensión de los talleres (talleres de producción individuales, conjuntos de talleres o grandes talleres de producción mediante baterías de hornos)
- La proximidad al abastecimiento de la materia prima: el mineral.

La tabla, que ha sido elaborada con los datos parciales recabados hasta el momento, refleja la complejidad de los diferentes sistemas de producción del hierro en época romana y medieval en el territorio mencionado.

¹²⁹ Un ejemplo de esto es la persistencia en la ocupación en el yacimiento de Peña Helada 1 (capítulo 4)

LA PRODUCCIÓN ARTESANAL DEL HIERRO PREHIDRÁULICO EN BIZKAIA													
SISTEMAS COMPLEJOS	Nº	CRONOLOGÍA											
		III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XIII	XIV
TALLERES INDIVIDUALES – Producción a pequeña escala – Próximos a materia prima – Sistema de explotación mayoritario – Amplio marco temporal.	121			▲	▲	▲	▲		▲	▲	▲	▲	▲
CONJUNTOS DE TALLERES – Producción a pequeña escala – Próximos a materia prima – Asociación de yacimientos – Amplio marco temporal.	7	▲							▲		▲	▲	
TALLERES INDIVIDUALES – Producción a pequeña escala – Desplazamiento materia prima – Parámetro difícil de establecer – En contextos tardorromanos y medievales.	2		▲		▲								
CONJUNTOS DE TALLERES – Producción a pequeña escala – Desplazamiento materia prima	0												
GRANDES TALLERES – Batería de hornos en más de 100m. – En contextos tardorromanos y medievales.	2	▲							▲				

Tabla 13: Análisis de la producción artesanal del hierro prehidráulico en Bizkaia, en base a los datos obtenidos hasta el momento.

A falta de nuevas dataciones que vayan completando nuestro marco temporal y excavaciones que aporten nuevos datos sobre flujos de materias primas acarreados desde otros lugares¹³⁰, de la observación de la tabla se desprende que:

- El sistema de producción mayoritario en Bizkaia para dichas épocas era la producción a pequeña escala en talleres de tamaño pequeño o mediano, asociados por lo general a un solo horno de reducción y situados cerca de la materia prima.
- Los talleres individuales son los que abarcan el más amplio espectro temporal (del siglo IV al XIV).
- Las asociaciones o grupos de ferrerías de monte son escasas y albergan de momento distintas cronologías¹³¹.
- Hay dos casos puntuales de talleres de producción de gran tamaño que, a falta de nuevos estudios, todo parece indicar que están en activo en épocas diferentes¹³².
- De momento no existe constancia de conjuntos de talleres que se hallen inmersos en un trasvase de materias primas.

Nuevas investigaciones deberán ir completando este complejo panorama.

¹³¹ Teniendo en cuenta además que uno de esas agrupaciones de yacimientos es la de Oiola donde hay cronologías tardorromanas y plenomedievales en el mismo conjunto como hemos comentado.

¹³² En el año 2014 se intervino en el escorial de Oiola II, verificando la presencia de nuevo de cerámica romana y las nuevas dataciones de C14 practicadas, corroboraron la datación tipológica, con lo cual no parece que exista un uso continuado del espacio sino más bien una producción intensiva del mismo en época tardorromana (UNZUETA, 2015)

8.1.4 La evidencia arqueológica versus el aporte documental: La dispersión de la tecnología prehidráulica en la CAV

Volvemos a poner de relieve en esta ocasión la nueva imagen de la antigua tecnología siderúrgica en la CAV, porque de un atento análisis espacial se desprenden interesantes consideraciones, paradojas y ciertas deducciones territoriales:

