



**INVESTIGACIONES ARQUEOLÓGICAS EN LA UNIDAD MINERA
DE LA EDAD DEL BRONCE DE ARRITZAGA 37 (ERNIO ARALAR).
CAMPAÑA FINAL Y ELABORACIÓN DE MEMORIA**

MEMORIA PROVISIONAL 30/11/2020



PLAN DE TRABAJO PROPUESTO EN LA CAMPAÑA DE 2020 PARA EL YACIMIENTO DE ARRITZAGA 37.

La memoria con el plan de trabajo presentada en el mes de junio pretendía reconstruir el escenario en el que se realizaron los trabajos mineros en la unidad minera de Arritzaga 37 y trasladarlo en sus aspectos básicos a las colecciones arqueológicas recuperadas. De esa manera se esperaba obtener el soporte equivalente a la memoria científica de las 4 campañas de investigaciones arqueológicas realizadas en 2016, 2017, 2018 y 2019, y, al mismo tiempo, convertir las evidencias muebles (cerámica, restos óseos, útiles mineros, restos de mineral...) en vías de transmisión de los valores históricos, considerando que los receptores de la información se encuadran en los segmentos de público estándar en ámbitos culturales relacionados con la Historia y la Arqueología.

Para la consecución de esos objetivos se plantearon varios segmentos de estudio que se ordenaron atendiendo las colecciones arqueológicas obtenidas en las campañas de excavaciones arqueológicas más arriba señaladas; a saber: cerámica, restos óseos, utensilios de piedra, analíticas de ciencias auxiliares. Esos segmentos se plantearon acompañados de apoyos gráficos y audiovisuales, contándose con la colaboración de diferentes especialistas y entidades para su realización.

SEGMENTO DE ESTUDIO	ESPECIALISTA O ENTIDAD A QUIEN SE HA ENCARGADO SU REALIZACIÓN
Cerámica	Judit López de Heredia.
Restos óseos Arqueozoología	Josué Susperregi. Fundación Arkeolan
Utensilios de piedra	Zohartze Galán Zumeta. Fundación Arkeolan M ^a del mar López Colom. Fundación Arkeolan
Restos vegetales. Antacología	Mónica Ruíz Alonso. CSIC
Análisis de mineral	Frc. Javier SanguesaAguerri. Universidad del País Vasco
Geología minera	Cristina Avilés. Universidad del País Vasco Alex Franco. Universidad del País Vasco
Apoyos gráficos	Mikel Uzkudun. Felix Ugarte EspeleologiaTaldea
Apoyos audiovisuales	Giorgio Studer. Felix Ugarte EspeleologiaTaldea



RESUMEN DE LOS ESTUDIOS ESPECIALIZADOS:

1. Cerámica.

Viene a ser el fósil guía más desarrollado en la disciplina arqueológica hasta el punto de servir de indicador cronológico en muchos casos.

En Arritzaga 37 se cuenta con dos conjuntos cerámicos, perfectamente diferenciables. Por un lado, los fragmentos de lo que parece ser una única vasija de pasta cuidada, en forma de cuenco con carena baja y superficie bruñida. Por otro, fragmentos de pasta grosera con abundantes inclusiones de cuarzo. El primer grupo procede de los sedimentos de colmatación de la galería; el segundo, de los suelos que cubrían la base rocosa de la terraza al pie de los trabajos mineros. Parece que la vasija cuidada podría tener carácter ritual, mientras que la cerámica grosera podría relacionarse con una vasija de reducción de mineral.

2. Restos óseos.

En este grupo se analizan las mandíbulas de pequeños mamíferos aparecidas junto con la vasija de pasta cuidada, determinándose la familia y especie, además de su posible relación con los valores rituales propuestos para la vasija.

3. Utensilios de piedra.

En este grupo se incluye la colección de picos mineros, en cuyo estudio se determina el tipo de roca del soporte, su procedencia, restos de talla, forma, volumen y peso. Se añadirá el ejercicio de reconstrucción de las formas de empuñadura y uso.

4. Restos vegetales.

El capítulo de los estudios antracológicos concentra gran parte de los recursos, contando con muestras con gran concentración de restos, tanto macros como micros.

5. Análisis de mineral.

Los análisis de mineral constituyen otro de los apartados principales de las informaciones complementarias, contándose para ello también con abundantes muestras.

6. Geología minera

Otra de las facetas indispensables del estudio tiene que ver también con las características del mineral, pero en este caso su alcance va más allá de la determinación de su composición. Para poder obtener una hipótesis de acercamiento a los modos de trabajo en Arritzaga 37 durante la Edad del Bronce resulta necesario conocer la génesis de los filones y su caracterización geológica. Esa información permitirá plantear el horizonte de las soluciones técnicas más adecuadas para su explotación y de esa manera interpretar los vaciados desde el punto de vista de la planificación minera.



ESTUDIO DE LA CERÁMICA

JUDITH LOPEZ DE HEREDIA



En las diversas campañas arqueológicas llevadas a cabo en Arritzaga 37, se han recuperado un total de 118 fragmentos de cerámica, 54 en la campaña del año 2016 y 64 en la del 2017 respectivamente. En el momento de la presentación de esta memoria provisional están siendo objeto de estudio.

Dicho análisis está realizado por Judit Lopez de Heredia, licenciada en Historia por la por la Universidad del País Vasco-Euskal Herriko Unibertsitatea y en Prehistoria y Arqueología por esta misma universidad, especialista en cerámica prehistórica.



ESTUDIO ZOOARQUEOLÓGICO

JOSUE SUSPERREGI LASALDE

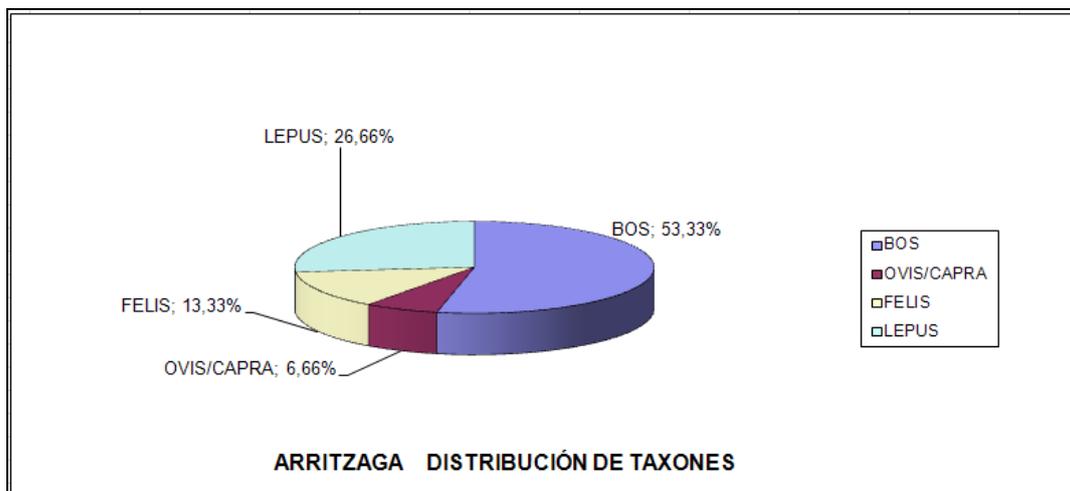
ESTUDIO ZOOARQUEOLÓGICO DE LOS RESTOS ÓSEOS RECUPERADOS EN LA EXCAVACIÓN DE ARRITZAGA (MCA 17.37)

(Josué Susperregi Lasalde. ARKEOLAN FUNDAZIOA)

En el siguiente informe se resumen los resultados del análisis zooarqueológico de los restos óseos recuperados en las excavaciones realizadas en el yacimiento de Arritzaga, situado en Amezketta, en el año 2017 (correspondiente a las siglas MCA17.37).

El número total de restos recogidos es de 83, con un peso de 420.27 gramos. Ha sido posible identificar el género y la parte del esqueleto para 15 de ellos, con un peso de 208.21 gramos, suponiendo un 18.07 % del total. La cifra de restos no identificados es de 68 (81.93% del total), con un peso de 212.06 gramos.

Los restos identificados se corresponden con un patrón de distribución de taxones habituales en el territorio, siendo el más abundante el de los bóvidos (vaca), seguidos por los lepóridos (conejo/liebre), félidos (gato) y finalmente los ovicápridos (oveja/cabra).



Canino de bóvido recuperado en la excavación.

A continuación se resumen los resultados obtenidos por contextos:

NÚMERO DE RESTOS Y PESO				
CONTEXTO	ID.	NO ID.	TOTAL	PESO (G)
SIN CONTEXTO (POZO)	1	3	4	15.99
20	1	2	3	77.40
24	1	0	1	29.75
25	6	47	53	115.27
26	6	16	22	181.86
TOTAL	15	68	83	420.27

En las tablas siguientes se describe la distribución de taxones en cada contexto, detallándose el número de restos identificados (NR) y el número mínimo de individuos (NMI) calculado para hacerse cargo de los mismos:

NÚMERO DE RESTOS Y NÚMERO MÍNIMO DE INDIVIDUOS								
CONTEXTO	BOS		OVIS/CAPRA		FELIS		LEPUS	
	NR	NMI	NR	NMI	NR	NMI	NR	NMI
SIN CONTEXTO (POZO)	0	0	1	1	0	0	0	0
20	1	1	0	0	0	0	0	0
24	1	1	0	0	0	0	0	0
25	0	0	0	0	2	1	4	1
26	6	1	0	0	0	0	0	0
TOTAL	8	3	1	1	2	1	4	1

SEXO, EDADES Y ALZADAS

Del análisis de los restos recuperados solamente pueden obtenerse muy pocos datos adicionales. El análisis de los huesos largos completos, de los que es posible estimar las alzas de los animales en función de las medidas de los huesos o las edades dependiendo del estado de sus fusiones epifisarias, no ha sido posible ya que no se han recuperado en ninguno de los contextos. Es más, la mayoría de los restos identificados se corresponden con mandíbulas y dientes, localizándose solamente dos fragmentos distales de huesos largos (húmero y radio de lepórido).

En cuanto a los dientes y mandíbulas identificadas, en todos los casos se trata de la dentición permanente, por lo que se trataba de ejemplares adultos. En este mismo sentido, los restos identificados no permiten distinguir el sexo de los animales.

CONCLUSIONES

Como resumen, el estudio zooarqueológico de los restos óseos recuperados aporta poca información acerca del yacimiento. Se trata en su mayoría de fragmentos de muy reducido tamaño, con pesos inferiores a 1 gramo, cuya identificación a taxón a y parte del esqueleto resulta casi imposible.

Los restos identificados se corresponden con taxones comúnmente localizados en las excavaciones del territorio, con una clara predominancia de los bóvidos. La presencia de gato y conejo/liebre, así como la ausencia de suidos o el reducido número de restos de ovicápridos, parece coherente con el carácter no urbano del yacimiento. En este sentido, la mayor proporción de huesos de bóvido, de mayor tamaño y consistencia que los de otros géneros pecuarios, puede deberse a su mayor resistencia y no a pautas de consumo.



Mandíbula de *Felis*.



Mandíbula de *Lepus*.



UTENSILIOS DE PIEDRA

ZOHARTZE GALAN ZUMETA/ MARIA DEL MAR LOPEZ COLOM

ESTUDIO Y CATALOGACIÓN DE MATERIA LÍTICO EN LA MINA ARRITZAGA 37

(Zohartze Galan Zumeta. ARKEOLAN FUNDAZIOA)

El material lítico ha sido junto con el cerámico, antracológico u óseo uno de los conjuntos a destacar de las intervenciones arqueológicas realizadas en el yacimiento Arritzaga 37 del coto minero de Arritzaga durante los últimos 4 años.

Se han recuperado un total de 30 cabeza de mazo o picos mineros, todos ellos de sobre soporte de canto rodado de caliza, probablemente recogidos del lecho del cauceabierto a unas decenas de metros más debajo de la zona de trabajo.

SIGLA PIEZA	CONTEXTO	NATURALEZA	TIPOLOGIA
MCA 18.37.29.21	29	Lítico	Cabeza de mazo
MCA 18.37.32.22	32	Lítico	Cabeza de mazo
MCA 18.37.32.23	32	Lítico	Cabeza de mazo
MCA 18.37.32.24	32	Lítico	Cabeza de mazo
MCA 18.37.25.25	25	Lítico	Cabeza de mazo
MCA 19.37.33.1	33	Lítico	Cabeza de mazo
MCA 19.37.33.2	33	Lítico	Cabeza de mazo
MCA 19.37.33.3	33	Lítico	Cabeza de mazo
MCA 19.37.33.4	33	Lítico	Cabeza de mazo
MCA 19.37.33.5	33	Lítico	Cabeza de mazo
MCA 19.37.33.6	33	Lítico	Cabeza de mazo
MCA	33	Lítico	Cabeza de

ESTUDIO Y CATALOGACIÓN DE MATERIA LÍTICO EN LA MINA ARRITZAGA 37

19.37.33.7			mazo
MCA 19.37.33.8	33	Lítico	Cabeza de mazo
MCA 19.37.33.9	33	Lítico	Cabeza de mazo
MCA 19.37.33.10	33	Lítico	Cabeza de mazo
MCA 19.37.33.11	33	Lítico	Cabeza de mazo
MCA 19.37.33.12	33	Lítico	Cabeza de mazo
MCA 19.37.33.13	33	Lítico	Cabeza de mazo
MCA 19.37.33.14	33	Lítico	Cabeza de mazo
MCA 19.37.33.15	33	Lítico	Cabeza de mazo
MCA 19.37.33.16	33	Lítico	Cabeza de mazo
MCA 19.37.33.17	33	Lítico	Cabeza de mazo
MCA 19.37.33.18	33	Lítico	Cabeza de mazo
MCA 19.37.33.19	33	Lítico	Cabeza de mazo
MCA 19.37.33.20	33	Lítico	Cabeza de mazo
MCA 19.37.33.21	33	Lítico	Cabeza de mazo
MCA 19.37.33.22	33	Lítico	Cabeza de mazo
MCA 19.37.33.23	33	Lítico	Cabeza de mazo
MCA 37.S/C.24	S/C	Lítico	Cabeza de mazo
MCA 37.S/C.25	S/C	Lítico	Cabeza de mazo

ESTUDIO Y CATALOGACIÓN DE MATERIA LÍTICO EN LA MINA ARRITZAGA 37

Se han recuperado un total de 30 cabezas de mazo o picos mineros, todos ellos de sobre soporte de canto rodado de caliza, siendo la mayoría de ellas redondeadas aunque también se han identificado piezas más alargadas.



Piezas redondeadas



Piezas alargadas

Se han podido establecer tres características concretas en las piezas:

-Rotura en sección

17 de las piezas estudiadas presentan rotura en sección completa o parcial en alguno de sus extremos, debido a que resultaban ser piezas frágiles, de fácil rotura al percutir contra el mineral o roca de la galería.

ESTUDIO Y CATALOGACIÓN DE MATERIA LÍTICO EN LA MINA ARRITZAGA 37



Rotura en sección completa

-Lascas de rotura.

18 de estos mazos presenta impronta de lascas extraídas por percusión o por labores de golpeteo en uno o más extremos. Cuando se golpea una superficie con el mazo salta o se desprenden una esquirla del percutor, dejando las marcas o negativos de estos fragmentos en las piezas.



Marcas de percusión o golpeo

-Entalladura o acanaladura para mango.

Algunas piezas presentan una entalladura para fijar el mango en la maza y así poder realizar la labor de percusión o golpeo con mayor facilidad y eficacia. Según Guisado di Monti y Bernárdez Gómez Las mazas líticas con acanaladuras suelen aparecer

ESTUDIO Y CATALOGACIÓN DE MATERIA LÍTICO EN LA MINA ARRITZAGA 37

asociadas a antiguas labores mineras peninsulares junto con ejemplares apenas esbozados o incluso sin ningún tipo de elaboración¹.