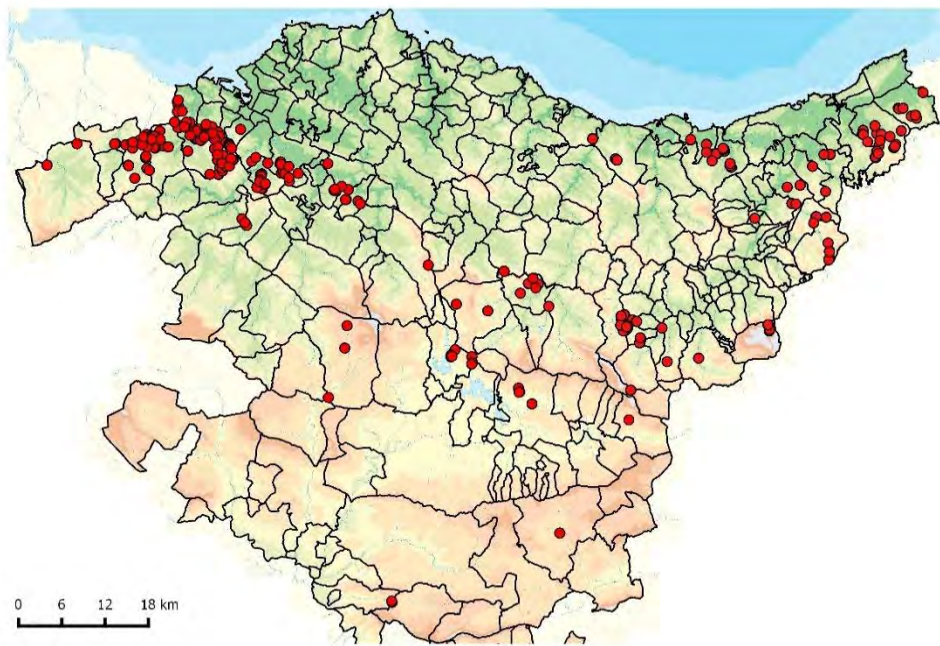


Figura 125. Mapa de la dispersión de la paleosiderurgia prehidráulica en el País Vasco. Autor Iosu Etxezárraga.

1. Son evidentes las asimetrías territoriales entre el País Vasco atlántico, donde existe una amplia difusión del sistema productivo prehidráulico, y Álava, que tras la prospección presenta una representación más reducida de casos centrados sobre todo en el norte de su territorio (capítulo 3)
2. La proximidad de los recursos geológicos justifica, aunque no totalmente, su emplazamiento (capítulo 2). De hecho, existen ejemplos en los que se reducía el hierro en lugares en los que era necesario desplazar la materia prima. Tal es el caso de la ferrería de monte altomedieval de Lekubarri (Gordexola, Bizkaia) o la plenomedieval de Astigarribia (Mutriku, Gipuzkoa) donde se aportaba hematites alóctono. En este sentido desconocemos por el momento si hubo talleres instalados junto a mineralizaciones de hierro que no fuesen óxidos (que es el único tipo de mineral cuyo uso está verificado por el momento en las haizeolak vascas) pero potencialmente utilizables (como la limonita por ejemplo).

3. Una paradoja territorial entre el espacio Atlántico (Bizkaia y Gipuzkoa) y Araba. En el primer caso, el territorio se haya plagado de hornos de reducción pero sin evidencias materiales de consumo asociado a ellos (es decir, tenemos espacios productivos sin evidencias de consumo); en el segundo, ocurre exactamente lo contrario, es decir, se acumulan evidencias de consumo mientras que son escasos los lugares de producción.

Tomando en consideración lo indicado en el último párrafo del punto anterior, es ineludible hacer una comparación de esa realidad corroborada arqueológicamente con las informaciones que aporta al respecto la documentación plenomedieval, en especial los famosos documentos de la “**Reja**” (1025)(UBIETO 1976; PASTOR y LARREA 2015) y el de los “**Votos**” (hacia 1143)(UBIETO, 1976) **de San Millán:**

- a) El primero da noticia de las rentas que un conjunto de más de 300 aldeas alavesas contribuían en rejas de hierro a este cenobio.
- b) El segundo nos informa sobre las rentas que San Millán percibía en un amplio elenco de territorios, entre ellos los que actualmente conforman la CAV.

Al respecto, antes de comenzar a extraer conclusiones de este estado de la cuestión que, obviamente, puede variar en el futuro al compás de nuevos descubrimientos arqueológicos, consideramos necesario incidir en el carácter y tipología de los mencionados documentos.

8.1.4.1 Los casos de la *Reja* y los *Votos de San Millán*.

Ambos documentos ofrecen un retrato de la fiscalidad aplicada por el monasterio de San Millán y no un catastro o inventario de la distribución de la industria ferrona en el País Vasco. En consecuencia, se deben manejar con mucho cuidado los datos que aportan, ya que el hecho de que en determinados territorios algunas producciones concretas no estén sujetas a rentas no implica necesariamente su inexistencia, ni su escasa o nula capacidad para generar un excedente lo suficientemente importante como para despertar el interés señorial. Cabe señalar, en este sentido, la existencia de ferrerías de monte datadas a comienzos del siglo XI, en medio de las tierras de labor que rodean al monasterio de San Andrés de Astigarribia, en el municipio guipuzcoano de Mutriku. Se trata de un monasterio que fue donado a San Millán de la Cogolla en 1081 por el señor de Bizkaia, junto con “...*pascuis et montibus et mazanetis et portis ad piscandum...*” (LEDESMA, 1989) pero respecto del cual no hay mención al hierro que se producía a sus puertas. Un silencio que a mediados del siglo siguiente se repite en el documento de los “Votos” de San Millán.

En la misma dirección, y con el propósito de contextualizar este silencio documental con respecto a la producción siderometalúrgica de territorios como Bizkaia y Gipuzkoa, no debemos obviar las informaciones que precisamente el documento de los “Votos” aporta sobre otras actividades productivas. Así, por ejemplo, este documento nos informa de que las localidades cántabras de Pelagos, Agorienzo, Samano y Campigo contribuían en pescado, mientras que Colindres y Laredo lo hacían en aceite. Teniendo en cuenta el contexto en el que se incluye esta mención al aceite, se considera que, probablemente, se refiera a la grasa de ballena. Tal como sucede en el caso del hierro, el hecho de que ninguna localidad costera de Bizkaia y Gipuzkoa contribuyese con pescado, ni con grasa de ballena, no puede ser interpretado como una consecuencia de un menor desarrollo de esas actividades con respecto al alcanzado en determinados puertos de la actual Cantabria (ARIZAGA y BARRENA, 1990)¹³³.

Volviendo de nuevo a la cuestión de la contribución que aportaban las más de 300 aldeas alavesas, es de destacar que el documento de la “Reja” no cita hierro en bruto, producto de la actividad siderúrgica, sino que hace alusión a rejas. En cuanto a la significación del término reja, caben dos posibilidades: quizás se refiera a un producto semielaborado en forma de hierro, aunque, también, es factible que se refiera a las rejas de arado, es decir, un producto acabado. Sea cual sea la opción, es probable que se haga alusión a una producción metalúrgica y no siderúrgica. A todas luces, esta renta de San Millán no gravaba la actividad siderúrgica de reducción de hierro en bruto, sino la manufacturación de productos de hierro semielaborados, o acabados. Se podría plantear la hipótesis de que era la actividad de

¹³³ En el citado documento de la donación del monasterio de San Andrés de Astigarribia (Mutriku, Gipuzkoa) a San Millán de la Cogolla, entre otros bienes afectos se mencionan “*portis ad piscandum*”. Es decir, aunque entre las posesiones que San Millán obtuvo en 1081 había puertos para la pesca, el documento de los “Votos” no menciona la aplicación en la misma de ninguna renta al pescado. En segundo lugar, las excavaciones arqueológicas desarrolladas en el yacimiento de Zarautz-Jauregia, situada en la localidad guipuzcoana de Getaria, han demostrado que para el siglo XI la caza de la ballena se hallaba ya plenamente desarrollada y que, probablemente, constituía la principal actividad económica de sus pobladores (PÉREZ y ALBERDI, 2013) Por tanto, el silencio de los “Votos” con respecto a la grasa de las ballenas capturadas en el País Vasco, lo debemos interpretar en clave fiscal, es decir, como una prueba de que San Millán no se beneficiaba de este excedente generado en los mismos y no como un exponente de su escasa importancia y/o desarrollo. De hecho, a finales del siglo XII, un documento datado en 1200 nos informa de que los pobladores de Mutriku tenían la obligación de contribuir al rey de Castilla con la primera ballena que capturaban anualmente; un derecho que ese mismo año fue donado por el monarca a la Orden de Santiago (ARIZAGA y BARRENA, 1990)

forja, desarrollada en herrerías ubicadas en las aldeas comprendidas en el documento de la “Reja”, la que era objeto de esta carga fiscal. De hecho, contamos con evidencias arqueológicas del establecimiento de herrerías en las aldeas alto y pleno-medievales de la llanada, tal como se ha comprobado en Gasteiz y en Bagoeta, en este último con presencia como hemos mencionado de escorias, tanto de forja como de reducción (AZKARATE y SOLAUN, 2013; Idem, 2013; Idem, 2014)

En resumen, gracias a ambos documentos se confirma que las aldeas alavesas continuaban contribuyendo con rejas de hierro, mientras que los alfoces de los territorios vizcaíno y guipuzcoano contribuían exclusivamente con ganado vacuno¹³⁴. Llama poderosamente la atención que, de ninguna manera, concuerda el contenido del mapa de distribución de las ferrerías de monte del País Vasco con el listado de poblaciones que rentaban en hierro a San Millán. Es decir, nos hallamos ante la paradoja de que las imposiciones aplicadas en territorios que albergaban una intensa producción siderúrgica únicamente gravasen sus excedentes agropecuarios, mientras que las aldeas alavesas contribuían en hierro.

O quizá en el fondo no se trate de una paradoja sino de una prueba de la existencia de un sistema más complejo de lo que se cabía pensar en un principio, un sistema que pusiera en relación esa numerosa producción a pequeña escala¹³⁵ con flujos de circulación entre zonas productoras-exportadoras de hierro en bruto y zonas que lo demandaban para la manufactura de herramientas.