Entalladura para mango

¹Bernárdez Gómez, María José, Guisado di Monti, Juan Carlos, Coord. (2004), Fondos arqueológicos del Museo Histórico Minero D. Felipe De Borbón Y Grecia Museo Histórico-Minero Don Felipe De Borbón Y Grecia. Escuela Técnica Superior de Ingenieros De Minas Madrid, Madrid, pp.52

CATÁLOGO

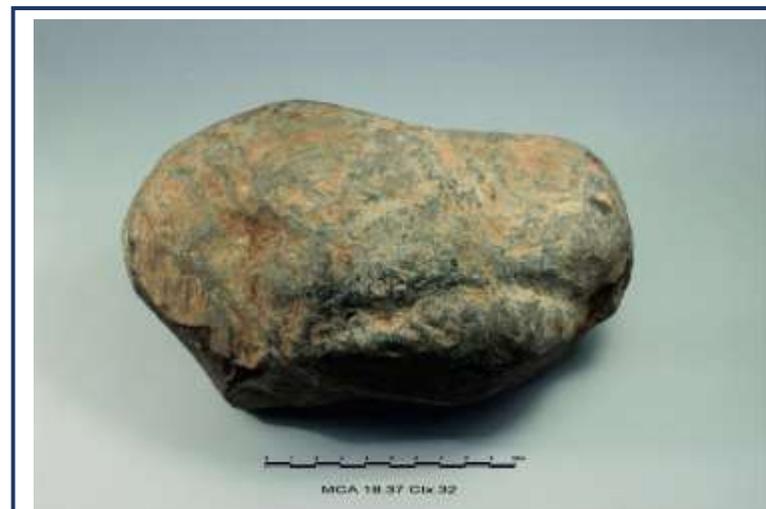
Nº INVENTARIO: MCA 18.37.29.21	Material /Soporte: Canto rodado caliza
Yacimiento: Arritzaga	Objeto: Cabeza mazo
Municipio: Amezketta	
Año: 2018	
Sigla: MCA 18.37	
Contexto: 29	
DIMENSIONES	
Longitud: 13 cm	
Anchura : 11 cm	
Grosor: 6 cm	
DESCRIPCIÓN	
Cabeza de mazo redondeado, presenta rotura en sección completa en un extremo y el otro lo tiene más o menos plano. Posible entalladura para fijar el mango.	



<p>Nº INVENTARIO: MCA 18.37.32.22</p> <p>Yacimiento: Arritzaga</p> <p>Municipio: Amezketta</p> <p>Año: 2018</p> <p>Sigla: MCA 18.37</p> <p>Contexto: 32</p>	<p>Material /Soporte: Canto rodado caliza</p> <p>Objeto: Cabeza mazo</p>
<p>DIMENSIONES</p> <p>Longitud: 23 cm</p> <p>Anchura : 14 cm</p> <p>Grosor: 12 cm</p>	
<p>DESCRIPCIÓN</p> <p>Cabeza de mazo semirectangular, presenta impronta de lascas extraídas por percusión o por labores de golpeteo en uno de sus extremos y, el otro extremo lo tiene plano. Probable entalladura para fijar el mango</p>	



<p>Nº INVENTARIO: MCA 18.37.32.23</p> <p>Yacimiento: Arritzaga</p> <p>Municipio: Amezketta</p> <p>Año: 2018</p> <p>Sigla: MCA 18.37</p> <p>Contexto: 32</p>	<p>Material /Soporte: Canto rodado caliza</p> <p>Objeto: Cabeza mazo</p>
<p>DIMENSIONES</p> <p>Longitud: 23 cm</p> <p>Anchura : 14 cm</p> <p>Grosor: 12 cm</p>	
<p>DESCRIPCIÓN</p> <p>Cabeza de mazo semirectangular, presenta impronta de lascas extraídas por percusión o por labores de golpeteo en uno de sus extremos y, el otro extremo lo tiene plano.</p>	



<p>Nº INVENTARIO: MCA 18.37.32.24</p> <p>Yacimiento: Arritzaga</p> <p>Municipio: Amezketta</p> <p>Año: 2018</p> <p>Sigla: MCA 18.37</p> <p>Contexto: 29</p>	<p>Material /Soporte: Canto rodado caliza</p> <p>Objeto: Cabeza mazo</p>
<p>DIMENSIONES</p> <p>Longitud: 23 cm</p> <p>Anchura : 10 cm</p> <p>Grosor: 13 cm</p>	
<p>DESCRIPCIÓN</p> <p>Cabeza de mazo semirectangular con rotura en sección completa y presenta impronta de lascas extraídas por percusión o por labores de golpeteo en un extremo.</p>	



Nº INVENTARIO: MCA 18.37.32.25	Material /Soporte: Canto rodado caliza
Yacimiento: Arritzaga	Objeto: Cabeza mazo
Municipio: Amezketta	
Año: 2018	
Sigla: MCA 18.37	
Contexto: 29	
DIMENSIONES	
Longitud: 23 cm	
Anchura : 10 cm	
Grosor: 11 cm	
Cabeza de mazo semirectangular con rotura en sección completa, presenta impronta de lascas extraídas por percusión o por labores de golpeteo en sus dos extremos.	



Nº INVENTARIO: MCA 19.37.33.1	Material /Soporte: Canto rodado caliza
Yacimiento: Arritzaga	Objeto: Cabeza mazo
Municipio: Amezketta	
Año: 2019	
Sigla: MCA 19.37	
Contexto: 33	
DIMENSIONES	
Longitud: 16 cm	
Anchura : 17 cm	
Grosor: 7 cm	
DESCRIPCIÓN	
Cabeza de mazo semirectangular, presenta un extremo en punta y el otro seccionado.	



Nº INVENTARIO: MCA 19.37.33.2	Material /Soporte: Canto rodado caliza
Yacimiento: Arritzaga	Objeto: Cabeza mazo
Municipio: Amezketta	
Año: 2019	
Sigla: MCA 19.37	
Contexto: 33	
DIMENSIONES	
Longitud: 14 cm	
Anchura : 1.1.5 cm	
Grosor: 5 cm	
DESCRIPCIÓN	
Cabeza de mazo redondeada con rotura en sección completa, presenta un extremo más o menos plano.	



<p>Nº INVENTARIO: MCA 19.37.33.3</p> <p>Yacimiento: Arritzaga</p> <p>Municipio: Amezketta</p> <p>Año: 2019</p> <p>Sigla: MCA 19.37</p> <p>Contexto: 33</p>	<p>Material /Soporte: Canto rodado caliza</p> <p>Objeto: Cabeza mazo</p>
<p>DIMENSIONES</p> <p>Longitud: 17 cm</p> <p>Anchura : 7 cm</p> <p>Grosor: 4,5 cm</p>	
<p>DESCRIPCIÓN</p> <p>Cabeza de mazo redondeada, presenta impronta de lascas extraídas por percusión o por labores de golpeteo en uno de sus extremos. Probable entalladura para fijar el mango.</p>	



Nº INVENTARIO: MCA 19.37.33.4	Material /Soporte: Canto rodado caliza
Yacimiento: Arritzaga	Objeto: Cabeza mazo
Municipio: Amezketta	
Año: 2019	
Sigla: MCA 19.37	
Contexto: 33	
DIMENSIONES	
Longitud: 10 cm	
Anchura : 8 cm	
Grosor: 8 cm	
DESCRIPCIÓN	
Cabeza de mazo presenta dos lados seccionados.	



Nº INVENTARIO: MCA 19.37.33.5	Material /Soporte: Canto rodado caliza
Yacimiento: Arritzaga	Objeto: Cabeza mazo
Municipio: Amezketta	
Año: 2019	
Sigla: MCA 19.37	
Contexto: 33	
DIMENSIONES	
Longitud: 14 cm	
Anchura : 11 cm	
Grosor: 5 cm	
DESCRIPCIÓN	
Cabeza de mazo con rotura en sección completa.	



<p>Nº INVENTARIO: MCA 19.37.33.6</p> <p>Yacimiento: Arritzaga</p> <p>Municipio: Amezketta</p> <p>Año: 2019</p> <p>Sigla: MCA 19.37</p> <p>Contexto: 33</p>	<p>Material /Soporte: Canto rodado caliza</p> <p>Objeto: Cabeza mazo</p>
<p>DIMENSIONES</p> <p>Longitud: 12 cm</p> <p>Anchura : 9 cm</p> <p>Grosor: 7 cm</p>	
<p>DESCRIPCIÓN</p> <p>Cabeza de mazo redondeada con rotura en sección completa, se intuye impronta de lascas extraídas por percusión o por labores de golpeteo no muy definida en uno de sus extremos.</p>	



Nº INVENTARIO: MCA 19.37.33.7	Material /Soporte: Canto rodado caliza
Yacimiento: Arritzaga	Objeto: Cabeza mazo
Municipio: Amezketta	
Año: 2019	
Sigla: MCA 19.37	
Contexto: 33	
DIMENSIONES	
Longitud: 13 cm	
Anchura : 8 cm	
Grosor: 9.5 cm	
DESCRIPCIÓN	
Cabeza de mazo redondeada con rotura en sección completa.	



<p>Nº INVENTARIO: MCA 19.37.33.8</p> <p>Yacimiento: Arritzaga</p> <p>Municipio: Amezketta</p> <p>Año: 2019</p> <p>Sigla: MCA 19.37</p> <p>Contexto: 33</p>	<p>Material /Soporte: Canto rodado caliza</p> <p>Objeto: Cabeza mazo</p>
<p>DIMENSIONES</p> <p>Longitud: 20 cm</p> <p>Anchura :9 11 cm</p> <p>Grosor: 10.5 cm</p>	
<p>DESCRIPCIÓN</p> <p>Cabeza de mazo redondeada con rotura en sección completa, presenta un fósil de caracola y en un extremo impronta de lascas extraídas por percusión o por labores de golpeteo.</p>	



<p>Nº INVENTARIO: MCA 19.37.33.9</p> <p>Yacimiento: Arritzaga</p> <p>Municipio: Amezketta</p> <p>Año: 2019</p> <p>Sigla: MCA 19.37</p> <p>Contexto: 33</p>	<p>Material /Soporte: Canto rodado caliza</p> <p>Objeto: Cabeza mazo</p>
<p>DIMENSIONES</p> <p>Longitud: 20 cm</p> <p>Anchura : 18 cm</p> <p>Grosor: 10 cm</p>	
<p>DESCRIPCIÓN</p> <p>Cabeza de mazo presenta en un extremo impronta de lascas extraídas por percusión o por labores de golpeteo.</p>	



Nº INVENTARIO: MCA 19.37.33.10	Material /Soporte: Canto rodado caliza
Yacimiento: Arritzaga	Objeto: Cabeza mazo
Municipio: Amezketta	
Año: 2019	
Sigla: MCA 19.37	
Contexto: 33	
DIMENSIONES	
Longitud: 26 cm	
Anchura : 16 cm	
Grosor: 12 cm	
DESCRIPCIÓN	
Probable cabeza de mazo, con una pequeña rotura en un extremo.	



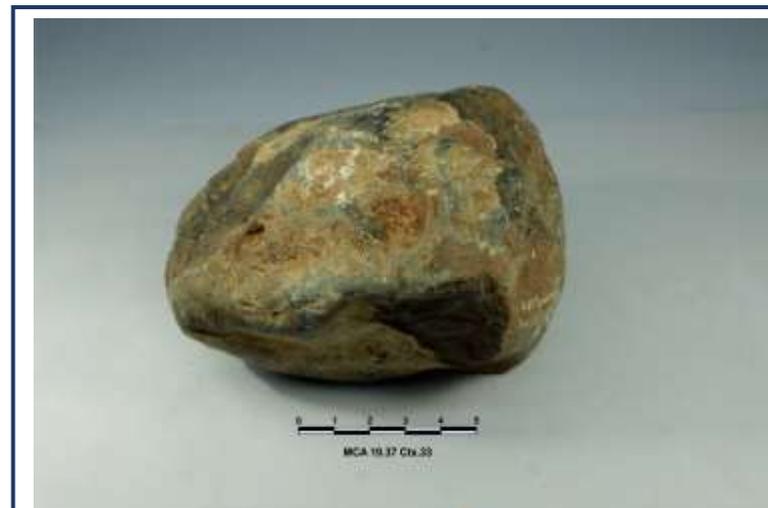
Nº INVENTARIO: MCA 19.37.33.11	Material /Soporte: Canto rodado caliza
Yacimiento: Arritzaga	Objeto: Cabeza mazo
Municipio: Amezketta	
Año: 2019	
Sigla: MCA 19.37	
Contexto: 33	
DIMENSIONES	
Longitud: 16 cm	
Anchura : 14 cm	
Grosor: 10 cm	
DESCRIPCIÓN	
Cabeza de mazo redondeada. Se intuye entalladura para fijar el mango.	



Nº INVENTARIO: MCA 19.37.33.12	Material /Soporte: Canto rodado caliza
Yacimiento: Arritzaga	Objeto: Cabeza mazo
Municipio: Amezketta	
Año: 2019	
Sigla: MCA 19.37	
Contexto: 33	
DIMENSIONES	
Longitud: 13 cm	
Anchura : 11 cm	
Grosor: 4.5 cm	
DESCRIPCIÓN	
Cabeza de mazo redondeada con rotura en sección completa, al igual que en un extremo y en el otro presenta muescas de rotura por percusión o por labores de golpeteo.	



<p>Nº INVENTARIO: MCA 19.37.33.13</p> <p>Yacimiento: Arritzaga</p> <p>Municipio: Amezketta</p> <p>Año: 2019</p> <p>Sigla: MCA 19.37</p> <p>Contexto: 33</p>	<p>Material /Soporte: Canto rodado caliza</p> <p>Objeto: Cabeza mazo</p>
<p>DIMENSIONES</p> <p>Longitud: 12 cm</p> <p>Anchura : 11 cm</p> <p>Grosor: 8 cm</p>	
<p>DESCRIPCIÓN</p> <p>Cabeza de mazo, con rotura en sección completa, presenta en un extremo ligeras impronta de lascas extraídas por percusión o por labores de golpeteo.</p>	



Nº INVENTARIO: MCA 19.37.33.14	Material /Soporte: Canto rodado caliza
Yacimiento: Arritzaga	Objeto: Cabeza mazo
Municipio: Amezketta	
Año: 2019	
Sigla: MCA 19.37	
Contexto: 33	
DIMENSIONES	
Longitud: 11 cm	
Anchura : 8 cm	
Grosor: 8.5 cm	
DESCRIPCIÓN	
Cabeza de mazo, seccionada por un extremo.	



Nº INVENTARIO: MCA 19.37.33.15	Material /Soporte: Canto rodado caliza
Yacimiento: Arritzaga	Objeto: Cabeza mazo
Municipio: Amezketta	
Año: 2019	
Sigla: MCA 19.37	
Contexto: 33	
DIMENSIONES	
Longitud: 10 cm	
Anchura : 9 cm	
Grosor: 5 cm	
DESCRIPCIÓN	
Cabeza de mazo, con rotura en sección completa y en uno de sus extremos	



Nº INVENTARIO: MCA 19.37.33.16	Material /Soporte: Canto rodado caliza
Yacimiento: Arritzaga	Objeto: Cabeza mazo
Municipio: Amezketta	
Año: 2019	
Sigla: MCA 19.37	
Contexto: 33	
DIMENSIONES	
Longitud: 14 cm	
Anchura : 10 cm	
Grosor: 8 cm	
DESCRIPCIÓN	
Cabeza de mazo redondeada, presenta en extremo impronta de lascas extraídas por percusión o por labores de golpeteo.	



Nº INVENTARIO: MCA 19.37.33.17	Material /Soporte: Canto rodado caliza
Yacimiento: Arritzaga	Objeto: Cabeza mazo
Municipio: Amezketta	
Año: 2019	
Sigla: MCA 19.37	
Contexto: 33	
DIMENSIONES	
Longitud: 18 cm	
Anchura : 1.5 cm	
Grosor: 5 cm	
DESCRIPCIÓN	
Cabeza de mazo, con rotura en sección completa, presenta un extremo más o menos plano.	



Nº INVENTARIO: MCA 19.37.33.18	Material /Soporte: Canto rodado caliza
Yacimiento: Arritzaga	Objeto: Cabeza mazo
Municipio: Amezketta	
Año: 2019	
Sigla: MCA 19.37	
Contexto: 33	
DIMENSIONES	
Longitud: 26cm	
Anchura : 14 cm	
Grosor: 13 cm	
DESCRIPCIÓN	
Cabeza de mazo con rotura en sección completa presenta en otro extremo impronta de lascas extraídas por percusión o por labores de golpeteo.	



Nº INVENTARIO: MCA 19.37.33.19	Material /Soporte: Canto rodado caliza
Yacimiento: Arritzaga	Objeto: Cabeza mazo
Municipio: Amezketta	
Año: 2019	
Sigla: MCA 19.37	
Contexto:	
DIMENSIONES	
Longitud: 19 cm	
Anchura : 13 cm	
Grosor: 12 cm	
DESCRIPCIÓN	
Cabeza de mazo redondeada con una rotura longitudinal en un en una de las caras.	



Nº INVENTARIO: MCA 19.37.33.20	Material /Soporte: Canto rodado caliza
Yacimiento: Arritzaga	Objeto: Cabeza mazo
Municipio: Amezketta	
Año: 2019	
Sigla: MCA 19.37	
Contexto: 33	
DIMENSIONES	
Longitud: 23 cm	
Anchura : 17 cm	
Grosor: 14.5 cm	
DESCRIPCIÓN	
Cabeza de mazo, presenta en dos extremos ligeras impronta de lascas extraídas por percusión o por labores de golpeo.	



Nº INVENTARIO: MCA 19.37.33.21	Material /Soporte: Canto rodado caliza
Yacimiento: Arritzaga	Objeto: Cabeza mazo
Municipio: Amezketta	
Año: 2019	
Sigla: MCA 19.37	
Contexto: 33	
DIMENSIONES	
Longitud: 20 cm	
Anchura : 15 cm	
Grosor: 14 cm	
DESCRIPCIÓN	
Cabeza de mazo, presenta en un extremo impronta de lascas extraídas por percusión o por labores de golpeteo.	



Nº INVENTARIO: MCA 19.37.33.22	Material /Soporte: Canto rodado caliza
Yacimiento: Arritzaga	Objeto: Cabeza mazo
Municipio: Amezketta	
Año: 2019	
Sigla: MCA 19.37	
Contexto: 33	
DIMENSIONES	
Longitud: 20 cm	
Anchura : 15 cm	
Grosor: 8 cm	
DESCRIPCIÓN	
Cabeza de mazo, con rotura en sección completa, presenta en ambos extremos impronta de lascas extraídas por percusión o por labores de golpeteo. Entalladura para fijar el mango.	



Nº INVENTARIO: MCA 19.37.33.23	Material /Soporte: Canto rodado caliza
Yacimiento: Arritzaga	Objeto: Cabeza mazo
Municipio: Amezketta	
Año: 2019	
Sigla: MCA 19.37	
Contexto: 33	
DIMENSIONES	
Longitud: 20 cm	
Anchura : 15 cm	
Grosor: 11 cm	
DESCRIPCIÓN	
Cabeza de mazo, presenta en dos extremos impronta de lascas extraídas por percusión o por labores de golpeteo, además de rotura longitudinal en un en una de las caras	



Nº INVENTARIO: MCA 37.S/C.24	Material /Soporte: Canto rodado caliza
Yacimiento: Arritzaga	Objeto: Cabeza mazo
Municipio: Amezketta	
Año: 2020	
Sigla: MCA 37	
Contexto: Escombrera	
DIMENSIONES	
Longitud: 25 cm	
Anchura : 10 cm	
Grosor: 10 cm	
DESCRIPCIÓN	
Cabeza de mazo, con rotura en sección completa, presenta en un extremo ligera impronta de lascas extraídas por percusión o por labores de golpeteo.	



Nº INVENTARIO: MCA 37.S/C.25	Material /Soporte: Canto rodado caliza
Yacimiento: Arritzaga	Objeto: Cabeza mazo
Municipio: Amezketta	
Año: 2020	
Sigla: MCA 37	
Contexto: S/C	
DIMENSIONES	
Longitud: 20 cm	
Anchura : 16 cm	
Grosor: 10 cm	
DESCRIPCIÓN	
Cabeza de mazo, presenta en un extremo impronta de lascas extraídas por percusión o por labores de golpeteo.	

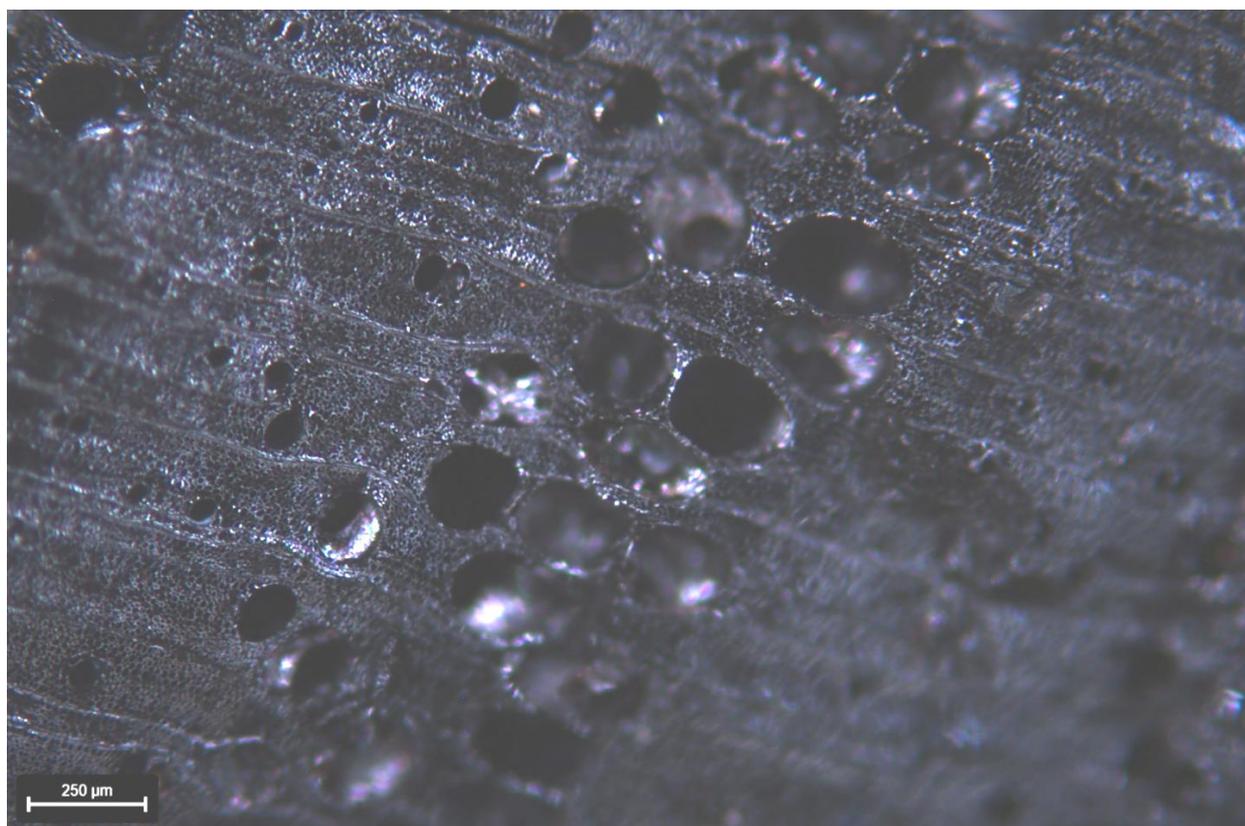




RESTOS VEEGETALES. ANTRACOLOGÍA

MONICA RUIZ ALONSO

ANÁLISIS ANTRACOLÓGICO SOBRE LAS MUESTRAS TOMADAS EN LA EXCAVACIÓN ARQUEOLÓGICA DE ARRITZAGA 37, (ARALAR, GIPUZKOA). RESULTADOS, MATERIAL Y MÉTODO.



Mónica RUIZ-ALONSO

C/ ALBASANZ 26-28
28037 MADRID. ESPAÑA
TEL.: 916 022 300
FAX: 916 022 971
<http://www.cchs.csic.es>

INFORME

ANÁLISIS ANTRACOLÓGICO SOBRE LAS MUESTRAS TOMADAS EN LA EXCAVACIÓN ARQUEOLÓGICA DE ARRITZAGA 37, (ARALAR, GIPUZKOA). RESULTADOS, MATERIAL Y MÉTODO.

Mónica RUIZ ALONSO

Grupo de investigación Arqueología Medioambiental. Instituto de Historia Centro de Ciencias Humanas y Sociales (CCHS). Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC). Albasanz, 26-28 28037, Madrid. E-mail: monica.ruiz@cchs.csic.es

Informe para uso interno. Por favor, solicitar otra versión si se desea publicar

1.INTRODUCCIÓN

Este estudio sobre maderas arqueológicas contempla los resultados procedentes de un interesante yacimiento. Aritzaga 37, que se enmarca dentro de un proyecto desarrollado en Gipuzkoa desde los años 80 del siglo XX. Así, en Aralar se planteó un trabajo de prospección encaminado a la búsqueda de testimonios sobre minería, dando resultados de gran valor arqueológico y patrimonial. Aquí se enmarcaría el proyecto de Aritzaga 37, objeto de 3 campañas de excavaciones arqueológicas y el estudio de las maderas recuperadas en él, ayudando en la interpretación de la minería protohistórica de Aralar en general y de las explotaciones de mineral de cobre en particular (UGALDE; AMONDARAIN, 2018).

Observándose, en la pequeña explanada al pie de un afloramiento de caliza, restos de mineral de cobre en pequeñas proporciones, lo que indica la presencia de un filón más amplio, incrustado entre estratos de caliza, en el año 2008 se realizó una cata de prospección que ofreció abundante cerámica y un pequeño lingote de cobre. Esto hizo pensar que podía tratarse de un taller de tratamiento de mineral de cobre, cuya cronología correspondería a los períodos protohistóricos (Edad del Bronce). Así, en

2016 se planteó un programa de excavación arqueológica en este lugar (UGALDE; AMONDARAIN, 2018).

En el transcurso de las tres campañas de excavación, se planteó el estudio de los macrorrestos vegetales que se recuperaron en la mina. Así, el análisis de las maderas carbonizadas contempla diferentes contextos. Con la interpretación de estas maderas arqueológicas de Arritzaga 37 se pretende definir y cuantificar los restos de madera conservados. A partir de estos, valorar la explotación de los recursos forestales circundantes, analizar la variedad y frecuencia de los macrorrestos vegetales. Por último intentaremos aportar datos que ayuden a valorar la formación y función de las unidades intervenidas.

1.1. Vegetación de la zona de estudio

Según la clasificación biogeográfica de Loidi *et alii.* (2009) el yacimiento se sitúa en la Región Eurosiberiana, Subregión Atlántico-Centroeuropa, Provincia Atlántica Europea, Subprovincia Cantabroatlántica, Sector Cántabro-Vascónico, Distrito Vascónico Oriental.

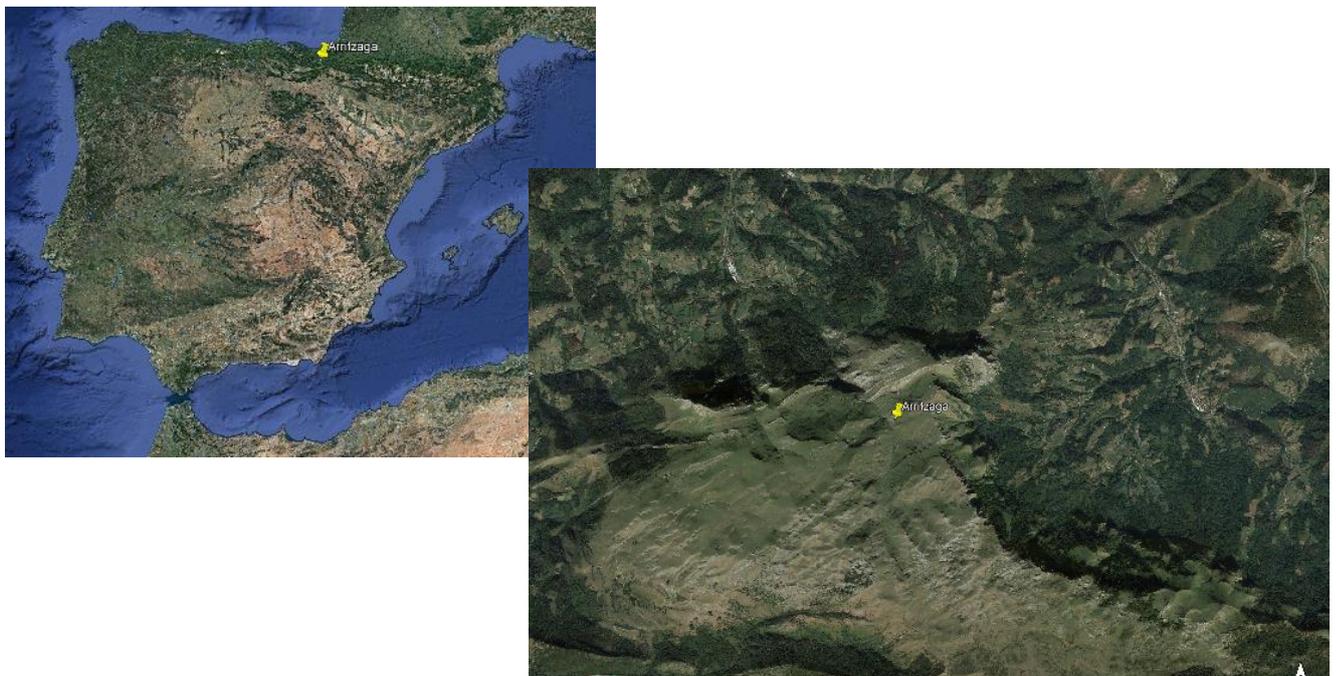


Figura 1. Localización Arritzaga 37.

La vegetación que observamos en la actualidad en el entorno de Arritzaga 37 es muy diferente a la que encontraríamos potencialmente en la época estudiada. La explotación y gestión de los recursos forestales desde la antigüedad ha hecho que esta imagen haya cambiado totalmente el entorno. Así, en la actualidad se observa como la zona está dominada por formaciones de herbazales, con un paisaje cercano de mezcla de diferentes situaciones vegetales, como manchas de matorrales o bosques, con algunas plantaciones forestales o cultivos agrícolas (Figura 2). Algo muy diferentes observaríamos en el pasado. En el mapa de vegetación potencial observamos que en el entorno cercano del yacimiento se localizan diferentes formaciones. El yacimiento se encuentra enmarcado dentro de un entorno de robledal eutrofo subatlántico, con manchas de complejo de comunidades ligadas a las rocas calcáreas. Además al norte se observan formaciones de hayedo acidófilo y robledal acidófilo y robledal bosque mixto atlántico. Junto a estos en los entorno de los ríos la vegetación estaría formada por una aliseda cantábrica (Figura 3).