Para fundamentar esta hipótesis vamos a recurrir a los datos recabados en algunas excavaciones arqueológicas realizadas en territorio vizcaíno y alavés. Así, respecto a las primeras, contamos con los datos obtenidos en las excavaciones de las ferrerías de monte de Peñas Negras y Peña Helada I, que a pesar de ser escasos y puntuales, contribuyen a consolidar la hipótesis planteada, puesto que en ambos yacimientos se han recogido fragmentos de cerámica oxidante medieval, perteneciente al Grupo VI de la clasificación de Solaun, cuyo origen parece situarse en Álava, en la cuenca del río Bayas (SOLAUN 2015).

¹³⁴ “...Alava, cum suis villis ad suas alfoces pertinentibus, id est, de Losa et de Buradon usque Eznate: ferrum. Per omnes villas, inter domus decem, una reia. De rivo de Galharraga usque in flumen de Deba, id est, tota Bizcaglia, et de ipsa Deba usque Sanctum Sebastianum d'Ernanni, id est, tota Ipuzcua, a finibus Alava usque ad ora maris. Quicquid infra est de unaqueque alfoce: singulos boves...”.

¹³⁵ Tal y como constatamos en el territorio vizcaíno y que probablemente con un análisis más detallado del modo de producción guipuzcoano se podría deducir algo similar.

Este hecho podría constituir, en suma, una prueba material de la existencia de flujos de circulación de bienes que vinculaban ambas ferrerías con Álava.

Con respecto a la información relativa a la circulación de productos férricos en la zona de Álava durante los períodos alto y plenomedievales, contamos con los últimos y muy sugerentes datos recabados en las excavaciones de las aldeas de Zaballa y Zornoztegi: en la primera, se han registrado 553 materiales de hierro; en la segunda, 452, sin que en ninguna de ellas se hayan localizado vestigios de actividad siderometalúrgica¹³⁶.

En definitiva, de todo ello podemos extraer una conclusión: la existencia de un sistema territorial de intercambio y desplazamiento de productos elaborados o de tochos entre los dos territorios, que pudo haber estado funcionando ininterrumpidamente entre el período romano y el plenomedieval.

8.1.5 Una nueva tipología de horno de reducción de hierro

Hay autores que sostienen que los establecimientos productivos y hornos de reducción que fabricaron los antiguos artesanos del hierro eran fruto de una adaptación de la antigua tecnología a los recursos naturales del territorio (con independencia de que pudiera existir o no una influencia inicial) (MONTERO, 2014). Por este motivo, una cuestión clave para nuestra investigación era tratar de esclarecer cómo resolvió la sociedad vizcaína en la Antigüedad y en la Edad Media la necesidad tecnológica que se le presentaba. Para intentar darle respuesta, realizamos una serie de excavaciones selectivas que nos han proporcionado una nueva imagen histórica de la cadena técnica operativa desarrollada en el propio taller ferrón en la época plenomedieval (FRANCO, J., 2014). Los hornos de reducción documentados en la zona noroccidental del territorio vizcaíno, son el punto neurálgico de toda esa cadena, que enriquecen sobremanera dicha imagen histórica.

¹³⁶ En cuanto a la adscripción cronológica de los materiales férricos encontrados en Zaballa: 1 pertenece a los siglos VI-VII, 37 a los siglos VIII-mediados del siglo X, 93 a mediados del siglo X-mediados del siglo XIII y 94, a mediados del siglo XIII-mediados del siglo XV. En cuanto a los materiales de Zornoztegi, 119 pertenecen a los siglos IV-V, 4 a los siglos VI-VII, 56 a los siglos VIII-X y 132 a los siglos X-XIV (MANSILLA, 2013; QUIRÓS, 2017).

Como ya se ha manifestado anteriormente en esta tesis, mediante los resultados cosechados en los yacimientos de Callejaverde I y II, Peñas Negras, Arrastaleku 1 y Peña Helada 1, se ha constatado una nueva tipología de horno de reducción de hierro prehidráulico (descrito con detalle en sus características formales y funcionales en el Capítulo 4) y se ha logrado definir un ámbito tecnológico propio.

No obstante, si bien no vamos a volver a incidir en un tema bien tratado con anterioridad, dado que estos hornos son elementos fundamentales para caracterizar esta producción artesanal, sí vamos a realizar un análisis comparativo formal y funcional entre las secciones del horno de reducción de hierro prehidráulico de Peñas Negras (siglo XI-XII) y del horno de una ferrería hidráulica vasca¹³⁷ del siglo XVIII (Figura 118)¹³⁸.

Al igual que Pleiner afirmase que el popular horno de cuba baja provisto de una superestructura cilíndrica o cónica “*representa el tipo más avanzado tecnológicamente de horno de reducción...y las monstruosas chimeneas de los modernos altos hornos están en directa línea de descendencia de los antiguos hornos de cuba...*”, nuestra propuesta va en la línea de un paralelismo mucho más evidente, cercano y plausible: el eficiente tipo de horno de reducción que hemos documentado en Bizkaia en época plenomedieval es el precursor directo del horno que se utilizaría posteriormente en las ferrerías hidráulicas al menos del País Vasco.

Esta hipótesis encuentra su fundamento no solo la enorme similitud existente entre ambas secciones (si obviamos la diferencia de tamaño, bastante mayor en el caso de los hornos del siglo XVIII¹³⁹), sino sobre todo en las coincidencias de diseño existentes entre ambos:

¹³⁷ Conocemos las características de los hornos de las ferrerías hidráulicas vascas del siglo XVIII, gracias a un Tratado de Metalurgia redactado entre 1765 y 1773 por la Real Sociedad Bascongada de los Amigos del País (URTEAGA, 2000).

¹³⁸ Similitud ya propuesta con anterioridad en el I Coloquio de Arqueología experimental y Paleosiderurgia de 2014 (FRANCO et al 2014).

¹³⁹ En este sentido hemos de reconocer que las dimensiones de un horno nunca son arbitrarias ya que responden a diferentes variables que hacen posible alcanzar temperaturas adecuadas y una atmósfera reductora (ROVIRA y RENZI, 2010), y podríamos afirmar que la diferencia sustancial para poder trabajar con un horno de volumen más grande y abierto es el flujo de aire, que en este caso viene garantizado mediante la tecnología hidráulica; según Rovira y Renzi, “*el diámetro de un horno ventilado con toberas está condicionado por la profundidad de penetración del chorro de aire*”, y probablemente, en el caso hidráulico, el necesario ambiente reductor lo proporcionaba una gruesa capa cobertora de carbón que haría las veces de cerramiento.

3. La pared de horno enfrentada a la que contiene el orificio de la tobera se dispone en plano inclinado. En los hornos del siglo XVIII esta pared en plano inclinado se denominaba Haizearri (“Piedra de ventilación”, de Haize: viento, ventilación y arri /harri/: piedra) y su función, además de facilitar las labores de extracción de las lupias, era la de contribuir al “*deslizamiento del mineral hacia la zona de la tobera, donde se producen las temperaturas necesarias para el proceso*” (URTEAGA, 2000).
4. Entre ambas paredes enfrentadas, el Betarri con la tobera y el Haizearri se extendían otras dos paredes que cerraban el horno. En ambos casos, haizeola e hidráulica, mirando desde la pared que contiene la tobera hacia el interior del horno es el muro que queda a la derecha el que contiene un orificio situado en la cota del fondo del horno. En el siglo XVIII se le denominaba Zidarzulo (“Orificio para escorias”, de Zidar: escoria y zulo: orificio)¹⁴⁰.

En resumen, ante estas inevitables coincidencias consideramos ponderada la hipótesis de que las características del diseño técnico de los hornos de las ferrerías hidráulicas derivaron de los hornos de las haizeolak. En consecuencia, este hecho supondría una transferencia de conocimiento técnico de una tecnología prehidráulica a otra mecanizada, manteniendo y acelerando el bien conocido proceso técnico que dominaban los maestros ferrones de aquellas haizeolak. Futuras investigaciones deberán validar o rechazar la pertinencia de esta hipótesis.

8.2 Conclusiones

El conjunto de trabajos que se recogen en esta tesis prueban, en primer lugar, la vinculación de las comunidades antiguas y medievales del territorio de Bizkaia con la

¹⁴⁰ Con respecto a la función del zidarzulo, el informe de la Bascongada aporta informaciones muy interesantes: “...cidarzulo. Éste se abre baxo de la vanda y su diámetro es indeterminado, y assi no hay otra medida sino hacerlo quanto sea suficiente para que con facilidad salga la escoria o cidarra. (...) Este agujero se abre con la punta de una palanca poco antes de sacar la agoa y, en acabándose de purgar el fogal, se cierra con escoria o cisco algo humedoso. (...) El cidarzulo ha de estar colocado (...) al medio del fogal, pues estando algo ladeado no se haría sino mui poca escoria y por consiguiente mui poco fierro y malo...” (URTEAGA, 2000).

explotación de los recursos minerales de su entorno, al tiempo que permiten redimensionar la imagen histórica que teníamos sobre la producción de hierro en esta zona. El estudio de las ferrerías de monte se muestra ahora como un punto de partida esencial tanto para la comprensión de las tecnologías preindustriales en este territorio, como para conocer la manera en que esta actividad artesanal se insertaba en la sociedad antigua y medieval. El papel que en los siglos venideros desempeñó Bizkaia como foco metalífero de calidad internacionalmente reconocida tuvo un antecedente claro en las ferrerías de monte y en las actividades relacionadas con esta industria de transformación primaria.