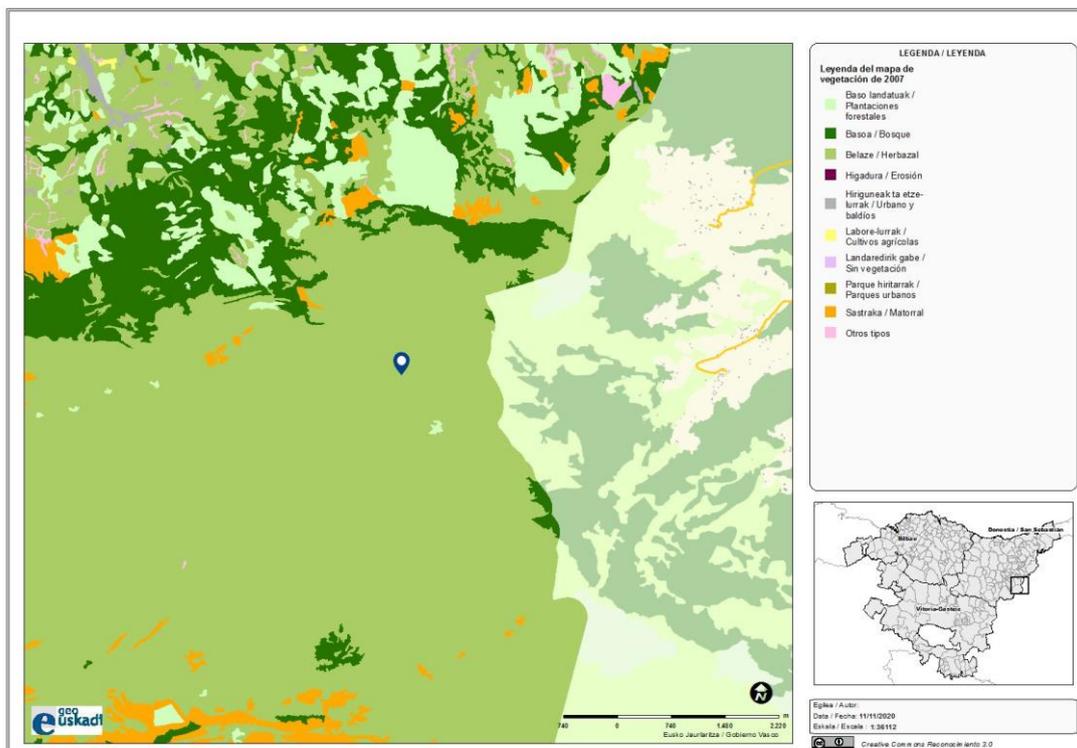


Figura 2. Mapa de Vegetación Actual. Visor Goeuskadi (<https://www.geo.euskadi.eus>).

algunos yacimientos que no son muy ricos en macrorrestos vegetales, solo con un procesado a gran escala permite recuperarlos. En numerosas ocasiones los macrorrestos vegetales son poco evidentes entre el sedimento de los yacimientos arqueológicos, debido a su tamaño, color oscuro, etc. Esto provoca que sin métodos de recuperación específicos, la mayor parte de ellos se pierda. Cuando no se utilizan sistemas adecuados, se recogen únicamente los materiales de mayor tamaño como pueden ser concentraciones de carbones en hogares o manchas cenicientas, ramas de gran tamaño, etc, mientras que los restos pequeños o dispersos, mucho más frecuentes en los yacimientos arqueológicos y que nos ofrecen informaciones diferentes, pasan desapercibidos.

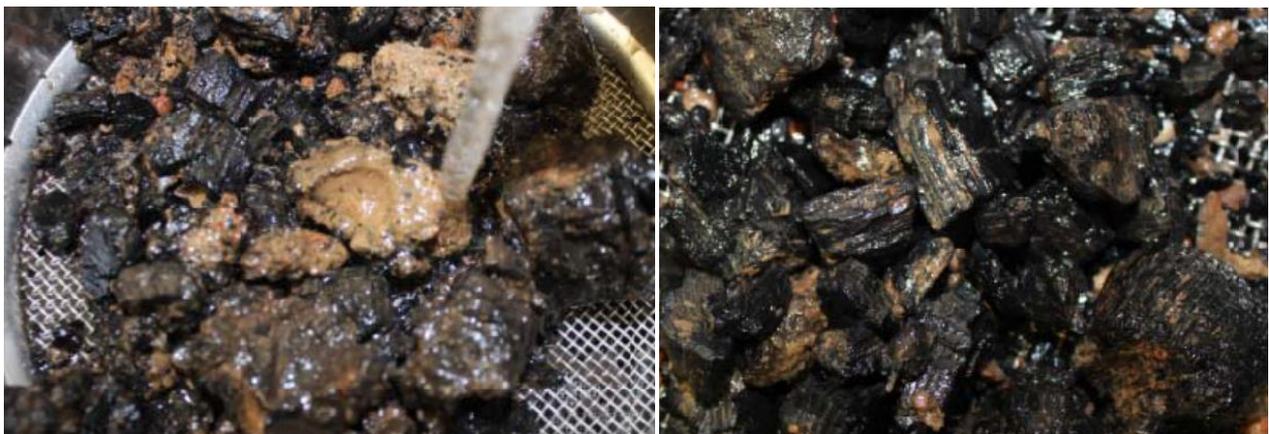


Figura 4. Muestreo Antracológico.

En la intervención proyectada en Arritzaga 37 se ha utilizado la técnica del cribado en torre de tamices para su individualización. Así, se han utilizado cribas de 2, 1, 0,5 y 0,25 mm (MCA 13.37.32.17 y MCA 13.37.32.18). Esto permite que los materiales se recuperen separados por fracciones, por lo cual su separación y triado es más fácil. Junto a estas se han recuperado muestras *in situ*, durante el transcurso de la excavación. Muestras guardadas de forma individualizada para preservar la integridad de las mismas e intentar obtener la mayor información posible.

Nº ANTRACO	SIGLA	CONTEXTO	MATERIAL	OBJETO	PESO
1	MCA.18.37.28.2	28	CARBÓN	MUESTRA	0.59 gr
2	MCA.18.37.27.3	27	CARBÓN	MUESTRA	6.98 gr
3	MCA.18.37.29.4	29	CARBÓN	MUESTRA	1.51 gr
4	MCA.18.37.30.6	30	CARBÓN	MUESTRA	13.38 gr
5	MCA.18.37.31.7	31	CARBÓN	MUESTRA	6.18 gr
6	MCA.18.37.31.8	31	CARBÓN	MUESTRA	10.33 gr
7	MCA.18.37.32.9	32	CARBÓN	MUESTRA	22.03 gr
8	MCA.18.37.32.10	32	CARBÓN	MUESTRA	41.04 gr
9	MCA.18.37.32.17	32	CARBÓN	TORRE TAMICES 2.00(FRACCION 0)	29.81 gr
10	MCA.18.37.32.18	32	CARBÓN	TORRE TAMICES 1.00(FRACCION 1)	16.95 gr

Tabla 1. Muestra de maderas carbonizadas estudiadas en Arritzaga 37 (2020).

2.2. Identificación

El análisis de los macrorrestos vegetales procedentes de Arritzaga 37 se ha realizado en los Laboratorios de Arqueobotánica, dentro del Grupo de Arqueología Medioambiental, del Instituto de Historia en el Centro de Ciencias Humanas y Sociales del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (Figura 5).



Figura 5. G.I. Arqueología Medioambiental, Centro de Ciencias Humanas y Sociales del Consejo Superior de Investigaciones Científicas.

Los restos antracológicos se han examinado en un microscopio de luz incidente Leica DM 4000M (50x/100x/200x/500x) (Figura 6) en sus tres secciones anatómicas (transversal, longitudinal radial y longitudinal tangencial-Figura 7). La fotografía de la anatomía de las maderas estudiadas se ha realizado con una cámara Leica DMC5400, acoplada al microscopio Leica, y un software Leica LAS X (Figura 4). Así, la identificación se ha realizado mediante la comparación de las características anatómicas del material arqueológico con la colección de referencia de maderas modernas del laboratorio de Arqueobotánica, así como consultando los atlas de anatomía de la madera de Schweingruber (1990), Hather (2000) y Vernet *et alii.* (2001).

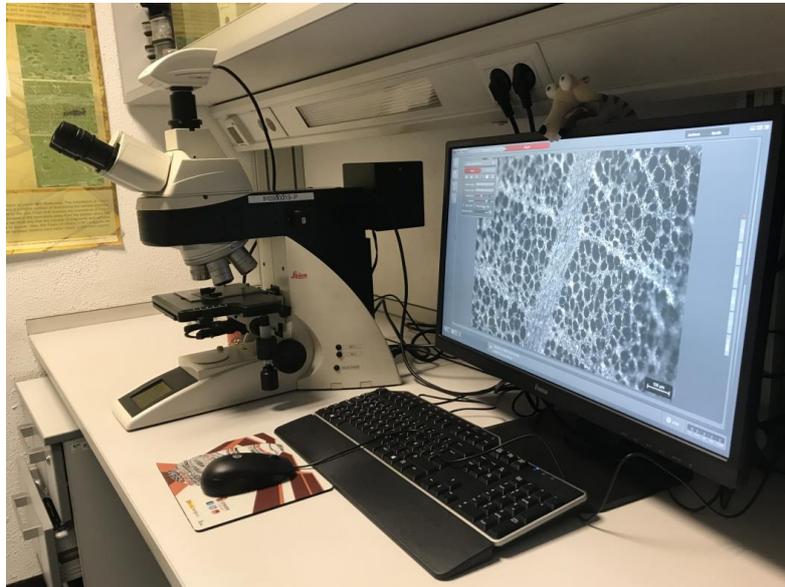


Figura 6. Microscopio de luz incidente Leica DM 4000M.

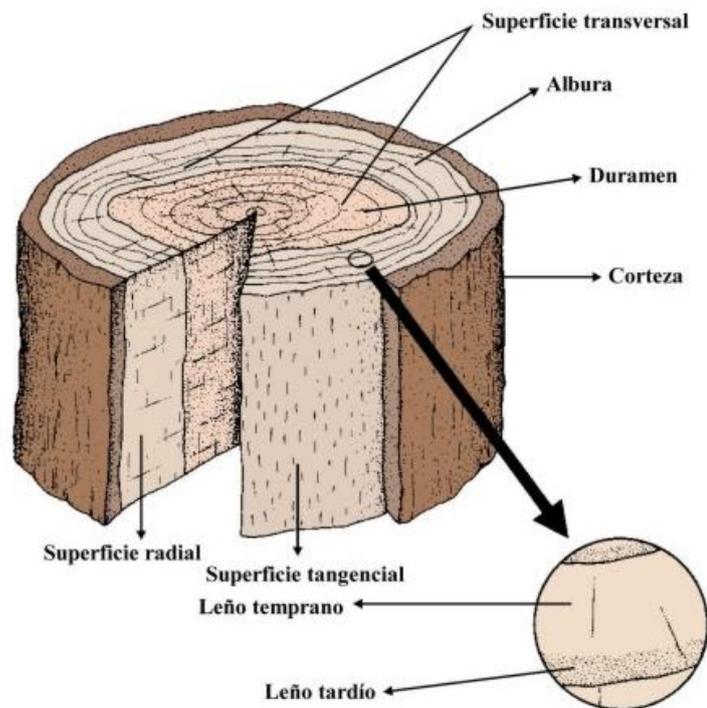


Figura 7. Partes de la estructura anatómica en un ronco de madera, en el que se reflejan la secciones estudiadas para la identificación taxonómica.

3.RESULTADOS

3.1. Modo de conservación

Los restos de madera recuperados para este trabajo, en la excavación arqueológica de Arritzaga 37, se han preservado exclusivamente por carbonización. La carbonización es un fenómeno que se produce en diferentes fases (CHABAL *et al.*, 1999: 52). La mayor parte de las plantas, u objetos realizados con ellas, una vez ha terminado su ciclo vital, mueren y desaparecen. Habitualmente sus componentes son rápidamente reutilizados por diferentes organismos y no quedan restos visibles, deben producirse unas condiciones más o menos excepcionales para su conservación. La primera es el momento en que la madera, que se encuentra entre los 0° y los 170° aproximadamente, sufre un proceso de deshidratación liberando dióxido de carbono y agua. La segunda fase denominada como de torrefacción, entre 170° y 270°. A partir de esta temperatura, y hasta los 500°, se produce el fenómeno de la pirólisis, que supone la descomposición de la celulosa y lignina de la madera. Si dado este punto la temperatura continua ascendiendo, hasta los 700° se produce la última fase denominada de comburación, que lleva a la madera a su destrucción y transformación en cenizas (CHABAL *et al.*, 1999). Cuando los restos vegetales, alcanzada la temperatura de 500° y no tienen oxígeno suficiente para quemarse por completo y producen restos que se pueden localizar e identificar. Los carbones son, por tanto, el producto de una combustión incompleta, ya que si ésta se hubiese completado, el resultado final sería cenizas. En lugar de esto, los componentes orgánicos de la planta se convierten en material rico en carbón y resistente a la descomposición, que no se ve afectado por los agentes externos. Esto implica que los carbones localizados en yacimientos arqueológicos son consecuencia de la interrupción, intencionada o accidental, del proceso de combustión. Las causas de esto pueden ser diversas: acumulación de residuos de combustión o acciones mecánicas de origen antrópico que pueden favorecer una mayor formación de brasas (PIQUÉ, 1999).

3.2. Material antracológico

En las muestras estudiadas en 2020 se ha trabajado sobre un total de 10 muestras de fragmentos de madera, pertenecientes a 6 contextos diferentes, aunque relacionadas con una misma cronología y localización, como se ha comentado anteriormente.

Una vez analizadas las tipologías de recogida y procesado, y teniendo en cuenta la cantidad de fragmentos y su identificación, se ha tomado la determinación de estudiar un total de 100 fragmentos de madera carbonizada >2mm por muestra. Los fragmentos inferiores pierden características anatómicas diagnósticas y reducirían el número de fragmentos identificados, ampliando el esfuerzo de trabajo sobre los mismos, sin ampliar, pese a esto, el estudio. En el caso de las unidades que tenían un volumen menor se ha estudiado la totalidad de la muestra.

3.3. Identificación

En este trabajo sobre los fragmentos de madera carbonizada recuperados de la excavación de Arritzaga 37, se han estudiado un total de 558 fragmentos, todos ellos han resultado identificables. Se han recuperado un mínimo de 7 taxones: *Acer* sp. (arce), *Corylus avellana* (avellano), *Fagus sylvatica* (haya), *Fraxinus* sp. (fresno), *Salix* (sauce), *Taxus baccata* (tejo) y *Ulmus* sp (olmo). La madera de fresno es la más abundante, con la madera de avellano como segundo taxón en importancia, aunque de forma alejada. El resto son taxones con una presencia puntual.

Nº ANTRACO	CONTEXTO	<i>Acer</i>	<i>Corylus</i>	<i>Fagus</i>	<i>Fraxinus</i>	<i>Salix</i>	<i>Taxus</i>	<i>Ulmus</i>	TOTAL
1	28			3					3
2	27		32	6	11	1	3	2	55
3	29		17		3				20
4	30		23	11	57		5	4	100
5	31		14	1	4		6	1	26
6	31	1			16	4			21
7	32		2		28		2	1	33
8	32		1		93		5	1	100
9	32		1		99				100
10	32		1		99				100

Tabla 2. Muestras de macrorrestos vegetales-maderas carbonizadas de Arritzaga 37 (2020).

3.3.1 Características anatómicas de los taxones identificados

Para la identificación de los fragmento de madera carbonizada la Antracología se basa en la comparación de las características anatómicas del material arqueológico con los atlas de anatomía de la

madera. Este trabajo se apoya en los atlas de anatomía de Schweingruber (1978, 1990), Hather (2000), Vernet *et alii.*, (2001) y García Esteban y Guindeo Casasús (1989). Aquí se incluye una descripción anatómica de los macrorrestos botánicos localizados en el estudio de Arritzaga 37:

-*Acer* sp.: Arce

- Sección Transversal (ST): Poros de difusos a solitarios o en cadenas radiales de 2 a 4 poros. Parénquima apotraqueal.
- Sección Longitudinal Tangencial (SLT): Radios multiseriados, con una anchura de 2 a 4 células.
- Sección Radial (SR): Perforaciones simples. Espirales en los vasos. Radios homogéneos.

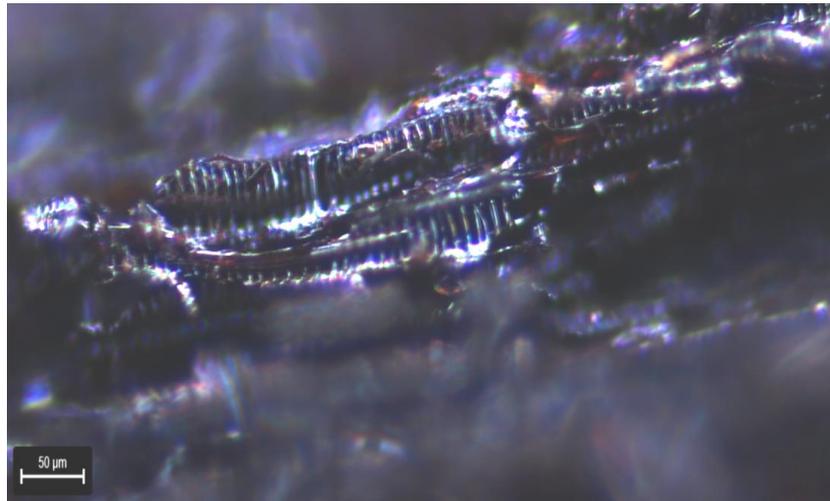


Figura 8. Sección Radial de *Acer* sp. Detalle de espirales en los vasos.