La persistencia de este fenómeno tecnológico de larga duración (más de mil años) se presenta como un hecho incuestionable tras las investigaciones desarrolladas en los últimos quince años. Sin embargo, aunque los datos que manejamos no permiten confirmar a ciencia cierta si este fenómeno tuvo un desarrollo uniforme a lo largo de todo ese tiempo, sí parece al menos que alcanzó cierta madurez y generalización en época plenomedieval.

Gracias al trabajo de prospección arqueológica y análisis territorial llevado a cabo, no sólo en Bizkaia sino en toda la CAV, hemos empezado a ser conscientes de las dimensiones territoriales que va adquiriendo el fenómeno de la paleosiderurgia prehidráulica en todo el País Vasco.

En los diversos trabajos y enfoques que componen esta tesis se han presentado las evidencias de orden espacial, constructivo, material y analítico que revelan la antigüedad de los asentamientos productivos de las ferrerías de monte y su caracterización arqueológica. Esto ha sido posible gracias a la utilización de diferentes estrategias a fin de realizar el análisis de un fenómeno realmente complejo.

Seguidamente vamos a recapitular los objetivos que proponíamos inicialmente en el proyecto de investigación y la respuesta obtenida, en su caso:

1. A corto plazo, se había de llegar a la formalización metodológica de un sistema de prospección estable, a la vez que abierto, que abordase la totalidad del territorio de Bizkaia.
 - Para ello hemos desarrollado un planteamiento innovador y efectivo adaptado al territorio montañoso de Bizkaia y a este tipo de yacimientos arqueometalúrgicos. La necesidad de implementar un trabajo sistemático ha convertido a la metodología de prospección en otra pieza clave de nuestra investigación. Debido a

los buenos resultados obtenidos, el método de trabajo se ha exportado a los territorios vecinos de Gipuzkoa y Álava, donde se han vuelto a verificar su utilidad.

2. A medio plazo, se trataba de recoger y analizar mediante prospección arqueológica el mayor número de datos posible con un doble objetivo; por una parte, crear una nueva herramienta de gestión patrimonial: el inventario arqueológico de las ferrerías de monte de Bizkaia; y por otra, identificar, controlar y conocer el potencial arqueológico que se esconde bajo estos escoriales de época romana y medieval, de cara a realizar un análisis territorial de la producción prehidráulica del hierro.
 - El resultado de la prospección arqueológica ha permitido pasar de 31 yacimientos catalogados con anterioridad a 163, que componen el denominado Catálogo Haizeola, cuya evaluación individualizada se ha incorporado al SIG del Inventario de Bienes Culturales del País Vasco.
 - El análisis territorial ha permitido plantear de un modo fiable las estrategias de trabajo adecuadas para profundizar en el conocimiento de este fenómeno tecnológico y seleccionar los yacimientos dignos de estudio. El nuevo mapa de esta antigua tecnología para toda la CAV, en contraste con la documentación escrita de la época de estudio (Reja -año 1025- y Votos de San Millán-1143-) (UBIETO, 1976) y otras intervenciones arqueológicas (por ejemplo Bagoeta –AZKARATE y SOLAUN 2014- y Zaballa –MANSILLA,2014-), ha posibilitado plantear la hipótesis de un sistema territorial de intercambio y desplazamiento de productos férricos elaborados entre el País Vasco atlántico y la meseta alavesa en época antigua y medieval.
3. A largo plazo, el objetivo era profundizar en el conocimiento de la paleosiderurgia prehidráulica en nuestra región a través de la caracterización de estos yacimientos, el análisis de la tecnología empleada y la propuesta de un modelo interpretativo de los procesos de producción y socialización del hierro en época romana y medieval.
 - Mediante excavaciones en yacimientos previamente seleccionados, arqueometría de materiales y labores de arqueología experimental, hemos podido documentar el ciclo de trabajo completo que se producía en un taller de producción de este tipo. Además se ha podido recuperar uno de los registros arqueológicos de producción primaria de hierro más importante y mejor conservado de la Península Ibérica. Gracias a ello se ha podido documentar también una nueva tipología de horno de reducción que estuvo vigente, al menos, en época plenomedieval en el noroeste de

Bizkaia, y cuyo modelo se repite en varios yacimientos. Como consecuencia, hemos podido definir un ámbito tecnológico propio en esta zona del territorio vasco.

4. Con el avance de la investigación y la consecuente creación de un nuevo discurso histórico, se ha hecho necesario implementar el objetivo concreto de continuar el ámbito de investigación mediante la puesta en valor de este recurso patrimonial y su difusión adecuada, a través de diversos medios.