-*Corylus avellana*: Avellano

- ST: Poros de difusos a semianulares, concentración más o menos densa. Parénquima apotraqueal difusa. Radios agregados. Borde ondulado alrededor de los anillos de crecimiento.
- SLT: Radios uniseriados, también bi y triseriados cerca de los radios agregados. Altura de entre 10 y 25 células.

- SR: Perforaciones escaleriformes de entre 5 y 10 barras. Radios heterogéneos y en menor medida homogéneos. Finas espirales en los vasos.

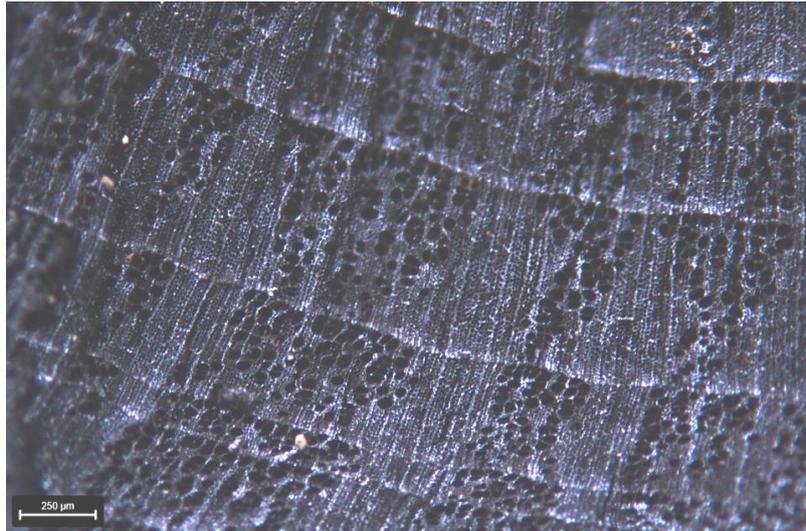


Figura 9. Sección Transversal de *Corylus avellana*.

-*Fagus sylvatica*: Haya

- ST: Poros de difusos a semianulares, numerosos poros solitarios en la madera tardía y agrupados en la temprana con inclusiones. Parénquima apotraqueal difusa en pequeñas bandas tangenciales.
- SLT: Radios de uniseriados a multiseriados, estos últimos con forma de huso.
- SR: Perforaciones simples y en ocasiones escaleriformes. Radios de homogéneos a heterogéneos.

-*Fraxinus* sp.: Fresno

- ST: Distribución anular. Vasos de primavera agrupados en bandas tangenciales, los de verano aislados o agrupados de forma radial.
- SLT: Principalmente radios bi y triseriados con una altura de 10 a 15 células.
- SR: Perforaciones simples. Radios homogéneos, raramente heterogéneos. Dos tipos de parénquima axial. Células más o menos cortas, cuadradas y las largas rectangulares.

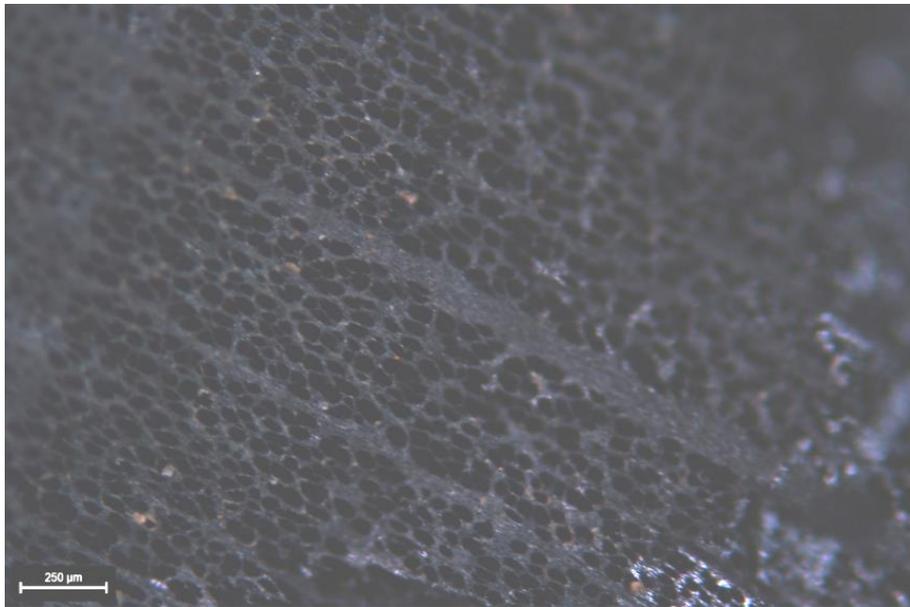


Figura 10. Sección Transversal de *Fagus sylvatica*.



Figura 11. Sección Transversal de *Fraxinus* sp.

-*Salix* sp.: Sauce

- ST: Poros de difusos a semianulares, solitarios, en grupos o en cortas filas radiales.
Parénquima apotraqueal.
- SLT: Radios uniseriados con una altura de 10 a 15 células.

- SR: Radios heterogéneos con células erectas marginales, de forma rectangular vertical. Punteaduras delgadas. Fibras libriformes presentes y fibrotraqueidas ausentes. Perforaciones simples.



Figura 12. Sección Transversal de *Salix* sp.

-*Taxus baccata*: Tejo

- ST: Transición gradual de la madera temprana a la tardía. Sin canales de resina. Ausentes de parénquima.
- SLT: Radios con una altura de 5 a 12 células, raramente de más.
- SR: Punteaduras de las traqueidas generalmente uniseriados. Radios homocelulares. En los radios las paredes transversales más o menos anchas, las tangenciales delgadas. Las punteaduras de los radios son cupresoides. Espirales en las traqueidas longitudinales.

-*Ulmus* sp.: Olmo

- ST: Distribución anular con grupos de 2 a 4 poros más o menos en bandas tangenciales. Grupos de fibras gruesas libriformes en la madera temprana. Abundante parénquima paratraqueal en la madera temprana y bandas tangenciales en la madera tardía.
- SLT: Radios multiseriados frecuentemente de 1 a 3 o 6 células de anchura. De 30 a 60 células.
- SR: Perforaciones simples. Radios de homogéneos a heterogéneos. Espirales en los vasos

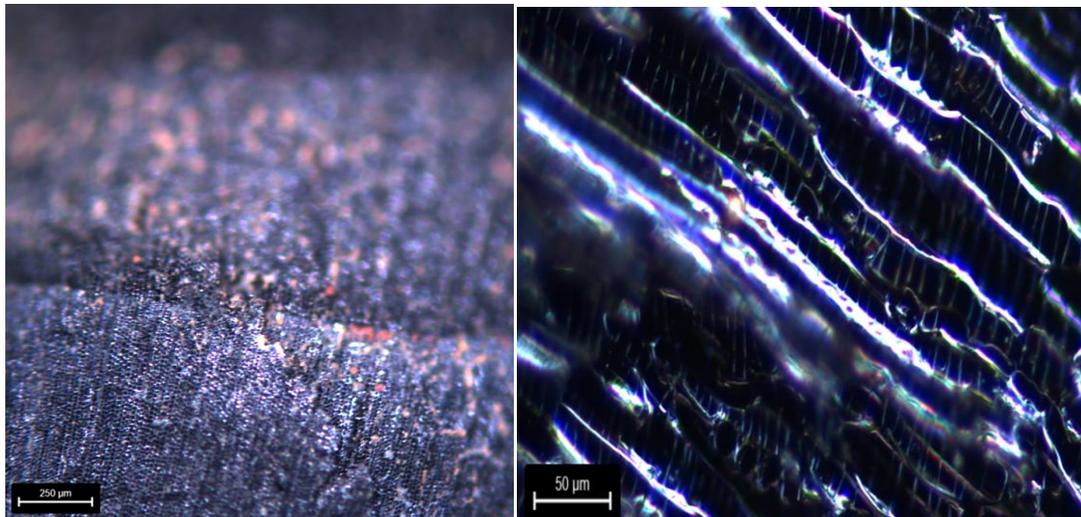


Figura 13. Sección Transversal y Sección Longitudinal Tangencial de *Taxus baccata*.

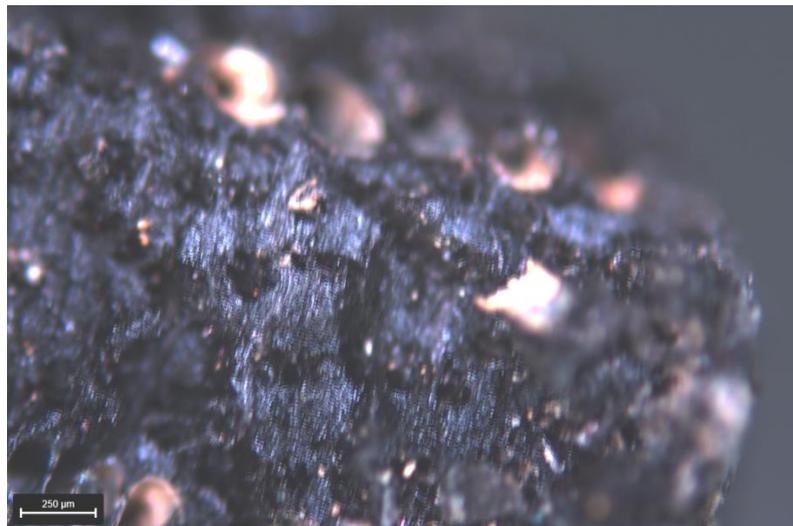


Figura 14. Sección Transversal de *Ulmus* sp.

3.3.2 Características ecológicas y etnobotánicas de los taxones identificados

Para completar la interpretación de los resultados se emplean diferentes textos en los que apoyar las características ecológicas y etnobotánicas básicas de los taxones identificados (LÓPEZ LILLO; SÁNCHEZ DE LORENZO CÁCERES, 1999; LÓPEZ GONZÁLEZ 2002; ORIA DE RUEDA Y DIEZ, 2003; COSTA TENORIO *et alii.*, 2005; VELASCO SANTOS, 2009).

-Acer tipo campestre: Arce

- Se extiende por Europa, Asia y el norte de África. En el País Vasco su distribución es muy amplia, faltando tan solo en el tercio meridional y en las montañas más elevadas.
- Vive formando parte de bosques, en especial de caducifolios, como alisedas, robledales, hayedos, etc, así como en setos y orlas. Es indiferente al sustrato aunque prefiere suelos frescos e incluso húmedos. No forma grandes masas sino que aparece normalmente en pies aislados o formando pequeños rodales.
- Madera compacta, dura y de densidad media, muy estimada en carpintería. Es muy buen combustible (con propiedades caloríficas similares a las del haya). Sus hojas y brotes tiernos pueden aprovecharse como forraje para el ganado ya que resultan muy alimenticias.

-Corylus avellana: Avellano

- Se distribuye por casi toda Europa y el occidente de Asia, en el País Vasco es frecuente en la mitad septentrional y escasea en la meridional donde se refugia en los barrancos umbrosos hasta desaparecer en las partes bajas del Valle del Ebro.
- Forma parte del subsuelo y orlas de los bosques caducifolios, generalmente en sitios umbrosos y frescos.
- Su madera es ligera y resiste mal a la intemperie y sumergida. También es muy buen combustible. No suele producir piezas maderables, pero sus ramas largas y flexibles se han utilizado para cestos, canastos, bastones, varas, etc. Su fruto, la avellana, es rico en aceite y proteínas.

-Fagus sylvatica: Haya

- Habita en el centro y oeste de Europa. En el País Vasco es el árbol que caracteriza el piso montano y cubre considerables extensiones en las montañas de altitud media que cruzan el País Vasco de este a oeste.
- En regiones de clima suave y húmedo, sin sequía estival ni heladas tardías.

- Su leña y su carbón son considerados de alta calidad mientras que suele ser una madera poco utilizada para la construcción, aunque es fácil de trabajar, es poco resistente a los cambios de humedad. Los hayucos son muy nutritivos.

-*Fraxinus* sp.: Fresno

En el País Vasco se identifican *F. excelsior*, *F. angustifolia* y *F. ornus*

- El primero se distribuye en la mayor parte de Europa, excepción hecha de los extremos norte, sur y este. En el País Vasco es común en la vertiente cantábrica, enrareciéndose en la mediterránea hasta desaparecer al sustituirlo el *F. angustifolia*, que se distribuye por el occidente mediterráneo. *F. ornus* se ha localizado en Álava y en el norte de Burgos y se identifican como reliquias aisladas distantes de su área general de distribución.
- *F. excelsior* vive formando parte de bosques de caducifolias en suelos frescos, prefiriendo los ricos y profundos. Cuando las condiciones de sustrato y humedad le son favorables, se comporta como un árbol pionero y crece rápidamente en los terrenos descubiertos que se abandonan a su suerte. *F. angustifolia* vive en los fondos de valle y riberas de los ríos, siempre en suelos frescos y con un nivel freático cercano a la superficie.
- La madera de *Fraxinus* es elástica y su leña proporciona un buen combustible y da carbón de primera calidad. Las hojas y el ramón del fresno son muy adecuadas para la alimentación del ganado.

-*Salix* sp.: Sauce

Género formado por distintas especies

- Se distribuye por la mayor parte de Europa, Asia y África. En el País Vasco se distribuye tanto por la vertiente atlántica como la mediterránea, dependiendo de las especies.
- En general se trata de especies que viven en terrenos frescos, tanto a orillas de los ríos y arroyos como alrededor de las charcas, también en orlas y claros de bosques, taludes y cunetas, etc. En las zonas secas se refugian en sotos y arbolados de ribera con humedad freática.

- Es una madera blanda y poco estimable. Se ha utilizado en ocasiones para frenar la erosión en las orillas de torrentes y barrancos.

-*Taxus baccata*: Tejo

- Se distribuye por gran parte de Europa, oeste de Asia y norte de África. Se encuentra disperso por las montañas del País Vasco.
- Raramente forma poblaciones extensas, es indiferente al sustrato.
- Su madera es dura y compacta. Se emplea para la fabricación de arcos, bastones, etc. Es tóxico en todas sus partes menos el anillo rojo que rodea las semillas.

-*Ulmus* sp.: Olmo

Comprende unas 20 especies distribuidas por el Hemisferio Norte, aunque es *Ulmus glabra* el único olmo autóctono en el País Vasco

- Se distribuye por casi toda Europa y el occidente de Asia. En el País Vasco se observa con más frecuencia en la vertiente cantábrica sin faltar en la mediterránea.
- Se localiza especialmente en riberas y barrancos. También se adentra en los cursos de los ríos para formar parte de los sotos y alamedas.
- Su madera es dura y pesada. Sus hojas pueden utilizarse para alimento del ganado y la corteza es rica en taninos.

4. CONSIDERACIONES PRELIMINARES

Un análisis antracológico nos aporta datos sobre la vegetación leñosa existente en el entorno del yacimiento y sobre los mecanismos de selección del combustible. La utilización de estas especies probablemente estuvo determinada por dos factores básicos: 1) su frecuencia en el entorno y 2) sus propiedades como combustible. En este caso el estudio se centra en diferentes contextos pertenecientes a una misma cronología, la Edad del Bronce y un escenario muy concreto, un entorno minero, de extracción de mineral. En principio, todas las maderas son aprovechables para su uso para elaborar carbón de madera, como combustible, como elementos constructivos, etc. Sin embargo, algunas se consideran de excelente calidad (el roble, el haya, el avellano, las rosáceas, el acebo, el madroño o el

fresno) (AIZPURU *et al*, 1990; RIVERA; OBÓN DE CASTRO, 1991) mientras que otras no son tan valoradas (el sauce, por ejemplo).

Para este estudio, la unidad de base considerada es el fragmento de carbón (CHABAL, 1991). La interpretación de los restos antracológicos se basa en la variación de las frecuencias relativas de cada taxón determinado, siendo necesario saber el número de carbones que tienen que estudiarse para que la imagen de la vegetación sea fiable. En este caso se han estudiado un total de 558 fragmentos de carbón mayores de 2 mm (Tabla 2). Como se puede observar en la unión de los contextos, no todos llegan a ese número mínimo de 100 fragmentos (Tabla 3). Para obtener una información cuantificable sobre las formaciones de la vegetación del entorno y poder permitir comparar estadísticamente los resultados, se procede a la unión de sus datos (UZQUIANO, 1997).

CONTEXTO	<i>Acer</i>	<i>Corylus</i>	<i>Fagus</i>	<i>Fraxinus</i>	<i>Salix</i>	<i>Taxus</i>	<i>Ulmus</i>	TOTAL
27		32	6	11	1	3	2	55
28			3					3
29		17		3				20
30		23	11	57		5	4	100
31	1	14	1	20	4	6	1	47
32		5		319		7	2	333

Tabla 3. Resultados absolutos unidos por contexto arqueológico.

CONTEXTO	<i>Acer</i>	<i>Corylus</i>	<i>Fagus</i>	<i>Fraxinus</i>	<i>Salix</i>	<i>Taxus</i>	<i>Ulmus</i>	TOTAL
27		58,2	10,9	20	1,8	5,5	3,6	55
28			100					3
29		85		15				20
30		23	11	57		5	4	100
31	2,1	29,8	2,1	42,6	8,5	12,8	2,1	47
32		1,5		95,8		2,1	0,6	333

Tabla 4. Resultados porcentuales unidos por contexto arqueológico.

Estas preferencias se observan en los diferentes contextos estudiados. No se observan diferencias tampoco entre las formas de recogida (puntual *in situ* o torre de tamices), ya que en ambos

casos se observar el fresno como madera preferente, acompañada de diferentes taxones. Como ya se ha comentado anteriormente, Arritzaga 37, aunque esté recuperado de forma individualizada en diferentes contextos, se trata de maderas concentradas, no dispersas, para un único fin. Así, dentro de las teorías en los estudios antracológicos, se ha tendido a considerar que los carbones concentrados tenían un potencial etnobotánico propio, ofreciendo información directa sobre las necesidades para la combustión, dejando los dispersos al margen de interpretaciones de este tipo. No obstante, todos los carbones son susceptibles de este tipo de interpretaciones, ya que son residuos de las plantas que se han consumido y ésta es la razón por la que se encuentran en los contextos arqueológicos que estudiamos (BUXÓ; PIQUÉ, 2008).

Estos datos nos darían información sobre la recolección, que no siempre está condicionada por la ley del mínimo esfuerzo, según la cual se tendería a invertir el mínimo trabajo en la recolección de los recursos (PIQUE, 1999) si no que, la estrategia de aprovisionamiento de leña puede venir determinada por diferentes variables vinculadas a la demanda dependiendo del tipo de asentamiento y de las necesidades del mismo. La demanda también está condicionada por la disponibilidad de especies en el entorno o por las características de las maderas en función de la utilidad que se les va a otorgar (construcción de viviendas, herramientas, leña, cerramientos, etc.) (BUXÓ; PIQUÉ, 2008).

Llama la atención la diversidad en las maderas utilizadas en el yacimiento, desde el contexto 27 (nivel de explotación) hasta el contexto final (32). Esta imagen genera la idea de que no se esté produciendo una explotación intensiva o especializada de una única especie, algo común en entorno de explotación de mineral, si no que se localizan diversos taxones, de forma ocasional, más oportunista. Pese a esto, si podemos observar como es la madera de fresno la más utilizada, junto con la de avellano. La madera de fresno es una madera densa (densidad media de 550 kg por m³) y dura (una madera noble) y muy fuerte pero elástica. Se ha utilizado tradicionalmente para hacer arcos, mangos de herramientas, muebles de calidad, y otros usos que exigen gran fuerza y resistencia. Además esta madera produce una llama muy duradera y caliente, con un excelente poder calorífico y que da un carbón de primera calidad, algo que podía estar relacionado con el uso de fresno en la mina de Arritzaga 37. También se han de tener en cuenta otros usos que hubieran producido excedentes utilizables posteriormente. Por ejemplo, la utilización de las hojas de fresno como ramón ya que son

muy adecuadas para la alimentación del ganado. Si se estuvieran utilizando estos para la alimentación del ganado provocaría un gran excedente de las ramas, troncos, de estos árboles lo que produciría un excedente, muy válido como leña.

Es muy interesante ver como la madera de avellano tiene gran importancia en Arritzaga 37. De forma general la madera de avellano aparece de forma muy limitada en los estudios antracológicos de cronologías prehistóricas. La ausencia o escasez de carbón de avellano puede ser el resultado de los numerosos usos que se le pueden dar a este árbol, como recoger sus frutos o hacer diferentes objetos con sus ramas, como cestas y flechas. Por lo tanto, a pesar de ser madera de alta calidad como combustible y abundante en el paisaje estudiado, no se usó ampliamente como combustible. Por el contrario observamos que en Arritzaga 37 la madera de avellano es muy abundante. Esto puede deberse a que esta madera, utilizada aquí como combustible, puede venir de la utilización de avellanos, de su poda. De ahí se produciría un excedente que serviría como combustible. Otro motivo puede ser la explotación intensiva y oportunista del entorno. Sin una diferenciación y con la necesidad de grandes cantidades de madera para la explotación del mineral, hace que todas las maderas sean adecuadas para su explotación.

También llama mucho la atención la utilización de otras maderas, aunque de forma reducida. Hay que señalar la aparición de la madera de haya. El haya es una especie sobre la que se ha escrito mucho, debido a su gran implantación en los bosques actuales en el norte de la Península y a su importancia económica. Desde su expansión el haya se convirtió en uno de los protagonistas del paisaje forestal, constituyendo además un foco económico de gran interés por parte de las sociedades preindustriales. Este árbol se ha explotado en ese entorno de forma repetida desde la antigüedad y sobre todo para la realización de mineral en las carboneras (RUIZ-ALONSO, 2014; RUIZ-ALONSO *et al.*, 2019). Por este motivo llama la atención que encontrándose en el entorno cercano madera de haya, se prefiera la madera de fresno o avellano frente a ella.

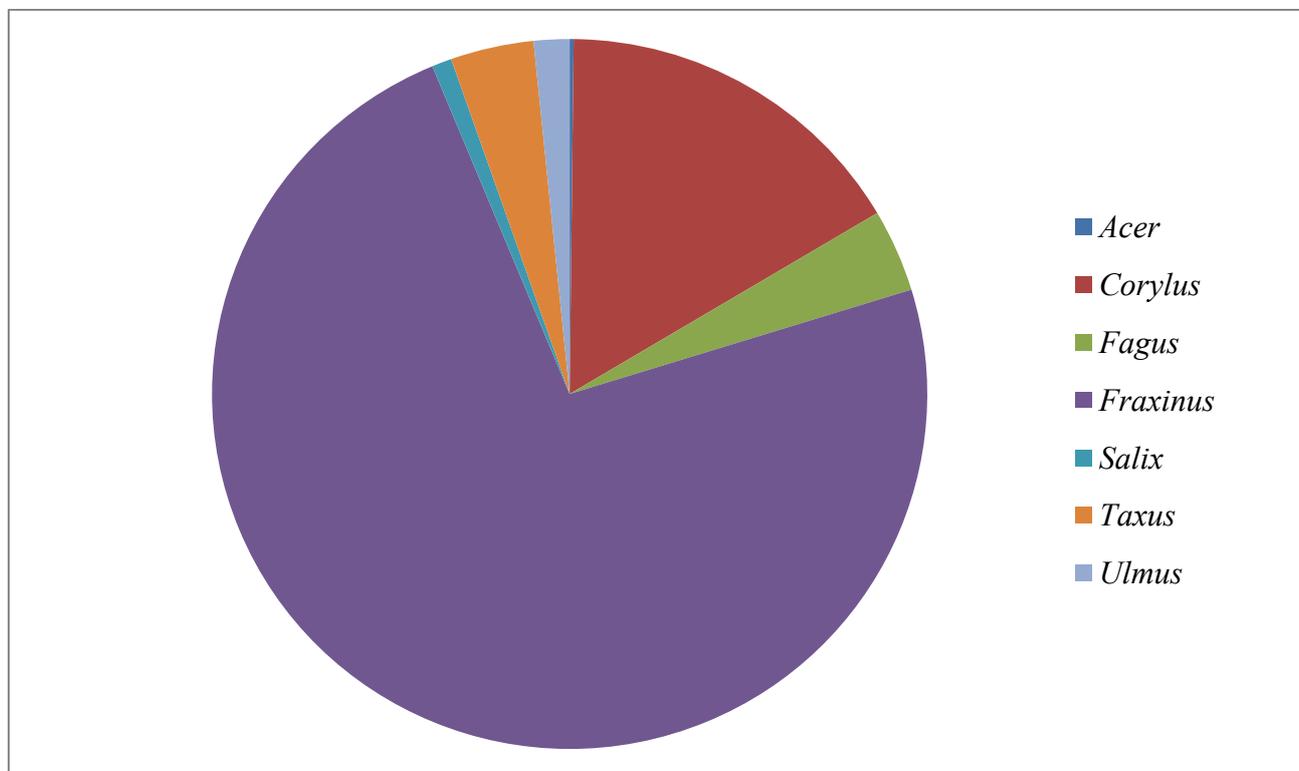


Figura 15. Resultados porcentuales totales de Arritzaga 37.

Como ya hemos apuntado, esta elección de la madera puede haber sido condicionada por diferentes cuestiones como las capacidades técnicas de la misma, pero también la elección de la madera puede haber sido condicionada por la oferta de los diferentes taxones en el entorno cercano de Arritzaga 37, por la gran disponibilidad de elementos vegetales, algo que haría que no fuera necesario el traslado a grandes distancias para la obtención de madera que cubriera las grandes necesidades de material para la explotación del filón, utilizando lo que tenían cerca del yacimiento. El entorno vegetal potencial de Arritzaga 37, según el mapa de series de vegetación, refleja robledales eutrofos subatlánticos, con manchas de complejo de comunidades ligadas a las rocas calcáreas y en un ámbito cercano, formaciones de hayedos y robledales acidófilos y bosque mixto atlántico con una aliseda cantábrica en el entorno de los arroyos o ríos (Figura 3).

Esta imagen potencial podemos compararla con los datos obtenidos de las muestras de maderas carbonizadas recogidas, ya que el análisis antracológico nos aporta referencias directas sobre

la vegetación leñosa existente en el entorno del yacimiento, pero sobre todo nos informa sobre los mecanismos de selección del combustible. Así, todos los taxones identificados en Arritzaga 37 se ubicaba dentro de estas formaciones. Si tomamos estas muestras de madera carbonizada veríamos gran parte de los taxones se localizarían dentro de las formaciones caducifolias, como los avellanos o los fresnos, también los arces. En el caso de las maderas con necesidades hídricas como sauce u olmo, se localizarían en las formaciones de ribera cercanas. Los hayedos ocuparían las zonas de umbría con alta humedad atmosférica, al igual que los tejos. Son bosques con un estrato arbóreo muy cerrado y casi monoespecífico. Esto nos informa sobre la utilización de su entorno, no planificada, oportunista, explotando lo que hay a su alrededor, como apuntábamos anteriormente, con una gran preferencia por la madera de fresno.

Pero esta imagen únicamente nos aporta datos sobre parte de la vegetación leñosa existente en el entorno del yacimiento. Se han de tener en cuenta los mecanismos de selección del combustible. Es decir, la información que nos aporta la madera localizada en un yacimiento arqueológico refleja aquellas preferencias que ha tenido sus habitantes, ya sea por las características propias de las maderas, necesidades específicas, normas culturales del grupo, etc. Ya que como vemos aquí, en un entorno potencial de robledales, la madera de roble está ausente, no se ha localizado ni un fragmento de este tipo de madera, muy presente en otros estudios de esta cronología en este mismo entorno (RUIZ-ALONSO, 2014).

Por este motivo es interesante la comparación de distintos estudios arqueobotánicos, sobre todo aquellos que nos muestren el paisaje natural, que refleje la totalidad de la vegetación, tanto leñosa como arbustiva, reflejando todos los taxones, tanto en las inmediaciones del yacimiento, a nivel local y también regional. Así este estudio de madera podría complementarse con los datos palinológicos, que nos ofrecerían esa información (RUIZ-ALONSO, 2014).

Futuros estudios nos permitirán realizar esas comparaciones y ubicar los datos de Arritzaga 37 en el entorno de Aralar en la Edad del Bronce, completando así el espectro de yacimientos estudiados, no centrándose solo en monumentos megalíticos o zonas de habitación, sino incluyendo también este

tipo de actividades que se realizan en Arritzaga 37, acercándonos a la comprensión más completa de los habitantes de la zona.

5. CONCLUSIONES

- Todos los fragmentos estudiados se han conservado por carbonización
- La madera más representada es la de fresno, acompañada de la de avellano con fragmentos puntuales de otros taxones.
- Las maderas localizadas son parte de la vegetación circundante, aunque se observa una gran selección sobre los fresnos.
- Las maderas seleccionadas se corresponden con un material óptimo como combustible.

6. BIBLIOGRAFÍA

- AIZPURU, I., CATALÁN, P.; GARIN, F. (1990) Guía de los árboles y arbustos de Euskal Herria. Gobierno Vasco, Vitoria-Gasteiz.
- BADAL, E. (1987-88). La antracología. Método de recogida y estudio del carbón prehistórico. Saguntum. Papeles del laboratorio de Arqueología de Valencia 21, 169-182.
- BUXÓ, R.; PIQUÉ, R. (2008) Arqueobotánica. Los usos de las plantas en la Península Ibérica. Ed. Ariel. Barcelona.
- CHABAL, L. (1991) L'homme et l'évolution de la végétation méditerranéenne, des âges de métaux à la période romaine: Recherches anthracologiques théoriques, applies principalement à des sites du Bas Languedoc. Thèse Physiologie et Biologie des Organismes et des Populations. U.S.T.L. Montpellier.
- CHABAL, L.; FABRE, L.; TERRAL J.-F.; THERY-PARISOT, I. (1999) La Anthracologie. En Ferrière, A. (Dir.) La Botanique. Paris, Errance, 43-104.
- COSTA TENORIO, M; MORLA JUARISTI, C; SAINZ OLLERO, H. (2005) Los bosques ibéricos. Una interpretación geobotánica. ED. Planeta, Barcelona.

- GARCÍA ESTEBAN, L.; GUINDEO CASASÚS, A. (1989) Anatomía de las maderas frondosas españolas. Madrid. AITIM.
- HATHER, J. G. (2000) The identification of the Northern European woods. A guide for archaeologists and conservators. Londres. Archetype Publications.
- LOIDI, J.; BIURRUN, I.; CAMPOS, J.A.; GARCÍA-MIJANGOS, I.; HERRERA, M. (2009) La vegetación de la Comunidad Autónoma del País Vasco. Leyenda del mapa de series de vegetación a escala 1:50.0000. Gobierno Vasco/Eusko Jaularitza. Departamento de Medio Ambiente, Planificación Territorial, Agricultura y Pesca.
- LÓPEZ GONZÁLEZ, G. (2002) Guía de los árboles y arbustos de la Península Ibérica y Baleares: (especies silvestres y las cultivadas más comunes). Mundi Prensa Libros S.A.
- LÓPEZ LILLO, A., SÁNCHEZ DE LORENZO CÁCERES J. M. (1999) Árboles en España. Manual de identificación. Mundi Prensa Libros S.A. Madrid
- ORIA DE RUEDA, J. A.; DÍEZ, J. (2003) Guía de árboles y arbustos de Castilla y León. Ed. Cálamo. Palencia.
- PIQUE, R. (1999) Producción y uso del combustible vegetal: una evaluación arqueológica, Treballs d'Etnoarqueologia 3, Universitat Autònoma de Barcelona, CSIC, Madrid.
- RIVERA, D.; OBÓN DE CASTRO, C. (1991) La guía INCAFO de las plantas útiles y venenosas de la Península Ibérica y Baleares (excluidas medicinales). INCAFO, Madrid.
- RUIZ-ALONSO, M. (2014) Evolución y explotación de los recursos vegetales desde el Tardiglaciario en la vertiente mediterránea del País Vasco: datos antracológicos. Servicio Editorial de la Universidad del País Vasco (UPV/EHU). Bilbao.
- RUIZ-ALONSO, M., PÉREZ-DÍAZ, S., LÓPEZ-SÁEZ, J.A. (2019) From glacial refugia to the current landscape configuration: permanence, expansion and forest management of *Fagus sylvatica* L. in the Western Pyrenean Region (Northern Iberian Peninsula). *Veg. Hist. Archaeobot.* 28, 481–496.
- SCHWEINGRUBER, F.H. (1978) Mikroskopische holzanatomie Zürcher A. G. Zug.
- SCHWEINGRUBER, F.H. (1990) Microscopic wood anatomy. WSLFNP. Switzerland.
- UGALDE, T.; AMONDARAIN, L. (2018) Excavación Arqueológica Arritzaga 37, Aralar. Memoria 24 de Noviembre de 2018.