➤ Atendiendo a la máxima cíclica de “conocer para proteger, difundir para conocer” hemos logrado que diferentes propuestas de valorización de este nuevo conjunto patrimonial se transfieran a diferentes estamentos de nuestra sociedad:

- Difusión a nivel científico, mediante organización de congresos especializados, cursos universitarios, etc.
- Difusión generalista, gracias a documentales televisivos, proyectos web...
- Programa de difusión escolar, “los ferrones en la escuela”.
- Proyecto pionero de musealización “in situ” de una ferrería en los Montes de Triano y Somorrostro.

Por otra parte, algunas de las limitaciones con las que contaba este proyecto de investigación, se refieren a:

➤ Su punto de partida: ya a finales del siglo pasado la arqueología vasca reclamaba un camino epistemológico propio para adentrarse en el conocimiento científico de una tecnología cargada de tópicos, pero los diversos intentos de documentar la entidad que se escondía bajo los escoriales solo alcanzaron, a pesar de los esfuerzos, a atestiguar la existencia de lo que parecía una realidad compleja. Cuestión que generaba en cierta manera, un escenario anómalo y ciertamente descompensado respecto al peso histórico que poseía en nuestra región el trabajo del hierro a partir de la llegada de la tecnología hidráulica.

- No se han podido documentar por ejemplo, labores pertenecientes a la cadena técnico operativa completa del hierro prehidráulico desarrolladas fuera del taller ferrón, como son la minería, el carboneo o la forja secundaria.
- El hecho de establecer una elección subjetiva de yacimientos arqueológicos para su excavación¹⁴¹ ha hecho que trabajemos inicialmente sobre un tipo de producción a pequeña escala que, por otra parte, es la preponderante en Bizkaia en la época de estudio, dejando a un lado por el momento otros talleres más extensos.

Es evidente que a pesar de todos los avances producidos hasta la fecha, obtenidos través de a un registro siempre fragmentario, es mucho todavía el camino que nos queda por recorrer para contextualizar adecuadamente esta actividad. Por este mismo motivo, podemos reconocer que el análisis de la paleosiderurgia prehidráulica en nuestra región es una investigación con más futuro que pasado.

Pensando en ese futuro se lanzan las siguientes propuestas:

- Resulta paradójico que siendo Bizkaia una de las regiones europeas que más está incidiendo en la caracterización de su antigua industria primaria del hierro prehidráulico, no exista un reflejo en la industria secundaria de la misma época. Es necesario, por tanto, plantear la caracterización metalográfica de materiales de época antigua y medieval en el País Vasco y contextos cercanos, para obtener bases de datos que permitan establecer estudios comparativos entre los lugares de producción y los de consumo.
- Las ferrerías de monte son obviamente un fenómeno que trasciende las actuales fronteras políticas. Con el objetivo de obtener una verdadera dimensión de la tecnología que desarrollaron los antiguos artesanos del hierro, se debería ampliar la prospección arqueometalúrgica (a ser posible mediante la misma metodología de trabajo) al territorio cántabro (apenas sin trabajar aún hoy día -MARCOS, 2003-), que a buen seguro compartirá interesantes rasgos tecnológicos con lo documentado en Bizkaia hasta el momento. No es desdeñable tampoco la idea de

¹⁴¹ Yacimientos con un buen estado de conservación que a priori fuesen producto de un solo horno de reducción, con el fin de facilitar la interpretación estratigráfica y poder documentar fehacientemente cómo era el trabajo en un taller ferrón.

transferir nuestro sistema de trabajo a aquellos lugares más alejados, con los que compartimos paisaje, en busca de sus propios modelos para estas antiguas producciones¹⁴².

- Otra propuesta de futuro pasa por la necesidad de nuevas excavaciones de ferrerías de monte en el noroeste de Bizkaia en distintas épocas históricas. Pero también en otras zonas del País Vasco con el objetivo de definir tipológica y diacrónicamente modelos regionales que aporten una imagen histórica definida de la paleosiderurgia del hierro.
- Al mismo tiempo es necesario localizar primero, y excavar después, los lugares de habitación de las comunidades locales de la comarca de Encartaciones en época medieval. Se da la paradoja de que precisamente en esta zona del País Vasco es donde está mejor documentada la antigua producción de hierro pero se desconoce, sin embargo, el entorno poblacional de la época (bien documentada, en cambio, para la denominada Bizkaia nuclear -GARCIA, 2002-). Obtener este conocimiento sería la mejor manera de insertar a aquellos ferrones dentro de sus comunidades locales, para poder aventurar después las primeras hipótesis de trabajo sobre la influencia de los poderes feudales emergentes en el control de las actividades productivas de este territorio.
- Por último, en pos de continuar documentando con detalle el proceso de trabajo en los antiguos talleres de producción, es necesario incidir tanto en nuevos ensayos de arqueología experimental, concebidos de un modo absolutamente científico, como en la arqueometría de restos materiales y productivos recuperados en las ferrerías de monte.

Evidentemente, para que todas estas propuestas vayan consolidándose, no nos queda otro remedio y otra satisfacción, todo sea dicho, que continuar trabajando en los orígenes de una de los hilos argumentales de la Historia en nuestra región: la explotación y transformación del hierro y sus consecuencias sociales y económicas. En este caso, acabaremos parafraseando al brillante ingeniero y periodista francés Louis Laurent Simonin, precursor de la arqueología minera, que ya a mediados del S.XIX, en su búsqueda

¹⁴² Nos referimos al resto del Cantábrico, Sierra de la Demanda y la Navarra pirenaica por ejemplo.

de los restos de siderurgia prehidráulica en la Toscana, apostaba por la necesidad de acudir al registro arqueológico: “*a falta de la historia escrita, los hechos nos iluminarán.*” (FRANCOVICH, 2008).

8.3 Bibliografía del Capítulo 8

ARIZAGA B.y BARRENA, E. 1990 El litoral vasco peninsular en la época pre-urbana y el nacimiento de San Sebastián. Lurralde, 13. San Sebastián.

AZKARATE, A.;SOLAUN, J.L. 2013. Arqueología e historia de una ciudad. Los orígenes de Vitoria-Gasteiz (I). Col. Patrimonio, Territorio y Paisaje. Servicio Editorial de la Universidad del País Vasco. Bilbao.

AZKARATE, A.;SOLAUN, J.L. 2013 Arqueología e historia de una ciudad. Los orígenes de Vitoria-Gasteiz (II). Col. Patrimonio, Territorio y Paisaje. Servicio Editorial de la Universidad del País Vasco. Bilbao.

AZKARATE, A.;SOLAUN, J.L. 2014 De ferro de Alava. metalurgia altomedieval en la llanada alavesa (siglos VII-IX d.C.),en Kobie (Anejos: I Coloquio de Arqueología Experimental del Hierro y Paleosiderurgia) 13.Bilbao

FERNÁNDEZ, J. A. 2011.Ferrería-molino de Bengola. En Arkeoikuska: Investigación arqueológica Vitoria Gasteiz.

FRANCOVICH, R. 2008. La arqueología medieval: entre la historia y la gestión del patrimonio. Ed. Universidad de Granada

GARCÍA , I. 2002. Arqueología y poblamiento en Bizkaia, siglos VI-XII: la configuración de la sociedad feudal. Diputación Foral de Bizkaia, Dpto. Cultura. Bilbao.

LEDESMA, M. L. (ed.)1989. Cartulario de San Millán de la Cogolla (1076 - 1200), Zaragoza.

MANSILLA R. 2012. Los metales del yacimiento de Zaballa, en: Quirós Castillo, J.A. (dir.): Arqueología del campesinado medieval: la aldea de Zaballa. Servicio Editorial de la Universidad del País Vasco.Bilbao.

MARCOS, J. 2003. La metalurgia prehidráulica del hierro: aproximación a las ferrerías secas en Cantabria. Sautuola: Revista del Instituto de Prehistoria y Arqueología N° 9 Santander.

QUIRÓS, J.A. (dir.) 2017. Arqueología de una comunidad campesina medieval: Zornoztegi. Servicio Editorial de la Universidad del País Vasco (en prensa). Bilbao.

PASTOR, E. y LARREA, J.J. 2015. La Reja de San Millán: transmisión textual y estructura interna, en: Bazán Díaz, I., et al.: Estudios en homenaje al profesor César González Mínguez. Servicio Editorial de la Universidad del País Vasco. Vitoria-Gasteiz.

PÉREZ, J.M. y ALBERDI, X. 2013. L'exploitation de grands cétacés dans l'histoire de la côte de Gipuzkoa. En Ancient maritime communities and the relationship between people and environment along the European Atlantic coasts. British Archaeological Reports International Series 2570

SOLAUN, J.L. 2005 La cerámica medieval en el País Vasco (siglos VIII-XIII). Serie Ekob nº 2. Servicio Central de Publicaciones del Gobierno Vasco. Vitoria-Gasteiz.

URTEAGA, M.M. 2000. El Tratado de Metalurgia de las Comisiones (Segundas) de la Real Sociedad Bascongada de Amigos del País, 1765-1773. Gipuzkoako Foru Aldudia. San Sebastián.

UBIETO, A 1976. Cartulario de San Millán de la Cogolla. Ediciones Anubar, Valencia.