CENTRO DE CIENCIAS HUMANAS Y SOCIALES

- UZQUIANO, P. (1997) Antracología y método: implicaciones en la economía prehistórica, etnoarqueología y paleoecología. *Trabajos de Prehistoria* 54, 145-154.
- VELASCO SANTOS, J. M. (2009) Guía de plantas útiles y perjudiciales en Castilla y León: (comestibles, medicinales, tóxicas, alérgicas...) Editorial Témpora
- VERNET, J. L.; OGEREAU, P.; FIGUEIRAL, I.; MACHADO, C.; UZQUIANO, C. (2001) Guide d'identification des charbons de bois préhistoriques et récents. Sud-Ouest de l'Europe: France, Péninsule Ibérique et Îles Canaries. CNRS Éditions. París.
- ZAPATA, L.; PEÑA CHOCARRO, L. (2013) Macrorrestos vegetales arqueológicos. En García Díez, M.; Zapata, L. (Eds.). *Métodos y Técnicas de análisis y estudio en arqueología prehistórica. De lo técnico a la reconstrucción de los grupos humanos*, 303-314.

Mónica Ruiz-Alonso
23 de noviembre de 2020



ANÁLISIS DEL MINERAL

FRANCISCO JAVIER SANGUESA AGUERRI

INFORME

que emite el **Servicio General de Rayos X: Rocas y Minerales** de la Universidad del País Vasco/EHU, a petición de **FUNDACIÓN ARKEOLAN** sobre la caracterización mineralógica de dos muestras suministradas por el cliente.

1.- OBJETIVO DEL ESTUDIO

El presente estudio tiene por objeto la caracterización mineralógica de las muestras aportadas por el cliente, mediante difracción de rayos X (DRX).

2.- RECEPCIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LAS MUESTRAS

Las muestras objeto de este estudio fueron recibidas en este Servicio a través de empresa de mensajería (Correos Express) el pasado miércoles 7 de octubre de 2020. Se trataba de dos muestras en forma grandes fragmentos:

<p>ARK Grande</p>		 <p style="text-align: center;">Detalle de la muestra partida, mostrando una estructura “bandeada”</p>
<p>ARK Pequeña</p>		 <p style="text-align: center;">Detalle de un fragmento, con “impregnaciones” de color verde</p>



La muestra que hemos denominado “ARK_Grande” era un gran trozo de unos 22 cm de longitud máxima. La hemos limpiado superficialmente, y la hemos partido. En la superficie de rotura se aprecia una estructura bandeada (ver fotos). Hemos recogido numerosos fragmentos pequeños de la muestra para agruparlos en una porción representativa del total para los análisis.

La muestra que hemos denominado “ARK_Pequeña” tiene un aspecto más arenoso y se disgrega con mucha facilidad, hasta tal punto que el fragmento original llegó partido en dos. Destaca la presencia de “impregnaciones” de color verde, atribuibles a minerales de cobre. Igualmente, hemos recogido numerosos fragmentos pequeños de la muestra para agruparlos en una porción representativa del total para los análisis.

3.- MÉTODO DE TRABAJO

La realización de este informe ha corrido a cargo del Dr. Fco. Javier Sangüesa (Técnico del Servicio), contando con todo el equipo instrumental del SERVICIO GENERAL DE INVESTIGACIÓN RAYOS X: ROCAS Y MINERALES, particularmente laboratorio de preparación de muestras, difractómetro de rayos X y equipamiento informático.

Los análisis mineralógicos se han llevado a cabo por difracción de rayos X (DRX) con un difractómetro PANalytical Xpert PRO, equipado con tubo de cobre ($\lambda_{Cu_{K\alpha_{media}}}=1,5418\text{Å}$, $\lambda_{Cu_{K\alpha_1}}=1,54060\text{ Å}$ y $\lambda_{Cu_{K\alpha_2}}=1,54439\text{ Å}$), goniómetro vertical (geometría Bragg-Brentano), rendija programable de divergencia, intercambiador automático de muestras, monocromador de haz secundario y detector PixCel.

El método empleado ha sido el de muestra desorientada en polvo. Para ello, una porción alícuota de cada muestra fue molida y homogeneizada manualmente en un mortero de ágata hasta un tamaño de grano adecuado para su análisis difractométrico.

Las condiciones instrumentales utilizadas han sido:

- Corriente del generador: 40 KV y 40 mA.
- Barrido angular: 5-70°2 θ

Los difractogramas así obtenidos han sido denominados **ARK_Grande** y **ARK_Pequeña**. Para su tratamiento informático e identificación de fases se ha empleado el *software* específico PANalytical X'pert HighScore, en combinación con la base de datos PDF2 del ICDD.

4.- RESULTADOS

Los anejos de este trabajo recogen de manera gráfica los difractogramas experimentales obtenidos junto a la identificación de fases realizada.

Así, en el difractograma **ARK_Grande** se identifican estas fases minerales:

- Goethita FeO(OH) ortorrómbico (Ficha PDF 81-464). Sus picos de difracción son muy anchos (poca cristalinidad).
- Calcita CaCO₃ romboédrico (PDF 5-586). Sus picos de difracción, muy estrechos, destacan en el difractograma.
- Algo de cuarzo SiO₂ romboédrico (Ficha PDF 85-798).
- Indicios de lepidocrocita FeO(OH) ortorrómbico (PDF 74-1877). Este mineral es polimorfo (misma composición, distinta estructura cristalina) de la goethita.
- Seguramente, algo de hematites Fe₂O₃ romboédrico (PDF 85-598), cuyos picos quedan “solapados” por los de la goethita.

Por su parte, en el difractograma **ARK_Pequeña** tenemos:

- Cuarzo SiO₂ romboédrico (Ficha PDF 85-798).
- Malaquita Cu₂(CO₃)(OH)₂ monoclinico (PDF 76-660). Este es el mineral de color verde que aparece como “impregnaciones” en la muestra.
- Goethita FeO(OH) ortorrómbico (PDF 81-464).
- Hematites Fe₂O₃ romboédrico (PDF 85-598).

Las fases indicadas explican la práctica totalidad de los picos (máximos de difracción) de los difractogramas experimentales. No obstante, no puede descartarse la posible presencia de otras fases cristalinas en muy pequeñas cantidades (solapadas por los picos de las fases mayoritarias identificadas), o incluso de material amorfo (no cristalino) que no generaría picos de difracción y sólo contribuiría a la elevación del fondo de los difractogramas.

Leioa, 15 de octubre de 2020



Fdo: Fco. Javier Sangüesa Aguerri
Técnico del Servicio General

ANEJOS

- Difractograma **ARK_Grande** con indicación de la posición de los picos de las fases identificadas (distintos colores).
- Difractograma **ARK_Pequeña** con indicación de la posición de los picos de las fases identificadas (distintos colores).

Nótese que la escala vertical empleada en esas figuras no es lineal, sino de tipo “raíz cuadrada”, que hace más visibles los picos más pequeños.

INFORME

que emite el **Servicio General de Rayos X: Rocas y Minerales** de la Universidad del País Vasco/EHU, a petición de **FUNDACIÓN ARKEOLAN** sobre la caracterización química de dos muestras suministradas por el cliente.

1.- OBJETIVO DEL ESTUDIO

El presente estudio tiene por objeto la caracterización química de las muestras aportadas por el cliente, mediante fluorescencia de rayos X (FRX).

2.- RECEPCIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LAS MUESTRAS

Las muestras objeto de este estudio fueron recibidas en este Servicio a través de empresa de mensajería (Correos Express) el pasado miércoles 7 de octubre de 2020. Se trataba de dos muestras en forma grandes fragmentos:

<p>ARK Grande</p>		 <p>Detalle de la muestra partida, mostrando una estructura “bandeada”</p>
<p>ARK Pequeña</p>		 <p>Detalle de un fragmento, con “impregnaciones” de color verde</p>



La muestra que hemos denominado “ARK_Grande” era un gran trozo de unos 22 cm de longitud máxima. La hemos limpiado superficialmente, y la hemos partido. En la superficie de rotura se aprecia una estructura bandeada (ver fotos). Hemos recogido numerosos fragmentos pequeños de la muestra para agruparlos en una porción representativa del total para los análisis.

La muestra que hemos denominado “ARK_Pequeña” tiene un aspecto más arenoso y se disgrega con mucha facilidad, hasta tal punto que el fragmento original llegó partido en dos. Destaca la presencia de “impregnaciones” de color verde, atribuibles a minerales de cobre. Igualmente, hemos recogido numerosos fragmentos pequeños de la muestra para agruparlos en una porción representativa del total para los análisis.

3.- MÉTODO DE TRABAJO

La realización de este informe ha corrido a cargo del Dr. Fco. Javier Sangüesa (Técnico del Servicio), contando con todo el equipo instrumental del SERVICIO GENERAL DE INVESTIGACIÓN RAYOS X: ROCAS Y MINERALES, particularmente laboratorio de preparación de muestras, espectrómetro de fluorescencia de rayos X y equipamiento informático.

Los análisis FRX de las muestras se han realizado sobre perla de vidrio en atmósfera de vacío. Cada perla se ha preparado por fusión en un microhorno de inducción mezclando con el fundente Spectromelt A12 de la casa Merck (ref. nº 11802), una porción alícuota de la muestra seca y molida en proporciones aproximadas de 20:1.

Los análisis químicos se han realizado empleando un espectrómetro secuencial de fluorescencia de rayos X por dispersión de longitud de onda (WDXRF), de la marca PANalytical, modelo AXIOS, dotado con un tubo de Rh, y tres detectores (flujo gaseoso, centelleo y sellado de Xe). Para la confección de las rectas de calibrado se han utilizado patrones internacionales bien caracterizados de rocas y minerales.

Adicionalmente se ha calculado la pérdida por calcinación (LOI), sometiendo a una porción alícuota de cada muestra a una temperatura de 1050°C durante una hora en un horno-mufla.

4.- RESULTADOS

Los resultados obtenidos mediante FRX de las muestras analizadas en forma de perla quedan recogidos en la siguiente tabla:

Elementos mayores (expresados en porcentaje en peso de óxidos)

Muestra	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃ t	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	TiO ₂	P ₂ O ₅	SO ₃	LOI
ARK_Grande	2,65	1,79	64,03	0,02	0,55	6,56	LD	0,26	0,07	0,12	0,37	19,49
ARK_Pequeña	24,26	1,26	40,10	0,02	0,56	0,70	LD	0,17	0,04	0,17	0,09	13,28

NOTA: El contenido en hierro se ha expresado como Fe₂O₃ total.

LD: Límite de detección

Otros elementos detectados en cantidades significativas
 (expresados en porcentaje en peso de elementos)

Muestra	Cu	As
ARK_Grande	3,29	1,18
ARK_Pequeña	12,09	1,33

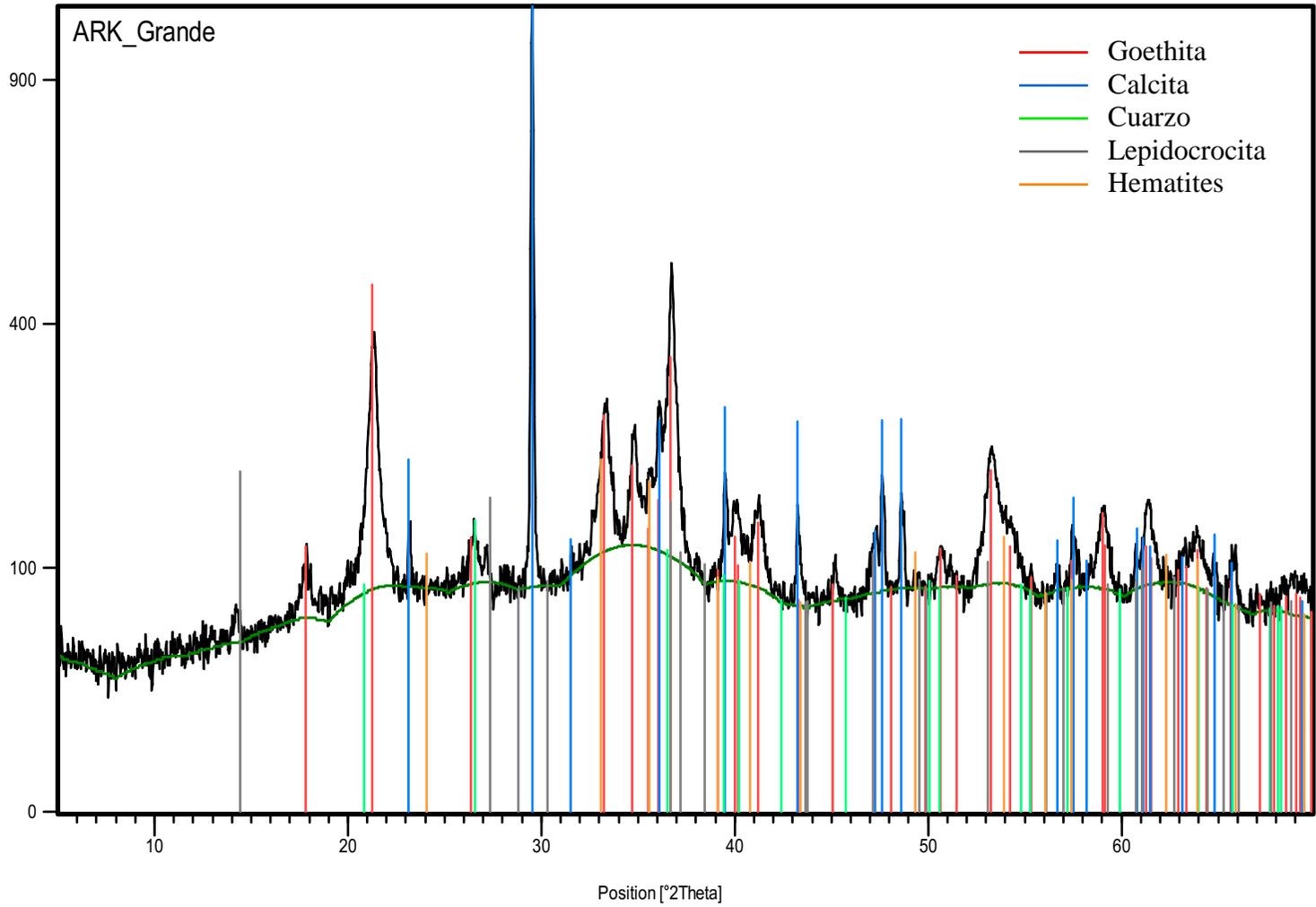
Leioa, 15 de octubre de 2020



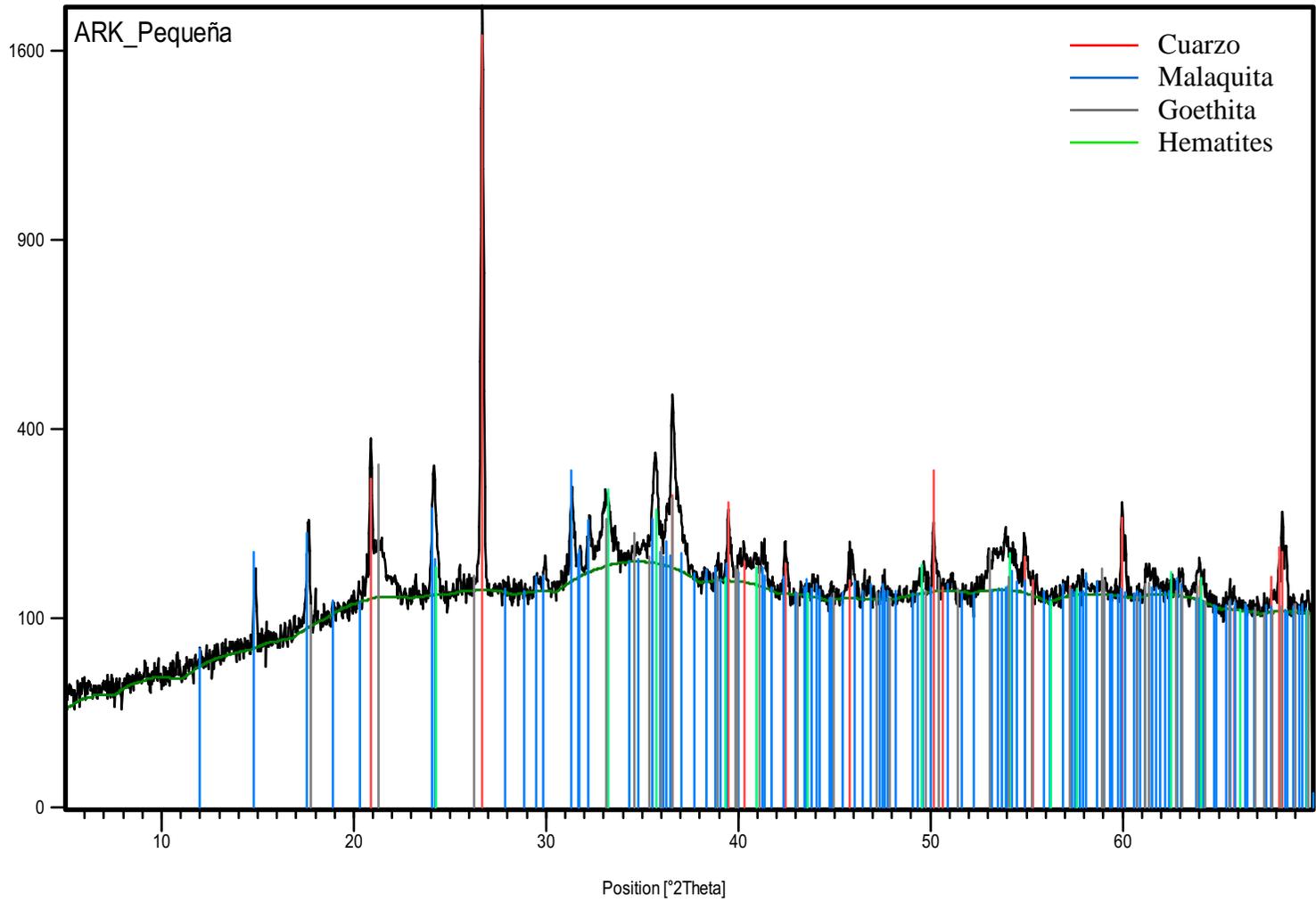

 Fdo: Fco. Javier Sangüesa Aguerri
 Técnico del Servicio General


 Fdo: Iñaki Yusta Arnal
 Asesor del Servicio General

Counts



Counts



INFORME

que emite el **Servicio General de Rayos X: Rocas y Minerales** de la Universidad del País Vasco/EHU, a petición de **FUNDACIÓN ARKEOLAN** sobre la caracterización mineralógica de una muestra suministrada por el cliente.

1.- OBJETIVO DEL ESTUDIO

El presente estudio tiene por objeto la caracterización mineralógica de la muestra aportada por el cliente, mediante difracción de rayos X (DRX).

2.- RECEPCIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA

La muestra objeto de este estudio fue recibida en este Servicio a través de empresa de mensajería (MBE) el pasado viernes 20 de noviembre de 2020. Se trataba de una muestra en forma de pequeños fragmentos de color verde claro, con zonas terrosas de tonalidad ocre, que hemos denominado ARK_20nov20:



Hemos triturado y molido aproximadamente la mitad de esos fragmentos para homogeneizar y cuartear porciones representativas para el análisis.



3.- MÉTODO DE TRABAJO

La realización de este informe ha corrido a cargo del Dr. Fco. Javier Sangüesa (Técnico del Servicio), contando con todo el equipo instrumental del SERVICIO GENERAL DE INVESTIGACIÓN RAYOS X: ROCAS Y MINERALES, particularmente laboratorio de preparación de muestras, difractómetro de rayos X y equipamiento informático.

El análisis mineralógicos se han llevado a cabo por difracción de rayos X (DRX) con un difractómetro PANalytical Xpert PRO, equipado con tubo de cobre ($\lambda_{Cu_{K\alpha_{media}}}=1,5418\text{Å}$, $\lambda_{Cu_{K\alpha_1}}=1,54060\text{ Å}$ y $\lambda_{Cu_{K\alpha_2}}=1,54439\text{ Å}$), goniómetro vertical (geometría Bragg-Brentano), rendija programable de divergencia, intercambiador automático de muestras, monocromador de haz secundario y detector PixCel.

El método empleado ha sido el de muestra desorientada en polvo. Para ello, una porción alícuota de la muestra fue molida y homogeneizada manualmente en un mortero de ágata hasta un tamaño de grano adecuado para su análisis difractométrico.

Las condiciones instrumentales utilizadas han sido:

- Corriente del generador: 40 KV y 40 mA.
- Barrido angular: 5-70°2 θ

El difractograma así obtenido ha sido denominado **ARK_20nov20**. Para su tratamiento informático e identificación de fases se ha empleado el *software* específico PANalytical X'pert HighScore, en combinación con la base de datos PDF2 del ICDD.

4.- RESULTADOS

El anejo de este trabajo recoge de manera gráfica el difractograma experimental obtenido junto a la identificación de fases realizada.

Así, en el difractograma **ARK_20nov20** se identifican estas fases minerales:

- Malaquita $\text{Cu}_2(\text{CO}_3)(\text{OH})_2$ monoclinico (PDF 76-660). Este es el mineral de color verde que explica el color de la muestra, y es el mineral mayoritario en la misma.
- Algo de cuarzo SiO_2 romboédrico (Ficha PDF 85-798).

Las fases indicadas explican la práctica totalidad de los picos (máximos de difracción) de los difractogramas experimentales. No obstante, no puede descartarse la posible presencia de otras fases cristalinas en muy pequeñas cantidades (solapadas por los picos de las fases mayoritarias identificadas), o incluso de material amorfo (no cristalino) que no generaría picos de difracción y sólo contribuiría a la elevación del fondo de los difractogramas.

Leioa, 25 de noviembre de 2020



Fdo: Fco. Javier Sangüesa Aguerri
Técnico del Servicio General

ANEJO

- Difractograma **ARK_20nov20** con indicación de la posición de los picos de las fases identificadas (distintos colores). Escala vertical lineal.

INFORME

que emite el **Servicio General de Rayos X: Rocas y Minerales** de la Universidad del País Vasco/EHU, a petición de **FUNDACIÓN ARKEOLAN** sobre la caracterización química de una muestra suministrada por el cliente.

1.- OBJETIVO DEL ESTUDIO

El presente estudio tiene por objeto la caracterización química de la muestra aportada por el cliente, mediante fluorescencia de rayos X (FRX).

2.- RECEPCIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA

La muestra objeto de este estudio fue recibida en este Servicio a través de empresa de mensajería (MBE) el pasado viernes 20 de noviembre de 2020. Se trataba de una muestra en forma de pequeños fragmentos de color verde claro, con zonas terrosas de tonalidad ocre, que hemos denominado ARK_20nov20:



Hemos triturado y molido aproximadamente la mitad de esos fragmentos para homogeneizar y cuartear porciones representativas para el análisis.



3.- MÉTODO DE TRABAJO

La realización de este informe ha corrido a cargo del Dr. Fco. Javier Sangüesa (Técnico del Servicio), contando con todo el equipo instrumental del SERVICIO GENERAL DE INVESTIGACIÓN RAYOS X: ROCAS Y MINERALES, particularmente laboratorio de preparación de muestras, espectrómetro de fluorescencia de rayos X y equipamiento informático.

El análisis FRX de la muestra se ha realizado sobre perla de vidrio en atmósfera de vacío. Cada perla se ha preparado por fusión en un microhorno de inducción mezclando con el fundente Spectromelt A10 de la casa Merck (ref. nº 11802), una porción alícuota de la muestra seca y molida en proporciones aproximadas de 20:1.

Los análisis químicos se han realizado empleando un espectrómetro secuencial de fluorescencia de rayos X por dispersión de longitud de onda (WDXRF), de la marca PANalytical, modelo AXIOS, dotado con un tubo de Rh, y tres detectores (flujo gaseoso, centelleo y sellado de Xe). Para la confección de las rectas de calibrado se han utilizado patrones internacionales bien caracterizados de rocas y minerales.

Adicionalmente se ha calculado la pérdida por calcinación (LOI), sometiendo a una porción alícuota de la muestra a una temperatura de 1050°C durante una hora en un horno-mufla.

4.- RESULTADOS

Los resultados obtenidos mediante FRX de la muestra analizada en forma de perla quedan recogidos en la siguiente tabla:

Elementos mayores (expresados en porcentaje en peso de óxidos)

Muestra	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O _{3t}	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	TiO ₂	P ₂ O ₅	SO ₃	LOI
ARK_20nov20	4,84	1,21	1,61	0,03	0,02	0,56	LD	0,18	0,06	0,13	0,65	33,44

NOTA: El contenido en hierro se ha expresado como Fe₂O₃ total.

LD: Límite de detección

Otros elementos detectados en cantidades significativas
 (expresados en porcentaje en peso de elementos)

Muestra	Cu	As
ARK_20nov20	47,32	0,14

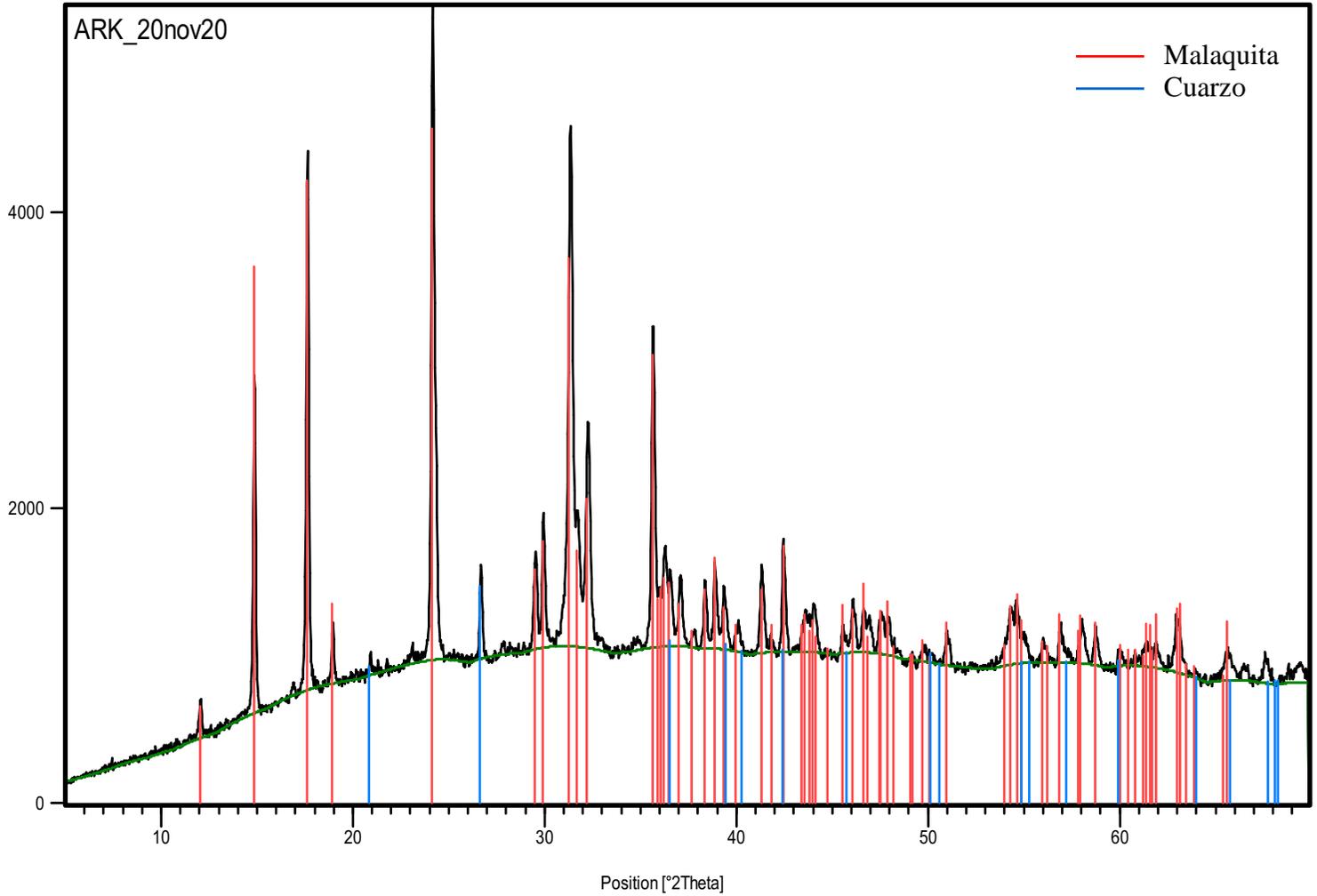
Leioa, 25 de noviembre de 2020




 Fdo: Fco. Javier Sangüesa Aguerri
 Técnico del Servicio General


 Fdo: Iñaki Yusta Arnal
 Asesor del Servicio General

Counts





GEOLOGÍA MINERA

CRISTINA AVILÉS

GEOLOGÍA MINERA

El estudio de geología minera se ha encargado a la profesora de la Escuela de Ingeniería de Bilbao (Ingeniería Técnica de Minas y Obras Públicas), Dra. Cristina Avilés adscrita al Departamento de Ingeniería Minera y Metalúrgica, Ciencia de los Materiales, quien ha recabado la colaboración del Dr. Alex Franco, responsable del Departamento de Recursos Geológicos y Mineros del Ente Vasco de Energía (EVE). Este último conoce la zona minera por haber realizado estudios previos.



Los estudios han avanzado hasta la definición básica de las mineralizaciones que fueron objeto de explotación en la Edad del Bronce.

Definición general:

Las minas de Aralar, Arritzaga o Buruntzuzin se sitúan entre materiales del Jurásico y Cretácico del valle de Arritzaga y representan una de las explotaciones de cobre más importantes de la cuenca. Además se explotaba también zinc y plomo. La mineralización fue el resultado de la transformación de calizas jurásicas y de la base del Cretácico por fluidos que introdujeron los metales de interés generando rellenos a favor de superficies tectonizadas muy paralelas a la estratificación, en formas pseudotabulares. Así se formaron siderita (FeCO_3), calcopirita (CuFeS_2), blenda (ZnS) y galena (PbS). Posteriormente, como resultado de la alteración subaérea de estos minerales, se formó goethita (FeOOH) y malaquita ($\text{Cu}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3$). Existen numerosas catas superficiales, aunque destaca un gran túnel paralelo a la estratificación y excavado en las calizas terminales del Jurásico, llamado túnel de Gainza, que intentó comunicar la vertiente Navarra de Aralar con la zona mineralizada. Se pueden encontrar también algunas galerías menores perpendiculares a la estratificación que accedían a la zona mineralizada desde las margas del Purbeck-Weald, donde se situaba todo el complejo minero.



APOYOS GRÁFICOS Y AUDIOVISUALES

MIKEL UZKUDUN/GIORGIO STUDER



LOS APOYOS GRÁFICOS Y AUDIOVISUALES.

Esta faceta se incluye en el estudio con el objetivo de elaborar recursos destinados a la presentación de los resultados en distintas alternativas de difusión. Resulta en el planteamiento de los trabajos una fase complementaria a las investigaciones y su principal valor estriba en contribuir a la didáctica de los registros patrimoniales. Se ha incorporado contando con que en un plazo breve puede existir un equipamiento cultural, promovido por el Ayuntamiento de Amezketa, en el edificio anexo al molino de Iraregibizkar. Es preciso señalar que la escala de realización no alcanzará a cubrir las exigencias de un programa museográfico, pero sí permitirá plantear las bases a desarrollar posteriormente en el diseño definitivo de los contenidos relacionados con la minería de Aralar.



Apoyos gráficos. Pendiente de finalizar.

Dibujo arqueológico.

En este capítulo se incluyen las representaciones gráficas de los objetos arqueológicos seleccionados por sus valores representativos. Pendiente de completar selección de objetos.

Fotogrametría.

Se completará un levantamiento fotogramétrico del pozo y galería para su visualización en 3D.

Pendiente de completar trabajos de campo.

Apoyos audiovisuales.



En proceso de definición y desarrollo.

